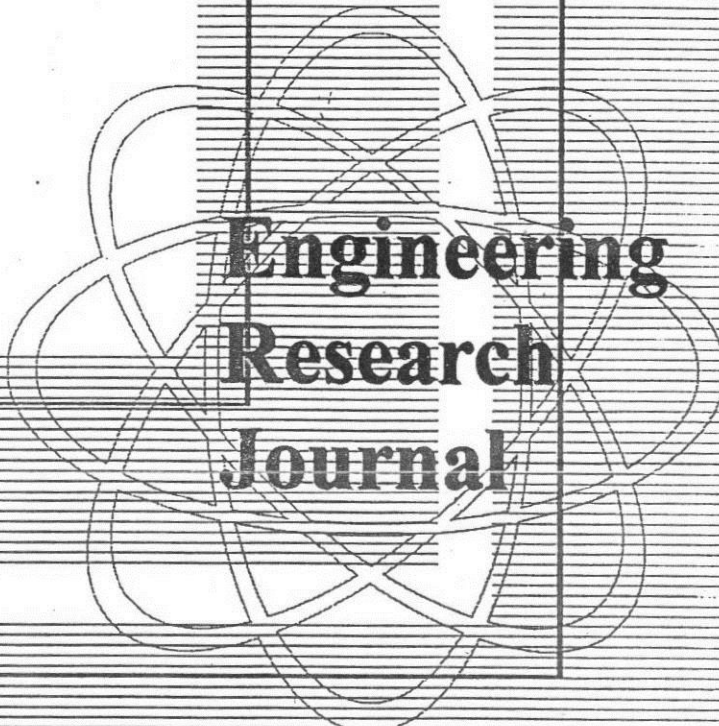


Helwan University
Faculty of Engineering
Mataria - Cairo

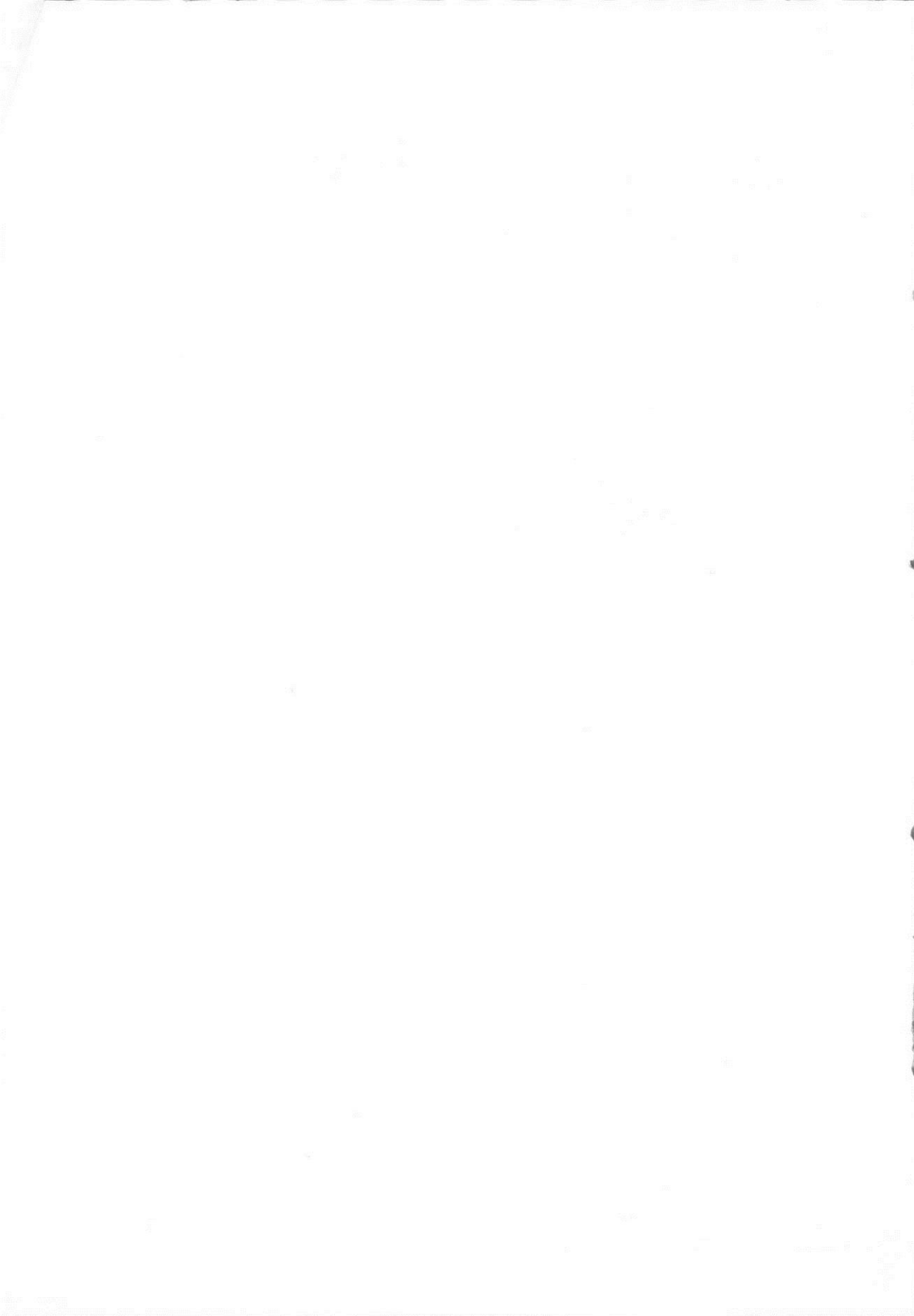


Engineering Research Journal

(ISSN 1110-5615)

VOLUME 130

JUNE 2011



Engineering Research Journal

volume 130 June 2011

AIMS AND SCOPE

Engineering Research Journal

is a journal devoted to the publication of research & scientific papers in all fields of and engineering related subjects in English and Arabic Language. Articles are refereed before publication.

Contributions those wishing to submit articles for publication should send three copies and a soft copy to Editor or Assistant Editor. Electronic submissions are acceptable via erj@helwan.edu.eg

Contributors should refer to the guide for authors on the inside back cover.

Engineering Research journal was established in 1985 by the Faculty of Engineering –Mataria-Helwan University.

Editor

Prof. Samir El Demerdash

Dean

Faculty of Engineering-Mataria

Helwan University

E-mail samir_aldemerdash@m-eng.helwan.edu.eg

Assistant Editor

Prof. Haniaa Hamdy

Vice Dean,

Faculty of Engineering-Mataria

Helwan University,

E-mail haniahamdy@helwan.edu.eg

EDITORIAL BOARD

Prof. Alaa Mohamed Ahmed El-Butch, Head of Department of Mechanical Design Engineering,

Faculty of Engineering-Mataria

Helwan University,

Prof. Randa Kamel, Head of Department of Architectural Engineering,.

Faculty of Engineering-Mataria

Helwan University,

Prof. M. Fatouh Ahmed, Head of Department of Mechanical Power Engineering,

Faculty of Engineering-Mataria

Helwan University,

Prof. Magdy Bekhit Abdel- Hady, Head of Department of Automotive Engineering,

Faculty of Engineering-Mataria

Helwan University,

Prof. Ahmed Moussa Abdel-Rahman, Head of Department of Civil Engineering,

Faculty of Engineering-Mataria

Helwan University,

Associate Prof. Inas Bakr, Head of Department of Physics and Engineering Mathematics,

Editorial Assistance

Mrs. Nivin lotfi

The Engineering Research Journal is published by the Faculty of Engineering-Mataria-helwan university-Masakin
El Helmia 11 718 Cairo-Egypt Tel/Fax 20226333813-202632398 E-mail: erj@helwan.edu.eg

Detailed Instructions for Authors

The submitted paper should not have been submitted earlier or at the same time to any other journal in Egypt or abroad.

For multi-author papers, the corresponding author must affirm that all of the authors have read and approved the manuscript.

Those wishing to submit articles for publication should send three copies and a soft copy that must be consistent to the Editor or Assistant Editor. Electronic communications are welcomed via erj@helwan.edu.eg

Paper Format

- Page standard size A4 .High-contrast laser printed, typewritten, or photocopied on white paper. Single-sided printing only
- Maximum 12 pages (each extra page up to 25 pages will be charged additional fees).
- Margins: All the margins except the first page are 3.0 cm from the top and bottom and 2.5 cm from the right and left. The first page should have a 5 cm margin from the top.
- Text in Times New Roman 14 pt
- The text should be flushed to the right and left margins

Spacing, and Indentation: Double space throughout the manuscript with no indentation. Single spacing can be used for table titles and headings, figure captions, references, footnotes, and long quotations and for the final manuscript.

Title of paper: Centered Times New Roman 18 pt bold, upper and lower case.

Author's Names: Times New Roman 14 pt bold, upper and lower case. First name, middle initials, followed by last name

Authors' Affiliation: Arial 12 pt italic, upper and lower case

Structure: Article title, Author, Affiliation, Abstract, Keywords, Main Text, Acknowledgments, Appendices, References, Figure Captions, Tables.

Abstract: An abstract, not to exceed 350 words, is required.

Corresponding author: The name, postal address, telephone and fax number and the E mail of the corresponding author should be shown on the first page of the manuscript.

Number tables: consecutively as they appear in the text, using only whole numbers

Appendices: Label each appendix and give it a title

For annual subscription or purchase of single copies please contact the assistant editor of the Journal
The Engineering Research Journal is published by The Faculty of Engineering-Matara - Helwan University -
Masakin El Helmia 11718 Cairo -Egypt Tel /Fax 202 26333813- 202 26332398 e-mail :erj@helwan.edu.eg



CIVIL ENGINEERING

- STRENGTHENED OF RC BEAMS BY FRP STRIPS C1-C15
Mohamed A.A.El Shaer
- ON LINE - REAL TIME WATER QUALITY MONITORING STATIONS ASSESSMENT C17-C30
CASE STUDY: PUMPING STATION AT LAKE NASSER
Hussein A.A. El Gammal
- STUDYING THE EFFECT OF ENHANCING THE EXPANSIVE SOIL PROPERTIES C31-C44
USING WASTE MATERIALS ON RIGID PAVEMENT PERFORMANCE
Abdelzاهر E.A. Mostafa, Mohamed El-Sadek Ouf and M. Ibrahim
- EXAMINING THE BEST PRACTICE TO PREDICT FLEXIBLE ASPHALT PAVEMENT C45-C59
PERFORMANCE AND LIFE CYCLE
Abdelzاهر E.A. Mostafa
- DURABILITY CHARACTERIZATION OF EGYPTIAN LIMESTONE ROCKS FROM C60-C72
EL-FAIYUM AREA
Mohie ElMashad, Ahmed elzoghby, Ashraf El-Ashaal

MECHANICAL ENGINEERING

- TEMPERATURE NEAR FIELD OF A COAXIAL JET ARRANGEMENT M1-M18
Ahmed A. M.Y., Elbaz A. M. and Hussien A. M. M.
- AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE START-UP TRIBOLOGICAL BEHAVIOR OF M19-M28
HYDRAULIC CYLINDER SEALS
Asmaa A, Alaa M. El-Butch , Morcouc I. Ghobrial and Mohamed F. Hussien

Engineering
Library
Index

Index

CIVIL

INDEX

ON LINE - REVISED
CASE STUDY

STUDY
USING
Abdelaziz E.A.

EXAMINING THE
TRENDS

DEVELOPMENT
ELECTRICAL AND
MOTOR

MECHANICAL

INDEX

INDEX
HYDRAULIC
SYSTEMS

ARCHITECTURE ENGINEERING

MERGING THE PROFESSIONAL PRACTICE COURSES IN ARCHITECTURE
EDUCATION IN EGYPT
Nehad Mohamed Eweda

A1-A13

- AA1-AA21 مدخل للتعامل مع مشكلات الفراغات العمرانية بمشروعات المباني الأكاديمية القائمة (دراسة حالة الحرم الجامعي لجامعة حلوان و كلية الهندسة بالمطرية- جامعة حلوان)
محمود طه محمود سليم
- AA22-AA39 الاتجاهات الحديثة في تصميم وإنتاج المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة وتطبيقاتها في حالات الإيواء بعد الكوارث
محمد نبيل غنيم نهاد محمد عويضة
- AA40-AA57 التحكم في الرادون داخل المباني
محمد نبيل غنيم
- AA58 -AA74 تحسين كفاءة النتائج المعماري البيني باستخدام تدوير المخلفات
نرمين مختار محمد
- AA75 -AA87 التعامل مع التجمعات العشوائية باستخدام تقنيات تحليل بنية الفراغ
دراسة حالة حي البغدادية بجدة
حسام الدين محمد بكر خليل
- AA88 -AA100 نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج النموذج الامثل لعماره الصحراء في مدينة جدة
احمد هلال محمد عمار صادق دحلان

CIVIL ENGINEERING

- CA1 -CA19 مصداقية تجربة تحميل العناصر الخرسانية المعرضة لإجهادات الانحناء
محمد أحمد خفاجة محمد سيد سيد

Strengthened of RC Beams By FRP Strips

Mohamed. A.A. El Shaer

Associate Professor, Civil and Construction Engineering Department, higher
Technological Institute, 10th of Ramadan City.
Email: ECG_GROUP@yahoo.com, ECG_GROUP@hotmail.com

ABSTRACT

A non-linear finite element analysis of reinforced concrete beam strengthened with bonded FRP strips is presented. The model is based on the principal of virtual work. The nonlinear implicit governing equations are derived and solved through an iterative linearized procedure. Verification of the nonlinear model is achieved through comparison of load-deflection response with experimental results achieved by other researchers. The results of the proposed analysis include effects such as load-deflection response and ductility versus number of strips. The study reveals that the finite element method can predict the strength and ductility of the concrete beam and can also capture the strains along the beam. It reveals that the failure modes of the beams strengthened by FRP are more ductile than un-strengthened ones. In addition remarkable increase in strength is achieved. The strengthening strategy applied has remarkably increased the ultimate load and ductility of the beams by about 29%, and the beams with two loads recorded higher results than beams with one load.

KEYWORDS: Beams, Concrete, FRP strips, Finite elements.

1. INTRODUCTION

A potential way of increasing strength and ductility of beams or retrofitting existing cracked beams is the use of FRP strips. This strengthening method has many advantages over the traditional techniques, especially because of the high strength and modulus of elasticity, improved durability and low weight of the composite material.

However, application of the method is associated with difficulties mainly to guarantee complete bond between concrete and FRP. Lamanna, Bank and Scott [1] studied the differences between bond attachment and using fasteners to attach FRP strips to the concrete beam.

Along with the experimental investigations, various analytical and numerical approaches were used in recent years for this study. An, Sadatmanesh and Ehsani [2], Triantafyllan and Plevris [3], Picard, Massicotte and Boucher [4], introduced material nonlinearity into their models through the idealized constitutive relations for the various materials namely: concrete, steel and FRP.

Rabinovitch and Frostig [5] applied a nonlinear high-order analysis to study reinforced concrete beams strengthened with FRP strips. They were able to determine the stress concentration at the ends of the FRP strips. Supaviriyakit, Pornpongsaroj, and Pimanmas, [6] introduced a finite element method modeling both concrete and reinforcing bars together as 8-node isoperimetric 2D reinforced concrete element. The FRP plate was modeled as 8-node isoperimetric 2D elastic material. They were able to study crack propagation for beams strengthened with FRP plates. Several strips along the width of the beam is a case of study beyond the mentioned method.

Al-Noury and Chen, [7] are adopted the relationships between unconfined concrete and for steel, were chosen for the present analysis. Full details of the derivation of the problem are given by Zaki and El-Shaer [8].

Shrestha, R., Smith, St., Samali, B.[9] are introduced the reinforced concrete connections, designed prior to the implementation of earthquake design standards. Addition of externally bonded fiber-reinforced polymer (FRP) composites can enhance not just the shear capacity but the deformation and energy absorption capacity of the connection. The majority of research studies to date have opted for complete coverage of the joint region with FRP and have subjected the test specimens to cyclic (push-pull) loading.

Amir Mofidi, and Omar Chaallal, [10], are presents the results of an experimental and analytical investigation of shear strengthening of reinforced concrete (RC) beams with externally bonded (EB) fibre-reinforced polymer (FRP) strips and sheets, with emphasis on the effect of the strip-width to strip-spacing ratio on the contribution of FRP (V_f). In all, 14 tests were performed on 4520 mm long T-beams. RC beams strengthened in shear using carbon FRP (CFRP) strips with different width to spacing ratios were considered, and their performance was investigated.

G. M. Chen, J. G. Teng, J. F. Chen O. A. Rosenboom, [11], are study the RC beams shear strengthened with either fiber-reinforced polymer (FRP) U-jackets/U-strips or side strips commonly fail due to debonding of the bonded FRP shear reinforcement. As such debonding occurs in a brittle manner at relatively small shear crack widths, some of the internal steel stirrups may not have reached

yielding. A computational model for shear interaction between FRP strips and steel stirrups is first presented, in which a general parabolic crack shape function is employed to represent the widening process of a single major shear crack in an RC beam. And appropriate bond-slip relationships are adopted to accurately depict the bond behavior of FRP strips and steel stirrups.

This study investigates the use of several parallel strips along the width of the beam using a reliable finite element method. Ductility, strength and strain distribution along the beam are studied.

2. FORMULATION OF THE PROBLEM

The formulation of the problem starts with the principle of virtual work. The beam is divided into segments and each cross-section is divided into elemental areas. However, terms expressing non-symmetry of the cross-section and bending about the y-axis are omitted. Longitudinal and transversal division of the beam appears in Fig.1. Use of the variation principle of virtual work, stress resultant and independent displacements yields the following equilibrium equation.

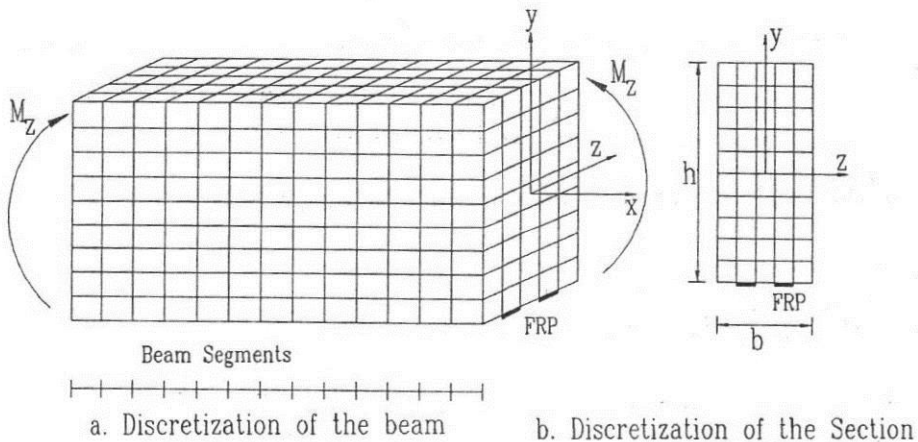


Fig. 1 Loading and Discretization of the Beam

$$\frac{1}{2} \int_v [EA \delta(u_x'^2) + EI_z \delta(u_y''^2)] dx + \int_0^1 \frac{F_x}{2} \delta(u_y'^2 + u_z'^2) dx = \langle \delta u \rangle (\{^2 f\} - \{^1 f\}) \quad (1)$$

The system of equations of equilibrium will be in the from:

$$[k]\{u\}=\{f\} \quad (2)$$

Where, $[k]$ is the stiffness matrix of the beam segment, $\{u\}$ is the nodal displacement vector, and $\{f\}$ is the nodal force vector.

The segment stiffness matrices are assembled through an updated transformation matrix. It is noted that in the case of nonlinear constitutive relations for materials used the modulus of elasticity is not constant but is a function of the strain deduced at every point.

CHARACTERISTICS OF RC. BEAM SECTION

Stress strain relationship for concrete

For concrete, the stress-strain curve for concrete is shown in Fig 2. The concrete section is divided into elements and the elemental concrete modulus of elasticity is given by Al-noury and Chen [7], and the incremental stress-strain relationship is

$$\delta f_c = G_c \delta \varepsilon_c \quad (3)$$

where G_c is the incremental concrete modulus of elasticity and is expressed as:

$$G_c = \frac{k_1 f'_c}{\varepsilon'_c} \gamma_1 + 2 \frac{k_1 f'_c}{\varepsilon'^2_c} (3 - 2\gamma_1) \varepsilon_c + 3 \frac{k_1 f'_c}{\varepsilon'^3_c} (\gamma_1 - 2) \varepsilon_c^2 \quad \text{when } 0 < \varepsilon_c \leq \varepsilon'_c \quad (4)$$

$$G_c = 2 \frac{k_1 f'_c}{\varepsilon'_c (1 - 2\gamma_2 + \gamma_2^2)} - 2 \frac{k_1 f'_c}{\varepsilon'^2_c (1 - 2\gamma_2 + \gamma_2^2)} \varepsilon_c \quad \text{when } \varepsilon'_c < \varepsilon_c \leq \varepsilon'_c \gamma_2 \quad (5)$$

$$G_c = E_c \quad \text{when} \quad -\varepsilon_{ct} < \varepsilon_c \leq 0 \quad (6)$$

$$G_c = -E_c \quad \text{when} \quad -1.5 \varepsilon_{ct} < \varepsilon_c \leq -\varepsilon_{ct} \quad (7)$$

$$G_c = 0 \quad \text{when} \quad \varepsilon_c < -1.5 \varepsilon_{ct} \quad (8)$$

Where γ_1 is the slope of the stress-strain relationship at the origin, γ_2 is the ratio between ε_{cu} and ε_c

Stress strain relationship for steel

For simplicity, the stress-strain relationship for the steel bars is shown in Fig. 3 and the incremental stress-strain relationship is

$$\delta f_s = G_s \delta \epsilon_s \tag{9}$$

Where G_s is the incremental steel modulus of elasticity and is expressed as:

$$G_s = \frac{f_y}{\epsilon_y} = E_s \quad \text{when } -\epsilon_y \leq \epsilon_s \leq \epsilon_y \tag{10}$$

$$G_s = 0 \quad \text{when } \epsilon_s \notin \epsilon_y, \text{ or } \epsilon_s \geq \pi - \epsilon_y \tag{11}$$

Stress strain relationship for FRP

The stress-strain relationship for FRP is considered linear in tension as shown in Fig.4.

The incremental stress-strain relationship is given by

$$\delta f_{FRP} = G_{FRP} \delta \epsilon_{FRP} \tag{12}$$

where G_{FRP} is the elemental FRP modulus of elasticity and is expressed as:

$$G_{FRP} = E_{FRP} \quad \text{when } -\epsilon_{us} \leq \epsilon_{FRP} \leq \epsilon_{us} \tag{13}$$

$$G_{FRP} = -\frac{\Pi}{2} \quad \text{when } \epsilon_{us} \leq \epsilon_{FRP} \leq -\epsilon_{us} \tag{14}$$

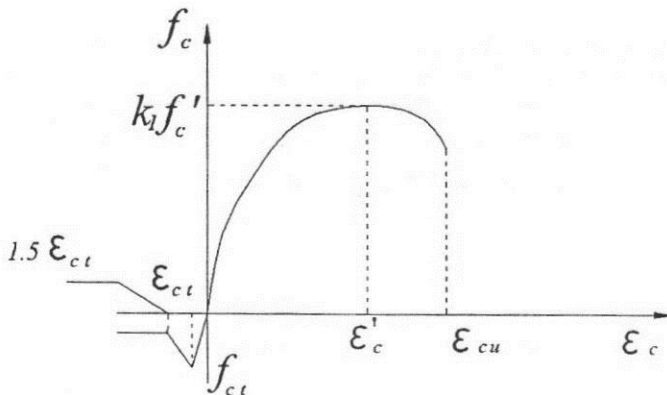


Fig. 2 Stress-strain curve for concrete

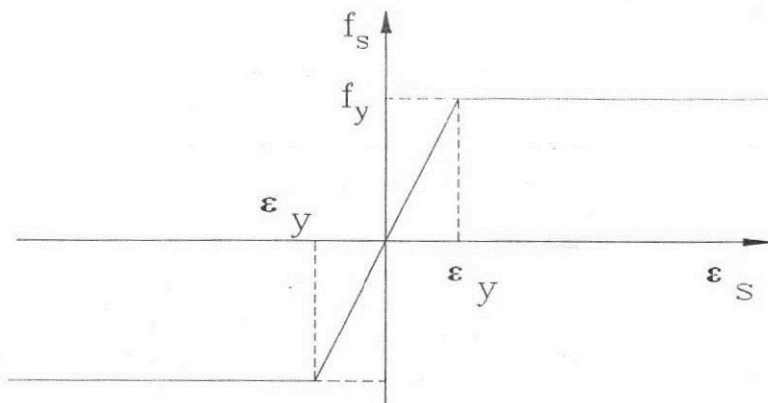


Fig. 3 Stress-strain curve for steel

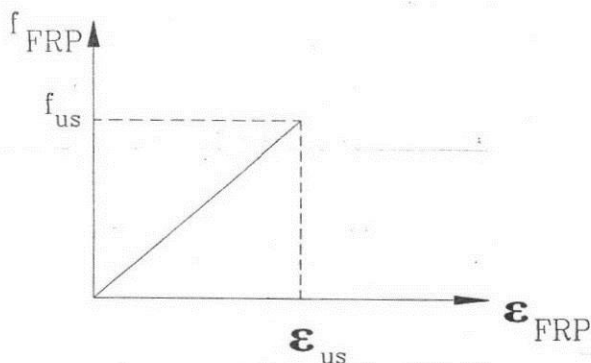


Fig. 4 Stress-strain curve for FRP strips

Discretization of the composite beam

The phenomenon of nonlinear stress-strain relationships is introduced through equivalent elemental elastic moduli for concrete, steel and FRP that are derived from differentiating the constitutive relations of the mentioned materials.

The general relationship of differentiation is

$$\delta f = G \delta \epsilon \tag{15}$$

where for any element, δf and $\delta \epsilon$ are the variations in stress and strain respectively.

Thus, the properties of the cross-section forming the linear stiffness matrix are given below.

where p_k is the ratio of an elemental steel area to an elemental concrete area and p_{st} is the ratio of an elemental fiber strip to an elemental concrete area. n_{ch} , n_{cb} are the number of rows and columns of elemental concrete areas respectively, n_b is the number of steel bars and n_{st} is the number of elements. G_c , G_s and G_{st} are obtained from Eqns. (4-8), Eqns. (9-10) and Eqns. (11-12) respectively. y_i is the distance from the center of the concrete element to the z axes and y_k is the distance from the center of the steel element to the z axes respectively and y_t is the distance from the center of the strip element to the z axes. Those symbols are shown in Fig.5.

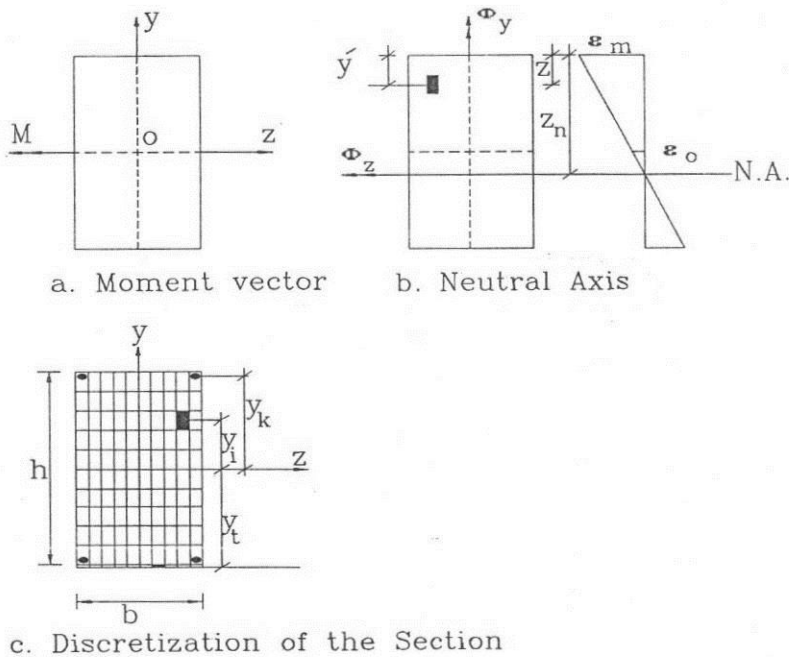


Fig. 5 Cross-section of beam under study

The procedure of solution consists of the following stages:

1. The applied forces geometry and properties of the column are read by the program. The discretization of the cross-section is formed.
2. For the first iteration of the analysis assume that there are no cracks in the cross-section.
3. From the given applied load, form the global force vector $\{f\}$.

4. Start the incremental load procedure using the mixed procedure. This procedure is detailed by Zaki and El-Shaer [8].
5. For each segment in the column form the stiffness matrix. Update the matrix to its new position after displacements. Assemble to form the global stiffness matrix $[K_i]$.
6. Solve the equation $[K_i]\{u\}=\{f\}$ to get the incremental displacements $\{u\}$. Add $\{u\}$ to the previously obtained displacements to get the total displacements.
7. For each segment get the internal forces corresponding obtained in the previous step.
8. From the incremental displacements, compute the incremental strains and add it to the previously computed strains.
9. For the different cross-sections of the beam. Compute the elemental modulus of elasticity then determine the properties of each section.
10. Start a new iteration of the mixed procedure and repeat steps (4 to 9) until convergence is achieved.
11. For each section of the beam check for the ultimate concrete strain, $(1.5\epsilon_{co})$.
12. If the ultimate strain is reached, terminate the program. If the ultimate strain is not reached, start a new increment and repeat steps (4 to 12).

3. VERIFICATION

The three beams used by Supaviriyakit and Pornpongsaroj [6] are adopted herein for verification. B1 is the control reinforced concrete beam, B2 and B3 are the beams with carbon FRP smeared to its bottom side. The first two beams are loaded by one point load in its mid-span. The third beam is loaded using two point loads. Fig. 6 shows the dimensions and loading of the three models. Concrete strength is 450 kg/cm^2 , ϵ_{co} is the concrete strain corresponding to concrete strength and is of value 0.002 while the ultimate concrete strain in compression is $1.5 \epsilon_{co}$, ϵ_{ct} is the concrete strain in tension corresponding to the maximum concrete tension stress f_{ct} . It is noted that the effect of concrete tension stiffening is taken into account. Steel yield is 5330 kg/cm^2 and carbon fiber ultimate strength is 22000 kg/cm^2 with modulus of elasticity of $1.5 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$.

The comparison between the present analysis and the previously mentioned work is given in Figs. 7-9. The Figures are plots of the applied load versus mid-span deflection. A deviation of nearly 14% in mid-span deflection at maximum load is observed in the control beam B1 at failure. However, close results are achieved for beams strengthened with carbon polymers.

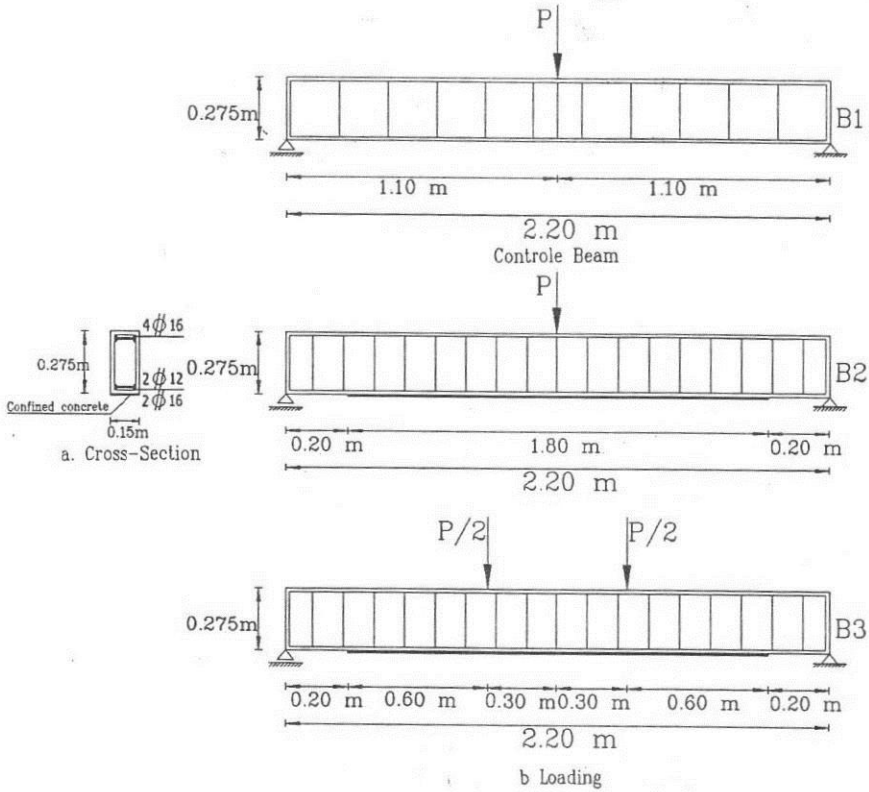


Fig. 6 Beam used for verification

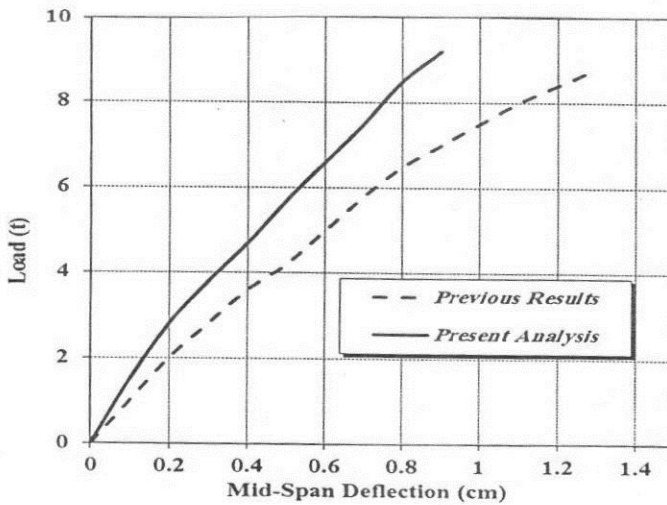


Fig. 7 Load versus mid-span deflection for B1

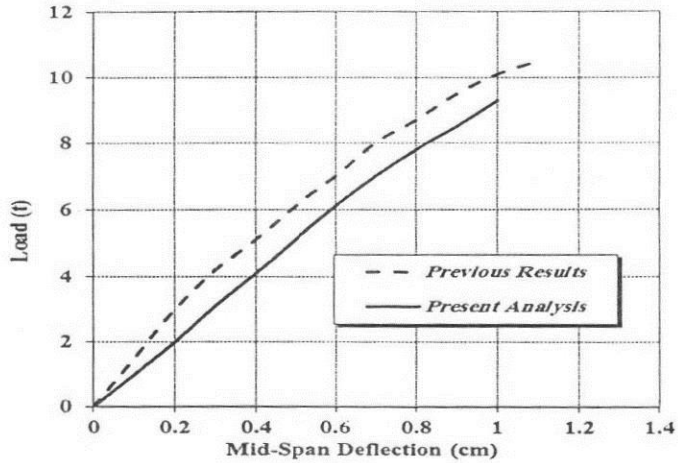


Fig. 8 Load versus mid-span deflection for B2

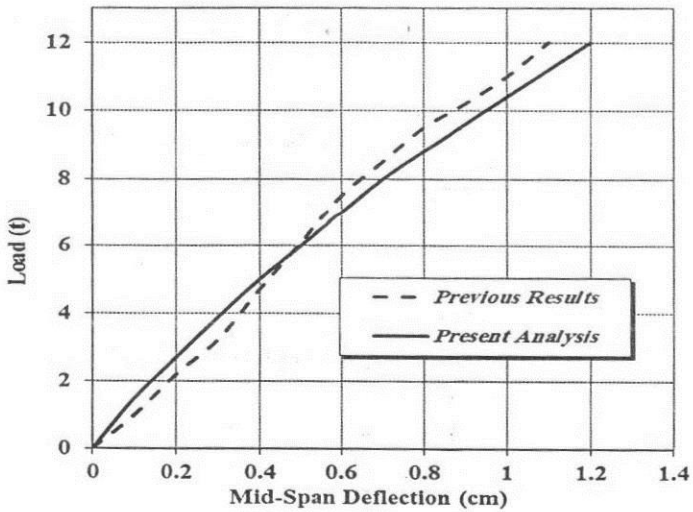


Fig. 9 Load versus mid-span deflection for B3

4. NUMERICAL EXAMPLES

The studied cases are given in Fig. 10. Dimensions and details of reinforcement are shown in the figure. A 10 mm thickness and 70 mm width strip was used for external reinforcement at the tension side of the beam. Materials used;

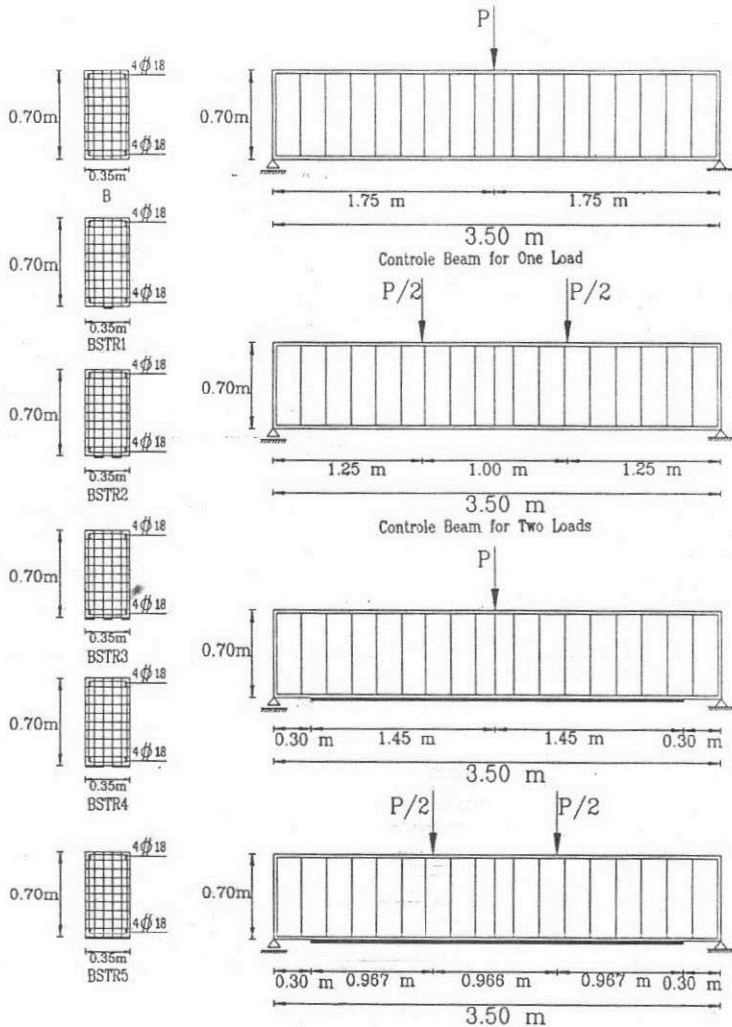


Fig. 10 Loading and stripping of beam

Concrete, steel and FRP strips are of the same properties as those used in verification.

Each beam is identified with an acronym, where the first symbol B stands for beam; the symbols STR denote that the beam is stripped. The number following (1 or 2 or 3 or 4 or 5) denotes number of strips used where 5 strips cover the whole width of the beam. The third symbol L stands for loading where P1 and P2 indicate whether the beam is loaded by one or two concentrated loads respectively.

Considering B-STR2-P2 as an example of beam notation means that the beam is reinforced using two strips and loaded by two concentrated loads.

Figure 11 shows the load versus mid-span deflection for the case of one concentrated loads and different numbers of strips; the beams studied are B-P1, B-STR1-P1, B-STR2-P1, B-STR3-P1, B-STR4-P1 and B-STR5-P1. The figure shows that one strip gives negligible increase in load, but increasing number of strips give an increase in load to 26% (5 strips).

Figure12 show the load versus mid-span deflection for the case of two concentrated loads respectively and different numbers of strips; the beams studied are B-P2, B-STR1-P2, B-STR2-P2, B-STR3-P2, B-STR4-P2 and B-STR5-P2. The figure shows that one strip gives negligible increase in load while two and five strips give an increase in load of 9% and 28% respectively.

Figure 13 study the behavior of the beams under different loadings. The control beam is B-P1 and the beams studied are B-STR5-P1 and B-STR5-P2.

It can be seen that for FRP stripped beams, significant increase in load capacity and ductility is achieved by using two loads rather than one load. This can be predicted as using two loads result in less moment and so less deformation compared to that developed by using one load.

The increase is more remarkable in load capacity than in ductility.

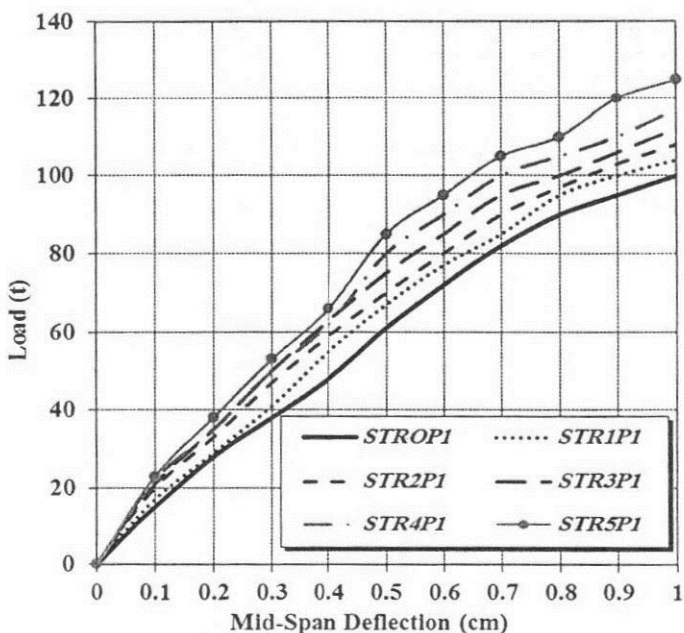


Fig. 11 Load versus mid-span deflection for beams with one load

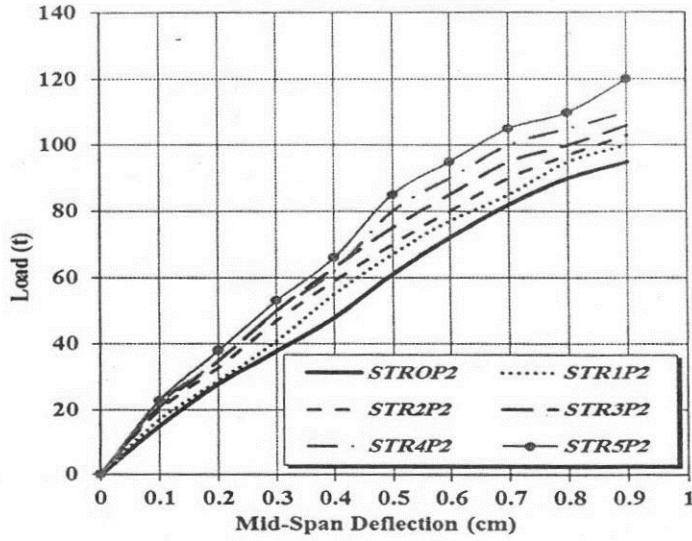


Fig. 12 Load versus mid-span deflection for beams with two loads

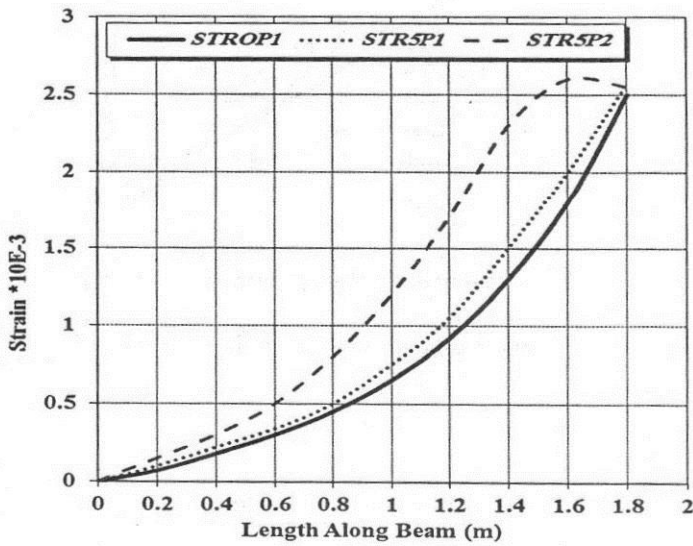


Fig. 13 Strains along the beam for different loadings of the beam

5. CONCLUSION

A finite element approach for the nonlinear analysis of beams with tension side strengthened with externally bonded FRP strips has been presented. The strengthening strategy applied has remarkably increased the ultimate load and ductility of the beams by about 29%. Beams with two loads recorded higher results than beams with one load.

REFERENCES

1. Lamanna, J.A., Bank C.L. and Scott, W.D., "Flexural strengthening of reinforced concrete beams using fasteners and fiber reinforced polymer strips", *Structural journal, ACI*, Vol. 98, No. 3, pp 368-376, 2001.
2. An, W., Saadatmanesh, H., and Ehsani, M. R., "RC beams strengthened with FRP plates. II : Analysis and parametric study" *J. Struc. Engrg., ASCE*, 117 (11), pp 3434- 3455,1991.
3. Triantafyllan, T. C., and Plevris, N., "Strengthening of RC beams with epoxy-bonded fiber-composite materials." *Mat. and Struct., Paris*, Vol. 25, No. 149, pp. 201- 211, 1992.
4. Picard, A., Massicotte, B., and Boucher, E., "Strengthening of reinforced concrete beams with composite materials: Theoretical study" *Compos, Struct., Oxford, U.K.*, Vol. 32, No. 2, pp. 63-75, 1995.
5. Rabinovitch, O. and Frostig, Y., "Nonlinear high-order Analysis of RC beams." *Structural Engineering ASCE*, Vol. 127, No. 4, pp. 381-389, 2001.
6. Supaviriyakit, T., Pornpongsaroj, P., and Pimanmas, A., "Finite element Analysis of FRP-strengthened RC". *Songklanakarini J. Sci: technol.*, Vol. 26, No. 4, pp. 497-507, 2004.
7. Al-Noury, Soliman and Chen, W.5, "Behavior and Design of Reinforced and Composite Concrete Sections", *Journal of the Structural Division, ASCE*, Vol. 108, No. ST6, Proc. Paper 17169, pp. 1266-1284, June 1982.
8. Zaki, M.K., and El-Shaer, M. A., "Finite Element Analysis of FRP Encased Beam-Columns" *Scientific Bulletin, Architectural and Civil Engineering Faculty of Eng., Ain Shams University*, Vol. 42, No. 4, 31 Dec., 2007.
- 9- Shrestha, R., Smith, St., Samali, B., "Strengthening RC beam-column connections with FRP strips", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Structures and Buildings*, v. 162 n. 5, p. 323-334, 2009.
- 10- Amir Mofidi, and Omar Chaallal, "Shear Strengthening of RC Beams with

Externally Bonded FRP Composites: Effect of Strip-Width to Strip-Spacing

Ratio” Journal of Composites for Construction
doi:10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000219,, 2010.

- 11- G. M. Chen, J. G. Teng, J. F. Chen O. A. Rosenboom “Interaction between Steel Stirrups and Shear-Strengthening FRP Strips in RC Beams” Journal of Composites for Construction, Vol. 14, No. 5, September/October 2010, pp. 498-509, (doi 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000120)

On Line - Real Time Water Quality Monitoring Stations Assessment

Case Study: Pumping Station at Lake Nasser

Hussein A.A. El Gammal

Researcher, Ministry Of Water Resources and Irrigation, Egypt

h_elgammal101@hotmail.com

Abstract

Water is precious for life not only for human being and live stock but also for the biota. Water scarcity in addition to water quality concerns are the main hot issue which creates challenges to the decision makers. Water quality monitoring is necessary not only for surveillance and operational but also for investigative in case of accidental pollution. Lake Nasser surveillance water quality monitoring is carried out two times a year inside Egypt territory while it is carried out one time a year inside the Sudanese territory. On line real – time water quality monitoring in remote areas like Lake Nasser is desirable where grab samples are time consuming and unaffordable.

The on line water quality monitoring system is applied at the pump station of Toshka project in Lake Nasser. Assessment of the system for the logged data, in the years 2009 and 2010 by time series analysis using moving average approach, is done for water quality parameters TDS, DO, and pH.

The measured data indicates that the water qualities of the lake is good and even bellow the standard of the local guidelines of law 48 except very slight variation of pH due to high carbonate and bicarbonate content of water. The MSE values of the 2 – hour moving average for TDS, DO, and pH has the smallest value. The paper concluded that data can be logged each two hours instead of one hour in the on-line real time water quality monitoring system. Also, the system can be used for alarming and early warning of accidental pollution.

Key words: On line, Real time, Water Quality Assessment, Time series, Lake Nasser.

Introduction

Egypt has limited water resources as it is one of the arid and semi-arid regions, the rainfall is very small and River Nile is predominant source of fresh water for all the users. It's flow rate relies on the available water stored in Lake Nasser to meet needs within Egypt's annual share of water which is fixed at 55.5 bcm annually by the agreement signed with Sudan in 1959.

The rapid increase in population has urged Egypt to meet the food and fiber requirements through the expansion of its agricultural land base. Toshka project is the largest mega project in the country for expanding the agricultural area not only for local food production but also for exports and national income increase. The project will draw 4 bcm of water from Lake Nasser at pumping station and another 4 bcm from deep groundwater aquifers (MWRI, 2003). Water quality of Lake Nasser is very crucial to the country not only for Toshka project but also for the sustainability of the whole country development projects.

Egypt started a comprehensive national program to monitor the water quality of Lake Nasser in 1993 by the Nile Research Institute, National Water Research Center, Ministry of Water Resources and Irrigation (EL Moattasem et al., 1993). The National Water Quality Monitoring Program is carried regularly twice a year for Lake Nasser, River Nile and its branches, and the canals in Middle and Upper Egypt. The water quality monitoring is carried for canals and drains in the Nile Delta once per month by the Drainage Research Institute.

Water quality parameters like dissolved oxygen (DO), hydrogen ion concentration (pH), total dissolved salts (TDS), and temperature (T) are measured in the field with portable water quality meter. The other water quality parameters like biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), total nitrogen (TN), total phosphate (TP), ammonium nitrogen ($\text{NH}_4\text{-N}$), nitrate nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$) and heavy metals (HM) are measured in the laboratory. All the water quality measurements are based on grab samples. Advances in technology encourage the use of on line - real time water quality monitoring stations especially in remote locations like Lake Nasser. The on line system is simple for on-site installation, easy for repair, automatic cleaning, electrical separation between input and output signals without interference, supporting GSM and GPRS alarms, easy to operate, user friendly and very robust, quick response time, very reliable and low running cost and maintenance. The system is very effective for water quality monitoring (Karmouz .M. et al, 2009). The research aims to assess the on line - real time water quality monitoring stations at Lake Nasser using time series analysis.

Materials and Methods

Pumping Station at Lake Nasser

The lake is a vast reservoir in southern Egypt and northern Sudan and considered as one of the largest man-made lakes in the world. It was created as a result of the construction of the Aswan High Dam across the waters of the Nile between 1958 and 1970. It covers a total surface area of 6,000 km² and has a storage capacity of some 162 km³ of water (MWRI, 2007). In 1997, the Egyptian government approved the Toshka project to entail building a series of canals and pumping station to carry water from Lake Nasser to irrigate portions of the Western Desert of Egypt. At the center of the project there is a pump station which is able to pump 1.2 million cubic meters of water per hour. The station has pumped over 14 million m³/day of water out of Lake Nasser, enabling over 500,000 acres of land to be irrigated

On Line – Real Time Water Quality Monitoring System

Current means of monitoring water quality parameters, such as periodic grab sampling may be of limited scope and usefulness. Therefore, the on line water quality sensors are responsive to many contaminants in the water system. Utilizing online water quality monitoring as an indicator of water contamination should be an integral part of the water system architecture. Online monitoring should enable water utilities to detect potential contamination quickly and launch an appropriate response. (EPA, 2005). The on line measurement in wastewater of dissolved sulfide, pH, EC and DO is approved as a significant work to improve early sampling techniques. It has significantly rewritten the protocol of real time sulfide sampling as an industry best practice. The water quality monitoring program is carried out for nine cross sections in the Egyptian side of the lake from km 41 up to km 347 from High Dam and measured twice a year, once in winter and another in summer. A yearly water quality monitoring program for 13 cross sections is carried in the Sudanese territories.

The on line water quality monitoring system for surface water is quiet new in Egypt. It was first introduced by the Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) in 2008 to

monitor the water quality of fresh water in the River Nile especially in remote areas where grab samples are time consuming and costly unaffordable. At the beginning, two water quality monitoring stations are installed as an experiment, one upstream Aswan reservoir while the second one on the River Nile at Menya city. The main objective of the experiment is to explain the system operation, maintenance and durability. In 2009, extra 15 online water quality monitoring stations were installed on the River Nile & its branches (Fig.1) and three stations on the main canals in the Nile Delta.

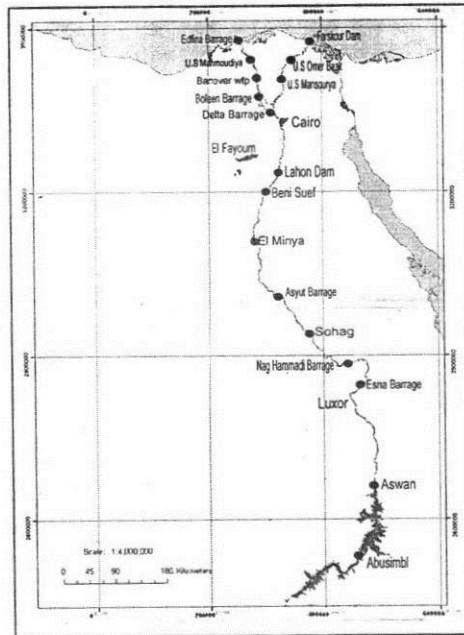


Fig 1: On Line – Real Time Water Quality Monitoring Stations in River Nile and its Branches

The system has an enough storage capacity to handle the measured water quality parameters continuously along the time and has the capability to send a message to the mobiles of the

managers and decision makers in case of violation of water quality standards. Moreover, the system has the advantage to attach water level sensors and other devices like cameras. The data retrieval from the remote water quality monitoring stations is done through the mobile system.

The online water quality monitoring system consists of controller, probe module unit, sensors, and modem (Fig.2). The controller is the basic component; it controls and monitors all sensors, diagnoses the system continuously and records the data in fixed intervals. Probe module is the operation and connection unit for the sensors.

The Global Systems for Mobile Communications (GSM) modem is used to transfer the data between the station and the PC. The GSM system provides solutions to a subscriber authentication and confidentiality of voice and data over the radio path (Chengyuan.P, 2000). GPRS is an upgrade over the basic features of GSM; it allows mobile handsets to obtain much higher data speeds than what standard GSM can offer. It allows subscribers to send videos, pictures, or sound clips just like text messages. GPRS also gave mobile phones the ability to surf the internet at dial-up speeds through WAP enabled sites.

The sensors are the main tool for water quality monitoring which open up a whole new realm of technology. A reliable and continuous measurement of dissolved oxygen (DO) in surface water provides an indication of the organic load in water, as well as the potential eutrophication. The optical DO sensor combines state of the art technology with application. The interaction of these technologies makes the DO as a non-calibration sensor. The hydrogen ion concentration (pH) is one of the most important parameters measured throughout the water. The calibration of the digital pH sensor is done in the field or from the office with the support of technicians in the field. The sensor is connected to temperature sensor to measure water temperature. The total dissolved solids (TDS) are very important not only for the different uses but also for its impact on the soil. The digital conductivity sensor is connected with integrated temperature sensor for temperature compensation.

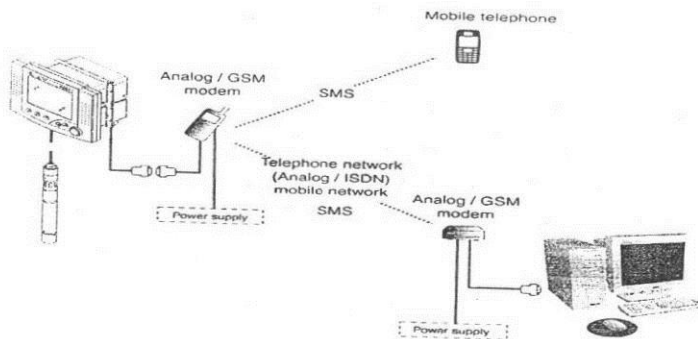


Fig 2: On Line Water Quality Monitoring Stations

Methodology

The on line monitoring provides a very useful option through data processing that could not otherwise be implemented by conventional monitoring programs of any frequency (Mariolakos.I, et al, 2007).

The spontaneous measurements of water quality parameters can be read and downloaded in the site or in the office by the GSM or GPRS. The data logger stores the measured data in fixed intervals ranges from 15 minutes to many hours and after a few days, the storage capacity of the system is exceeded with over flow of data and the system is automatically override the old data with the new ones. The download of the data takes time especially with many on line water quality monitoring stations and weak strength of GSM/GPRS signals. Difficulty in data access and logging is crucial so, increasing the logging interval for the stations will save the storage capacity and also eliminate the loss of data. Time series analysis is a useful tool for extracting interesting pattern from ordered sequence of observations (Yee Lee, J.et al, 2009). By using the time series analysis with the moving average approach, an answer for data logging interval can be found.

A Moving Average (MA) is a mathematical sum carried out over the time series. In general the MA is a weighted MA in the sense that each term of the sum bears a weight that is used in the sum itself. Thus it becomes a weighted sum. The MA can be expressed by:

$$Z_t \equiv \sum y_{t-s} w_s$$

Where:

Z_t : The moving average value

Y_{t-s} : Time series values

W_s : Weighting coefficient for lag s

The sum must be taken from $S = 0$ to $m-1$ where m is the total MA period

This is the most general equation for MA whichever the subtype is. It is thus valid for Exponential Moving Averages, Triangular MA, Parabolic MA, etc... The only thing that varies is how the weights are calculated. If the weighting coefficients are uniform that is:

$$W_s = 1/m \quad \text{for every } 0 \leq s < m$$

The classical and overused Simple Moving Average.

The two – hour, three – hour, and four – hour moving average forecasts values are generated using the spreadsheet.

The measure of accuracy of fitted time series values is calculated using the mean square error (MSE). The MSE value describes the overall fit of the forecasting technique to the historical data (Cliff T. R., 2008). By comparing the MSE values for the relative accuracy of the moving averages forecasting functions, the right time interval would be concluded for data logging of water quality parameters. The less MSE values the more accurate forecasting values for data logging for future.

The MSE value is calculated as follows:

$$MSE = \text{SUMXMY2}(Y_i; \hat{Y}_i) / \text{Count}(Y_i)$$

Where

SUMXMY2 (): function calculates the sum of squared differences between corresponding values in two different ranges.

Count (): function returns the number of values in a range.

Results and Discussions

The results of the important parameters such as TDS, DO and pH will be discussed as follows.

Total Dissolved Salts (TDS)

The measured TDS values show a wide variation along the measured period from November 2008 till December 2010. The values range from 120 to 173mg/l with an average value of 155 mg/l with standard deviation of 10 mg/l (Table 1). The values did not violate the local standard of law 48 of 500 mg/l which proves the suitability of water for the different uses (Zaghloul.S. S, et al, 2009)

Table 1: Water Quality Parameters Analysis

Parameter	Minimum	Average	Maximum	Standard Deviation	MSE
TDS (mg/l)	120	155	173	10	4.8
DO (mg/l)	4.1	7.6	10.9	1.0	0.05
pH (Unit)	7.7	8.8	9.8	0.3	0.02

The MSE is calculated for 2, 3, 4, 5, and 6 - hour moving averages. The values range from 4.8 to 8.2. The minimum value was that for 2-hour moving average. Figure 3 Shows that the measured TDS values and 2 - hour moving average versus the time. The two values were very close so that we can depend on the 2-houe moving average for future measurements of TDS values in remote areas with on-line real time monitoring.

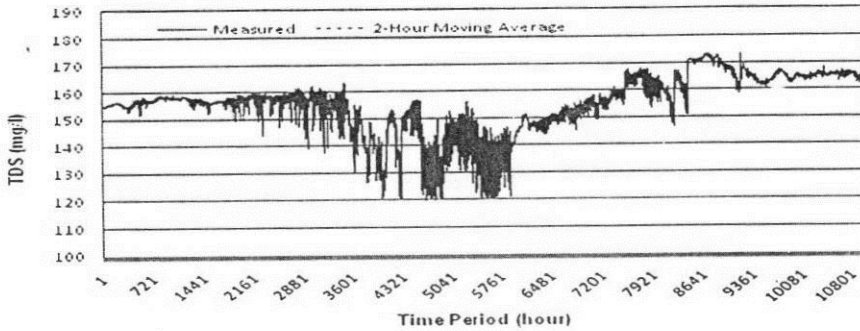


Fig3: Total Dissolved Solids of On-line real Time Water Quality Monitoring Station (All Time Period)

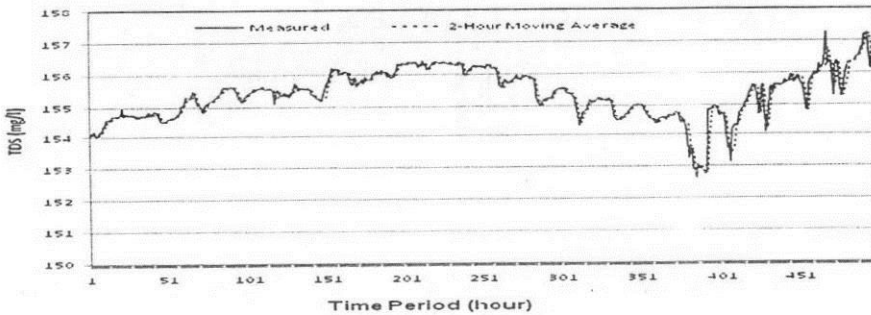
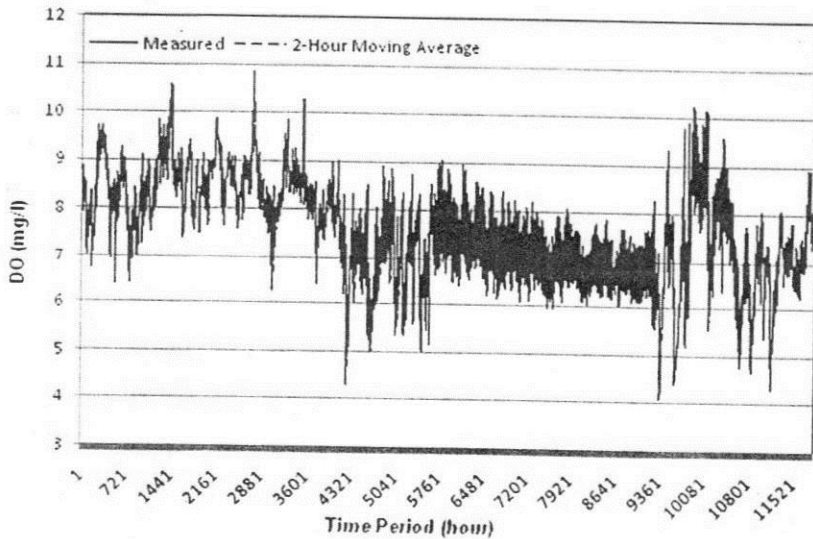


Fig 4: Total Dissolved Solids of On-line real Time Water Quality Monitoring Station (Small Time Period)

Dissolved Oxygen (DO)

The DO values range from 4.1 mg/l to 10.9 mg/l with an average of 7.6 mg/l and standard deviation 1.0 mg/l. The variation of DO occurs seasonally, or even over 24 hour periods in relation to temperature and biological activity (Fig 5). The DO concentration varies with temperature, the photosynthetic activities of algae, plants and atmospheric pressure.

The MSE was calculated for 2, 3, 4, 5, and 6 - hour moving averages. The values ranged from 0.05 to 0.1 with minimum value for the 2-hour moving average. Figure 5 Showed that the measured TDS values and 2 -hour moving average versus the time along the whole reordered period while figure 6 was only for a small time period at the beginning. The two values were very close so that we can depend on the 2-houe moving average for future measurements of DO values in remote areas with on-line real time monitoring.



**Fig 5: Dissolved Oxygen of On-line real Time Water Quality Monitoring Station
(All Time Period)**

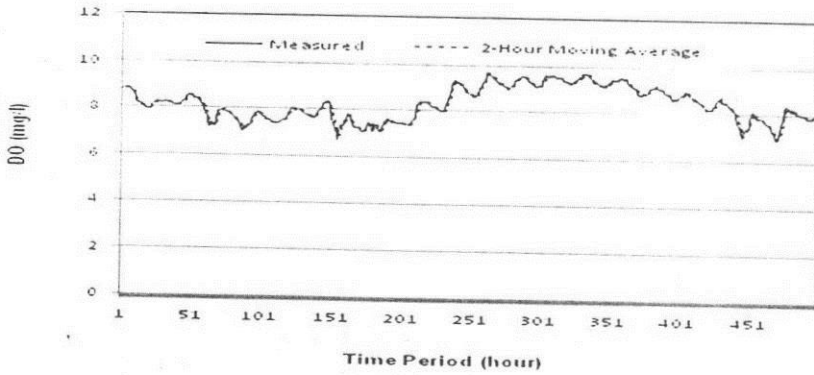


Fig 6: Dissolved Oxygen of On-line real Time Water Quality Monitoring Station (Small Time Period)

Hydrogen Ion concentration (pH)

The pH values ranged from 7.7 to 9.6 with an average of 8.8 and standard deviation of 0.3 units (Fig.7). At a given temperature the pH values indicated that the intensity characteristics of the water and are controlled by the dissolved chemical compounds and biochemical processes in it. The reordered high values of pH may be attributed to the occurrence of carbonate and bicarbonate in addition to existing of photosynthesis (Zaghloul.S.S .et al, 2009)

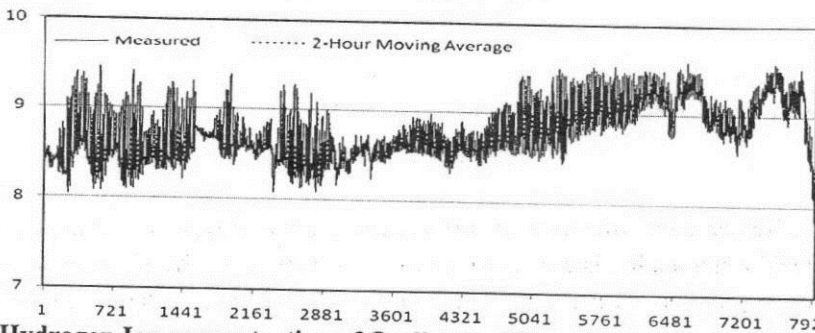


Fig 7: Hydrogen Ion concentration of On-line real Time Water Quality Monitoring Station (All Time Period)

The values of MSE varied between 0.02 and 0.03 for 2, 3, 4, 5, and 6 - hour moving averages. Figure 8 shows the 2-hour moving average and the measured value at the beginning period versus time. The two lines in that figure were very close and the MSE of the 2-hour moving average is 0.02. The results imply that the future recording of pH values in on-line real time water quality monitoring station can be done each 2 hours moving average.

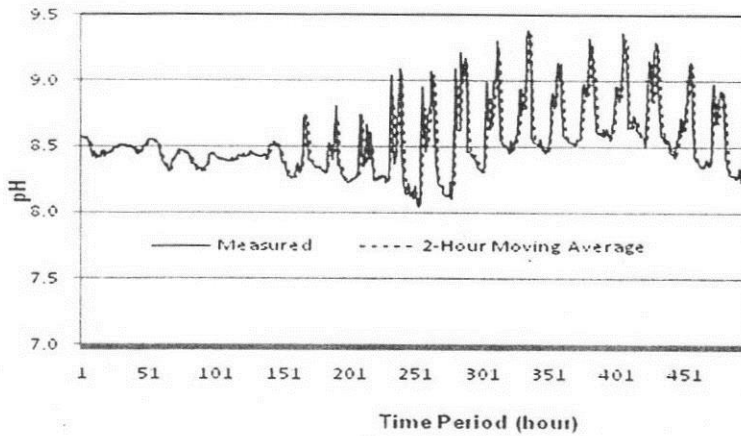


Fig 8: Hydrogen Ion concentration of On-line real Time Water Quality Monitoring Station (Small Time Period)

Conclusions and Recommendations

Lake Nasser is the life blood and the strategic bank of Egypt so assuring good and acceptable water quality is crucial for all users. A comprehensive national water quality monitoring program is carried regularly twice a year for Lake Nasser, River Nile and its

branches, and the canals in Middle and Upper Egypt. The water quality monitoring is carried out for canals and drains in the Nile Delta once monthly. Advances in technology encourage the use of on line - real time water quality monitoring stations especially in remote locations like Lake Nasser where grab samples are time consuming and unaffordable. The on line - real time system was first introduced by MWRI in 2008 to monitor the water quality of fresh water in the River Nile especially in remote areas. The system supports the use of GSM and GPRS for data logging and transfer. Assessment of on line – real time water quality monitoring stations in of Lake Nasser is carried out for the years 2009 and 2010. The evaluation is carried out for the logged TDS, DO, and pH. By using the time series analysis with the moving average approach, an answer for data logging interval is found.

The values of TDS range from 120 to 173 mg/l with an average value of 155 mg/l while these values vary from 4.1 to 10.9 mg/l for DO. The pH values vary from 7.7 to 9.8 with an average value of 8.8. The measured data indicate the water quality of the lake is good and bellow the standard of the local guidelines of law 48 except very slight variation of pH due to high content of carbonate and bicarbonate of incoming water. The MSE values of the moving average vary from 4.8 to 8.2, 0.05 to 0.1, and 0.02 to 0.03 for TDS, DO, and pH respectively with minimum value for the 2-hour moving average.

Extending the assessment of the on line - real time water quality monitoring stations along the river Nile and canals is strongly recommended in order to have a complete picture of the system not only for water quality monitoring but also for alarming and early warning of accidental pollution. Assessment of the system at the wastewater effluent is also strongly recommended for compliance. The on line real – time should be tested with the other parameters of the water quality such as NH_4 , NO_3 , PO_4 , COD and heavy metals.

References

- Chengyuan,P.,2000. GSM and GPRS Security Telecommunications Software and Multimedia Laboratory Helsinki University of Technology.
- Cliff T. R., 2008. Spreadsheet Modeling and Decision analysis. 5th Edition. South-Western College Publishing, division of Thomson Learning.

EPA, 2005. Water Sentinel Online Water Quality Monitoring as an Indicator of Drinking Water Contamination, United States Environmental Protection Agency, Draft, Version 1.0.

Johnson, I., Kelly O'Halloran, Shaun Corrie, Alan Neethling, 2009. Overcoming Difficulties In Proving Accurate Continuous On line Dissolved Sulfide Monitoring at Gold Coast, 34th Annual Qld Water Industry Operations Workshop Indoor Sports Stadium, Caloundra, Sydney, Australia 16 to 18 June, 2009.

Karamouz, M., A. Khajehzadeh, R. Kerachian and C. Maksimovic, 2009. Design of On – Line River Water Quality Monitoring Systems using the entropy theory: A case study. *Environ Monit Assess* 155: 63-81. DOI 10.1007/s 10661-008-0418-7.

Mariolakos, I., I. Fountoulis, E. Andreadakis, E. Kapourani, 2007. Real-time monitoring on Evrotas River (Laconia, Greece): Dissolved oxygen as a critical parameter for environmental status classification and warning, *Desalination* 213 (2007) 72–80.

El Moatsem, M. Rafik, A. Makary, M. Hikal, and A. Ramadan, 1993, "Review of Aswan High Dam Lake Water Quality", The High Aswan Dam – A Vital Achievement: Fully Controlled Symposium, ICOLD, 61st Executive Meeting, Cairo-Egypt, 182-203.

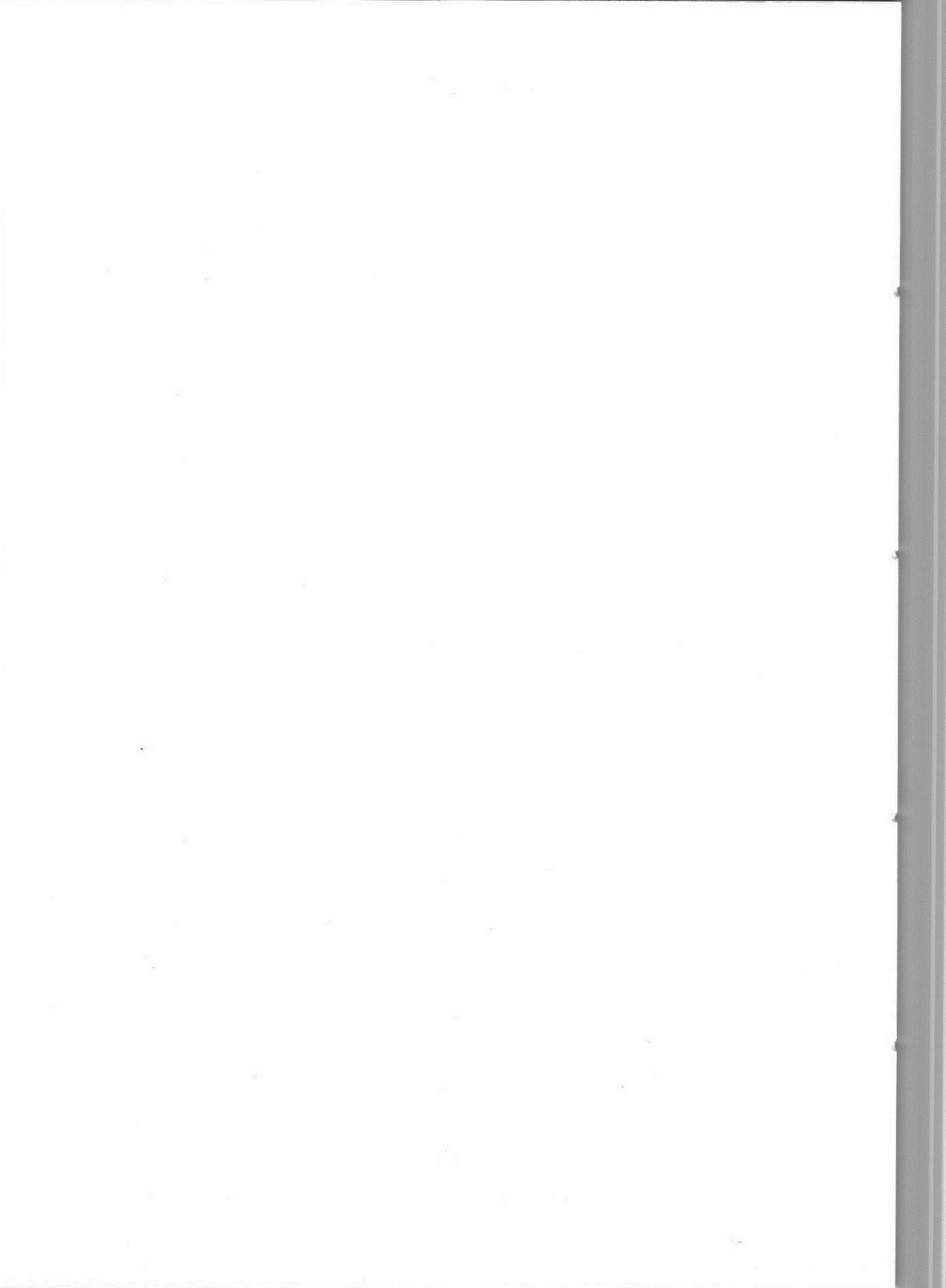
MWRI, 2003. Nile River Water Quality Management Study. Ministry of Water Resources and Irrigation, US Agency for International Development, Agricultural Policy Reform Program, Water IQC- Bridging Activity.

MWRI, 2007. Water Quality and Silting Study in High Dam Lake inside Sudanese territory, Part 1. Nile Research Institute (NRI) and High Dam Authority (HAD)

Yee Lee. J and T. WU., 2009. Discovery of Temporal Variation of Arsenic in a Historical Blackfoot Disease Territory by Time Series Analysis. *Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. FSKD '09. Sixth International Conference*, Dept. of Environ. Eng., Kun Shan Univ., Tainan, Taiwan.

Zaghloul. S.S and El-Beshery, Z, Manar, 2009. An Assessment of the Water Quality Status of Lake Nasser in Summer. 3rd International Conference on Geo-Resources in the Middle East and North Africa, Cairo, Egypt.





Studying the Effect of Enhancing the Expansive Soil Properties Using Waste Materials on Rigid Pavement Performance

Abdelzaher E.A. Mostafa¹, Mohamed El-Sadek Ouf¹, and M. Ibrahim²

1 Assistant Professor, Civil Engineering, Helwan University, Egypt.

2 Master Student, Civil Engineering, Helwan University, Egypt.

ABSTRACT

Rigid pavement rested on clayey soil may be adversely affected by the behaviour of sub-grade soil. The clayey soil may swell or shrink which causes unexpected cracks in pavement and therefore require greater thickness to sustain the expected stresses. The objective of this study is to achieve the optimum design of rigid pavement on different types of treated base layer. Specimens of reinforced concrete slabs were tested on a bed of Egyptian soil and were loaded until failure.

A reinforced concrete slab especially designed to sustain the expected airport loads, supported on the natural clayey soil was tested as a control specimen in the first phase. In the second phase, the natural soil was stabilized using two mixes, cement dust and lime by ratio (3:1), while the second mix was ground granulated blast furnace slag (GGBS) and lime by ratio (3:1). In the third phase, a control specimen was tested on soil replacement by sand layer.

The results of this study proved that the best alternative to obtain the best stress / strain ratio was using GGBS and lime (3:1 ratio) to stabilize the natural soil and the percentage of total binder was 6% by dry weight of soil.

Keywords: stabilization, cement dust, Lime, and ground granulated blast furnace slag

1. INTRODUCTION AND BACKGROUND

Economic development of any country is controlled to a great extent by the highway and airport networks. This is becoming particularly apparent in the developing countries, where tremendous lengths of roads and airports need to be constructed in order to facilitate the development of import, export, commerce and industry. The cost of any project includes initial costs and subsequent maintenance costs. The initial costs include many items such as land, bridges and subways, drainage, pavement construction etc. Therefore, the development and use of methods to decrease the cost of pavement construction is very beneficial. It is essential to consider the conditions of the subgrade soil before designing the type and the thickness of the pavement (Ouf 2001).

Airfields rigid pavement rested on clay soil may be negatively affected by the behaviour of sub-grade soil. Expansive clays are those which suffer volume and behaviour changes with changes of water content which results in the break-up of road pavements and damage to light structures. Replacement of such clays by other materials is generally expensive due to the high costs of excavation and disposal of unsuitable materials and the import and placing suitable fill. This is a particular problem in developing countries where construction costs are critical. The most appropriate method will usually be determined by economic considerations, for example it may be cheaper to stabilise a soil using relatively expensive additives rather than excavate and dispose of unsuitable materials and import and place suitable fill (Ouf 2001).

The volume change of some clayey soils due to change in their water content represent one of the most serious problems in the field of foundation engineering as it may cause random movement of structures that are built on such soils. Volume change and swelling pressures in clayey soils depend on clay type, pore volume, pore solution (including salt concentration) and particle-to-particle forces (Xidakis 1979). Volume change and swelling pressure are closely related and estimation of volume change of soil gives an indication of its swelling pressure and vice versa. In chemical soil stabilisation processes, it has been established that new cementitious materials are formed and alter the particle-to-particle forces through the cementitious effects that these reaction products impart. Due to the formation of these cementitious materials, the pore fluid and pore pressure will then be decreased, thus reducing the swelling pressure and the swelling potential and leading to volume stability (Kinuthia 1997).

Soil heave due to soil swelling is common in the field and causes tensile stresses in the upper parts of the structure. Alternatively, shrinkage may cause dishing, resulting in

tensile stresses in the foundations, which can better resist such stresses (Ouf 2001, Kariuki et al. 2004, and Xidakis 1979). Heave is mainly due to an increase in moisture content under the covered area not depending on the environmental conditions. Local heaving which results from breakage of water and/or sewer pipes, watering of gardens, causes severe damage in some cases because it is unpredictable (Eren 2009).

Treatment of expansive soils is not always easy as the main goal is to minimise the water content change in the expansive clays after construction. One of the most common methods is to construct suitable drainage systems and control the vegetation coverage. There are many methods to control heave potential including control of compaction such as compaction at lower density and higher moisture content and chemical stabilization with lime and cement (Ouf 2001).

Lime and cement are the two common additives which have been employed in the stabilisation of Egyptian clayey subgrade to produce a base or sub base layer instead of importing granular base coarse materials. Although lime is widely used, cement is still very useful as a soil stabiliser when the clay content is low and/or the temperature is not high enough. However, due to the gradual depletion of conventional construction materials and shortages in cement production, the need to develop an alternate binder to cement for use in soil stabilisation has become necessary (Ouf 2001). Researchers have considered the use of some by-product materials as alternative materials to cement and also to lime. The use of by-products has environmental and economic benefits. Ground granulated blast furnace slag (GGBS), which is produced as a by-product in the manufacturing of pig iron, has been suggested as a binder. It is mainly used, after being ground to fine GGBS, to produce blended cement. However, it has not been used as a soil stabilizer agent in Egypt although it has been used in the U.K and South Africa. GGBS on its own has only mild cementitious properties and it is generally used in combination with Portland cement or hydrated lime (calcium hydroxide) which provides the necessary alkali activation (Higgins 1998a, Oner and O'Rourke et al. 2009).

Soil stabilization is used to improve the mechanical properties of inferior soils in the construction of civil engineering projects such as road pavements, sub-grades, sub-bases, runways and shallow foundations. Therefore, the type of stabilization chosen in any project depends on both the properties of the soil involved and the nature of the project (Abdi 1992, and Cuisinier et al. 2011).

Portland cement concrete is considered to be a relatively brittle material. When subjected to tensile stresses, non-reinforced concrete may crack and fail. More recently micro fibers, such as those used in traditional composite materials have been

introduced into the concrete mixture to increase its toughness, or ability to resist crack growth. FRC is Portland cement concrete reinforced with more or less randomly distributed fibers. In FRC, thousands of small fibers are dispersed and distributed randomly in the concrete during mixing, and thus improve concrete properties in all directions. Fibers can improve the post peak ductility performance, pre-crack tensile strength, fatigue strength, and eliminate temperature and shrinkage cracks (Halasa et al. 2005).

The polymer chains are arranged randomly in no preferred direction during crystallization of the polymer. The real advantage of adding fibers is when fibers bridge these cracks and undergo pullout processes, such that the deformation can continue only with the further input of energy from the loading source. Reinforcing fibers stretch more than concrete under loading. Therefore, the composite system of fiber reinforced concrete is assumed to work as if it were non-reinforced until it reaches its "first crack strength". The main properties influencing toughness and maximum loading of fiber reinforced concrete are based on the type of fibers used, volume percent of the fiber, the aspect ratio, and the orientation of the fibers in the matrix. It has been understood that the change in the properties of the polypropylene fibers over a period of time when subjected to similar environments also affects the bonding characteristics of the fibers with the matrix, which subsequently alters the performance of the FRC loaded conditions, (Halasa et al. 2005).

Characteristics of rigid pavement under airplane loads can be improved using three possible alternatives. Firstly, improve the in-situ materials by normal compaction methods and design for the modified properties to sustain the expected traffic loads without any additives. Secondly, improve the sub-grade soil under the rigid pavement using ground granulated blast furnace slag (GGBS), cement dust (CD), and lime (L). Thirdly, replace the expansive clay soil by using a sand layer.

2. RESEARCH OBJECTIVES AND SCOPE

The main objectives of this research are to evaluate all alternatives mentioned above and compare the outcomes in order to obtain the technically and economically optimum rigid pavement design. To achieve the research objectives twenty four slabs were prepared and tested. These specimens were grouped according to the different parameters that were considered in this study. These parameters are the concrete slab thickness, Silica Fume (SF), Fly Ash (FA) and polypropylene fiber with ordinary concrete (OC) to improve the mechanical properties of concrete. They also include the addition of GGBS, L and CD to expansive clay soil to obtain a stabilised base.

3. EXPERIMENTAL PROGRAM

The materials used in this research for reinforced concrete production were chosen carefully and tested according to the Egyptian standards and universal specifications. A total of twenty four slabs were used in this investigation. These slabs were divided into two main groups, the first group (G1) contained twelve slabs of dimensions 100 x 100 x 6 cm slab while the second group (G2) contained twelve slabs of dimensions 100 x 100 x 8 cm to compare the effect of changing slab thickness to with the effect of enhancing the properties of the base layer. All slabs were reinforced with 8 Ø 6 mm/m' in both directions. Table (1) shows details of all slabs. A frame of (300 x 300 x 100) cm was built from steel plates, bricks and mortar to be used to simulate the actual field by preparing the soil and test the slabs.

3.1. Tests on the Soil

The mixing process was carried out after obtaining the optimum moisture content (OMC) for each mix. Also, the compaction test involved a detailed investigation of the compaction characteristics of the test soil containing different GGBS, CD and L contents, in order to obtain the (OMC) and maximum dry densities (MDD). The modified proctor test is described in ASTM D1557 and AASHTO T180. **Free swelling** test was carried out on all specimens that were subject to unconfined compressive strength test (UCS) and then calculated from the equation below (Head, 1992).

$$\text{Free Swelling} = \frac{V - 10}{10} \times 100 \quad (1)$$

Where:-

V is the final sample volume

Table 1: Details of the tested slabs

Group	Case Study	Symbol	Thickness	Description	
G1&G2	Control Sample	CS1	6 cm	Ordinary Concrete Slab rested on Natural Clayey Soil without Additives.	
		CS2	8 cm		
	Slab Stabilization	SS1	6 cm	Ordinary Concrete Slab rested on Natural Clayey Soil with Adding 3% (CD+L) by dry clay weight.	
		D1	8 cm		
		SS3	6 cm	Ordinary Concrete Slab rested on Natural Clayey Soil with Adding 6% (CD+L) by dry clay weight.	
		D2	8 cm		
		SS5	6 cm	Ordinary Concrete Slab rested on Natural Clayey Soil with Adding 3% (GGBS+L) by dry clay weight.	
		G1	8 cm		
		SS7	6 cm	Ordinary Concrete Slab rested on Natural Clayey Soil with Adding 6% (GGBS+L) by dry clay weight.	
		G2	8 cm		
		Soil Replacement	SR1	6 cm	Ordinary Concrete Slab rested on Sand Soil instead of Natural Clayey Soil for 25 cm depth.
			SR2	8 cm	

3.2. California Bearing Ratio Test

The test is performed by measuring the pressure required to penetrate a soil sample with a plunger of standard area. The measured pressure is then divided by the pressure required to achieve an equal penetration on a standard crushed rock material. The CBR test is described in ASTM D1883-05 and AASHTO T193. The CBR rating was developed for measuring the load-bearing capacity of soils used for building roads. The CBR can also be used for measuring the load-bearing capacity of unimproved airstrips or for soils under paved airstrips. The specimens were left for 28 days curing followed by 4 days soaking and then the test was carried out.

3.3. Unconfined Compressive Strength Test

Unconfined Compressive Strength test (UCS) is a simple laboratory testing method to assess the mechanical properties of fine-grained soils. It provides a measure for the unconsolidated un-drained shear strength of the clay under unconfined conditions. The UCS test is described in ASTM D2166 and AASHTO T208. At the end of the curing period, the specimens were taken out from the storage bags and any water trace on the specimens was removed.

The samples having dimensions of 5 cm diameter and 10 cm height are placed in the loading machine between the lower and upper plates. To carry out these tests the specimens were taken out from the storage bags at the end of the curing periods, weighed to the nearest 0.01g and the dimensions were measured. All specimens were tested in a universal test machine with a loading rate of 1.2 mm/min, so that the specimen fails in about 5 minutes, until failure. A minimum of three specimens of each mixture were tested. The results presented below are the average values.

3.4. Rigid Pavement Testing

The main purpose for these tests was to simulate the rigid pavement airfields in the laboratory. The used model was manufactured from steel and bricks as shown in Figure 1. The model of dimensions 3.00 x 3.00 x 1.50 meter, as 1/4 scale, was filled with the natural soil on layers of thickness not more than 25 cm. The compaction was carried out using a hammer of weight 25kg. The sand cone test was carried out to measure the degree of compaction. Twenty four slabs specimens were prepared with two thicknesses according to Table 1.

Steel reinforcement, 8ø6/m, was maintained constant for all slabs. All slabs were manufactured and cured for 28 days in 25° C and a relative humidity of 50%. Every individual slab was lifted, and then sat on the surface of the compacted soil and the load was applied in a constant interval of 1.0 ton until failure as shown in Figure 1. Loads, strain and deformation values were recorded during loading at each load interval. Different shapes of failure were also recorded.

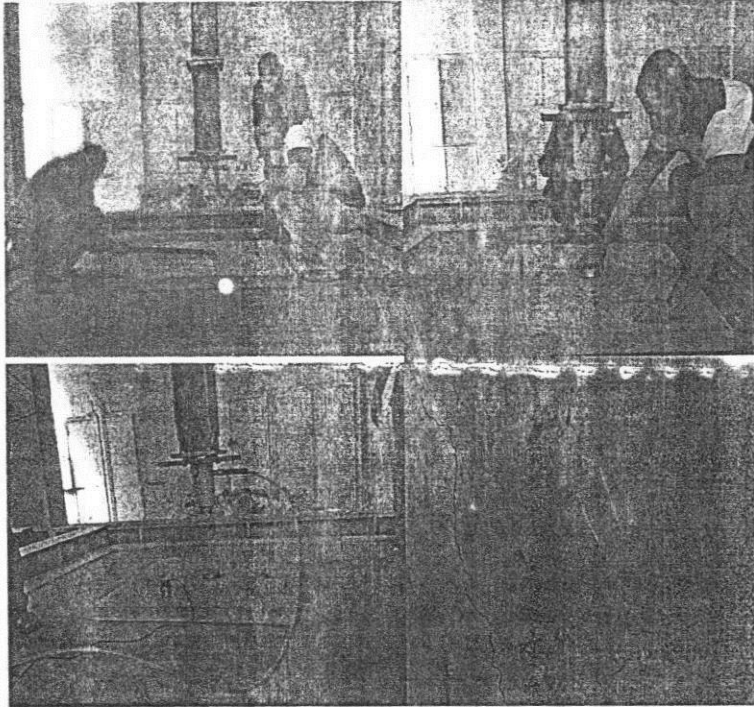


Figure 1: Test Setup

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1. Free Swelling of Mixes

The initial free swelling percentage (FSP) of the test soil is 110%. The effects of adding stabilisers of different mixes on the (FSP) of the test soil are presented in Figure (2). It can be seen that generally the FSP of the test soil decreased with an increase in the total stabiliser and with an increase in the curing period for the same combination. Increasing the total stabiliser caused a further decrease in the FSP for the same combination. For example, the FSP of the test soil decreased from 110% to 77% after 1 day for the mix D1, while the FSP further decreased to 50% for D2 combination. The least FSP obtained was 20% for the mix G2 after 28 days.

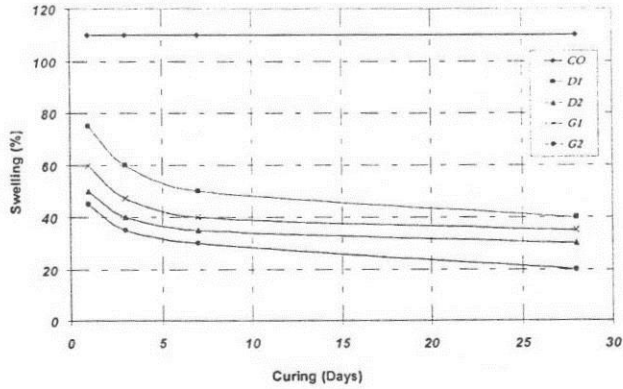


Figure 2: Effect of admixtures and curing on Free Swelling

4.2. CBR of Mixes

CBR Test was carried out according to the procedures mentioned previously. Figure (3) shows the effect of additives on the CBR after curing periods of 1, 3, 7 and 28 days. It can be seen that generally the CBR of the test soil increased with an increase in the total stabiliser and with an increase in the curing period for the same combination. For example, the CBR of the test soil increased from 36% for the control sample after 1 day to 61% after 28 days for mix D1 and the maximum CBR obtained was 83% for mix G2 after 28 days.

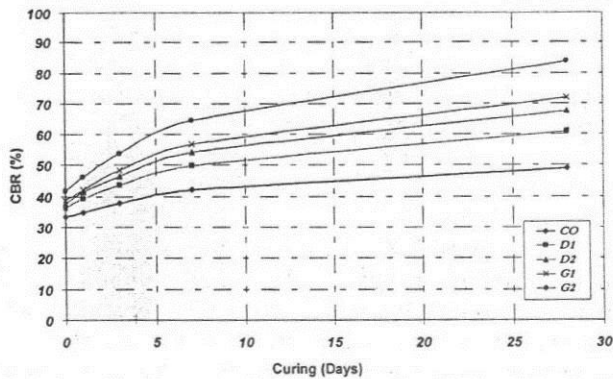


Figure 3: Effect of admixtures on CBR at curing periods 1, 3, 7 and 28 days

4.3. Unconfined Compressive Strength of Mixes

The effects of adding stabilisers of different mixes on the UCS of the test soil are presented in Figure (4). It can be seen that generally the UCS of the test soil increased with an increase in the total stabiliser and with an increase in the curing period for the same combination. For example, the UCS increased up to 700 kN/m² and 1500 kN/m² for mixes D1 and G2 respectively.

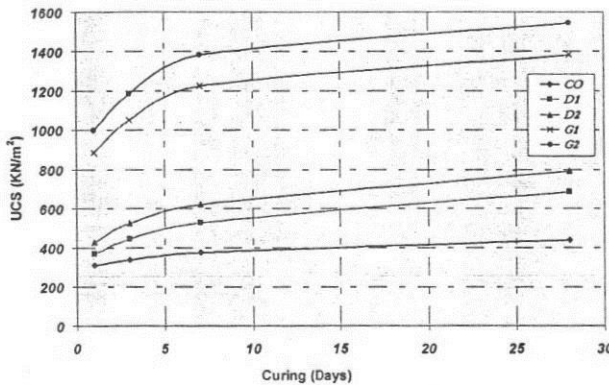


Figure 4: Effect of admixtures on UCS at curing periods 1, 3, 7 and 28 days

The swelling process of clay can be explained as enlargement of capillary films coating clay particles leading to a relaxation of effective compressive strength especially minerals with expanding characteristics such as montmorillonite (Stucki, 2006). Abdi (1992) demonstrated that the average thickness of the water layer around each clay platelet increases linearly with an increase in moisture content, which means that expansion has a linear relationship with moisture content. The reactions of the binder with clay must, therefore, modify the clay particle surfaces in such a way that the water absorption and swelling capacity is reduced or produce reaction products from the clay which are not moisture content sensitive. The observation of the results showed that the swelling was significantly reduced to 18 from 26 % which mean that any of the above mentioned mixtures would be useful to be used as stabilized mixture. The CD and L showed a better performance using 6% instead of 3% and adding the

(GGBS+L) using 3% showed reduced swelling from 31 to 18 % for the same percentages respectively.

Measuring the stabilizers effect using the UCS showed that using CD and L enhanced the UCS from 160% to 180% while GGBS activated by lime showed better performance (more than 300%). The increase in the UCS with an increase in the additives content probably results from the reaction of the GGBS activated by lime with the clay portion of the test soil and the formation of new cementitious materials. Many investigators have observed that high curing temperatures accelerate the reaction and result in higher early strength gain. The rate of formation of cementitious materials is the main reason for the strength increase at high temperatures, but the strength of the test soil also increases with an increase in the curing period due to development in the crystallinity and percentage of the cementitious materials. Wild et al., (1998) observed an increase in strength with an increase in lime/GGBS ratio up to a peak value and then a gradual decrease with an increase in lime/GGBS ratio. This peak probably depends upon soil type, clay content, and curing conditions and curing periods. Previous research (Kinuthia, 1997) on soil stabilization and pozzolanic reactions showed that the type, form, amount and characteristics of the reaction products control the physical, chemical and mechanical properties of the bulk material after stabilization.

Table 2 shows the relationship between the percentage of ultimate load and the percentage of deflection at failure, while Figure 5 shows the relationship between the ultimate load and the maximum deflection for the different slabs. It can be observed that generally the failure load increases while the percentage of deflection decreases with an increase in binder content and with an increase in slab thickness for the same additives percentages. Also, it was observed that the best alternative is using 6% (GGBS +L) in soil stabilisation of the subgrade soil. Using this combination obtains the maximum load causing failure and reduces the deflection.

Table 2: Effect of different soil stabilizer on ultimate load and deflection

	8 cm slabs		6 cm slabs	
	% of ultimate load at failure	% of deflection at failure	% of ultimate load at failure	% of deflection at failure
Control	100.0	100.0	100.0	100.0
3% CD + L	147.0	68.1	138.2	72.8
6% CD + L	162.1	62.2	150.0	66.7
3% GGBS + L	181.8	55.0	160.0	62.5
6% GGBS + L	204.5	48.9	186.4	53.6
Sand	115.2	86.8	111.8	89.4

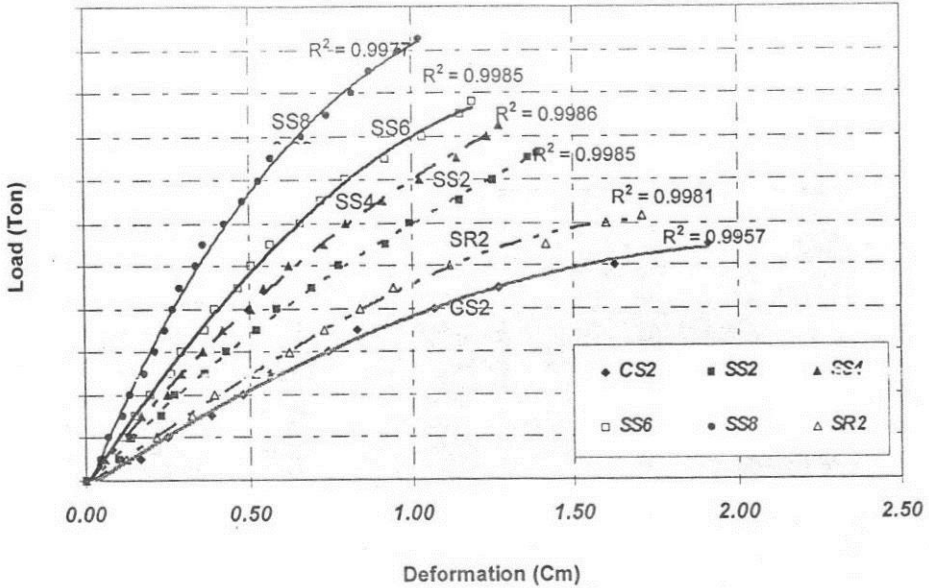


Figure 5: Effect of all admixtures on behaviour of rigid pavement of airfields for 8 cm slab thickness

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

From the results of this study the following can be concluded.

1. The FSP dramatically decreases with an increase in the binder content. The best alternative was achieved when using 6% (GGBS +L).
2. The CBR increased with an increase in the binder content and also the best alternative was achieved with 6% (GGBS +L).
3. The UCS increases with an increase in the binder content with best alternative by using 6% (GGBS +L) as well.
4. It can be observed that the failure load increases while the percentage of deflection decreases with the increase in binder content and with the increase in slab thickness for the same additives percentages. Also, it can be concluded that the best alternative was obtained when using 6% (GGBS +L) in soil

stabilisation of the top 25 cm of the subgrade soil. Using this combination gives the highest load causing failure and reduces the deflection of the tested samples.

5. The 8cm thickness slab showed less deflection and higher load resistance when compared with the same base and subbase conditions.
6. It can be concluded that enhancing the soil properties (base layer) using 6% (GGBS+L) would be better compared to increasing the slab thickness due to using waste materials and at the same time reducing deflection.

6. FUTURE RESEARCH

There are some additional parameters are to be taken into consideration in future research such as:

1. The effect of dynamic load.
2. The effect of abrasion of the rigid pavement.
3. The effect of reinforcing rigid pavement slabs with FRP bars.

7. REFERENCES

1. Abdi, M, R (1992), "Effect of Calcium Sulphate on Lime-Stabilised Kaolinite", Ph. D Thesis, Department of Civil and Building, The Polytechnic of Wales, Pontypridd, Mid Glamorgan, U. K.
2. Ahmed, K., (1988), "Removal of toxic substances by anaerobic waste stabilized pond". *Sci. Technol. Develop.*, 7: 45-51
3. Halasa, A.F. Jean Marie Massie, R.J. Ceresa (2005), "The Chemical Modification of Polymers Science and Technology of Rubber" (Third Edition), Pages 497-528.
4. Oner, A. and S. Akyuz (2007) "An experimental study on optimum usage of GGBS for the compressive strength of concrete" *Original Research Article Cement and Concrete Composites*, Volume 29, Issue 6, Pages 505-514
5. Bell, F.G (1988), "Stabilisation and Treatment of Clay Soils With Lime, Part 1, Basic Principles", *Ground Engineering*, Vol. 21, No.3, pp. 10-21
6. O'Rourke, Brian, Ciaran McNally, Mark G. Richardson (2009) "Development of calcium sulfate-GGBS-Portland cement binders" *Original Research Article Construction and Building Materials*, Volume 23, Issue 1, January 2009, Pages 340-346.
7. Higgins, D.D, Kinuthia, J.M, and Wild, S. (1998), "Soil Stabilization Using Lime-Activated GGBS", *Proceedings of the 6th Int. Conference, Fly Ash, Silica*

- fume, Slag, and Natural Pozzolans in Concrete, Bangkok, Thailand, Vol. 2, pp. 1057-1074.
8. Head, K.H (1992), "Manual of Soil Laboratory Testing", Volume 1: Soil Classification and Compaction Tests, 1980, London.
 9. Stucki, J.W. (2006) "Chapter 8 Properties and Behaviour of Iron in Clay Minerals Review Article Developments in Clay Science", Volume 1, Pages 423-475.
 10. Kinuthia, J.M (1997), "Property Changes and Mechanism in Lime-Stabilised Kaolinite in the Presence of Metal Sulphate", Ph. D thesis, School of the Built Environment, University of Glamorgan, U. K.
 11. Cuisinier, Olivier, Tangi Le Borgne, Dimitri Deneele, Farimah Masrouri (2011), "Quantification of the effects of nitrates, phosphates and chlorides on soil stabilization with lime and cement" Research Article Engineering Geology, Volume 117, Issues 3-4, 2 February 2011, Pages 229-235.
 12. Ouf, M.S.A (2001), "Stabilisation of Clay Subgrade Soils Using Ground Granulated Blastfurnace Slag", Ph.D. Thesis, School of Civil Engineering, University of Leeds, U.K.
 13. Kariuki, Patrick Chege, and Freek van der Meer (2004) "A unified swelling potential index for expansive soils" Journal of Engineering Geology, Volume 72, Issues 1-2, Pages 1-8.
 14. Eren, S, and M. Filiz (2009) "Comparing the conventional soil stabilization methods to the consolid system used as an alternative admixture matter in Isparta Dardere" material Review Article Construction and Building Materials, Volume 23, Issue 7, July 2009, Pages 2473-2480.
 15. Wild, S, Kinuthia, J.M, Jones, G.I and Higgins, D.D (1998), "Effect of Partial Substitution of Lime with Ground Granulated Blastfurnace Slag (GGBS) on the Strength Properties of Lime-Stabilised Sulphate-Bearing Soils", Engineering Geology, No 51, pp. 37-51.
 16. Xidakis, G.S (1979), "Assessment of The Engineering and Other Properties of Expansive Soils by Various Methods", Unpublished Ph. D Thesis, Department of Civil Engineering, University of Leeds, U.K.





EXAMINING THE BEST PRACTICE TO PREDICT FLEXIBLE ASPHALT PAVEMENT PERFORMANCE AND LIFE CYCLE

ABDELZAHER E. A. MOSTAFA

Assistant Prof, Helwan University, Department of Civil Engineering, Cairo, Egypt, Phone: (010) 191-6165, E-mail: zaher292@yahoo.com

ABSTRACT

Different laboratory tests have been available to predict and compare the mechanical and engineering properties of asphalt mixtures under different loading and environmental conditions. Predicting and/or evaluating life cycle of asphalt mixes Marshall stability, indirect tensile, direct compression and cyclic compressive laboratory tests have been utilized for many years. However, the correlation among these different test methods in different conditions still needs to be assessed. More importantly resilient modulus test is not available everywhere and therefore predicting the modulus using other test methods would be an objective. This investigation addresses the problem throughout a two-stage testing procedure. The first stage discusses the relationship between different tests methods using seven surface layers mixes. The second stage carried out two concepts which are verifying the results using Egyptian mixes and both results were used to model the relationship. The outcomes of the research showed that the relationship between Marshall Stability, compression test and resilient modulus is highly correlated. On the other hand, indirect tensile test results showed less correlation with those obtained from other test methods.

Keywords: Asphalt mixtures, testing, rutting, long-term performance

INTRODUCTION

Asphalt pavements constitute more than 85% of the world's road networks. Most of the asphalt pavements are designed and built to provide service life in the range of 15 to 20 years. However, this design objective is rarely met due to the uncertainty of many design and construction variables. Over the past fifty years, deterioration of asphalt pavements has been identified as the result of one or more

of the following major distress modes: (Parker et al. 1986) surface cracking, (Goodman et al. 2000) surface rutting, and (Hassan et al. 2000) stripping. One of the most important problems associated with the issue of asphalt mix design is the failure to predict the long-term performance resulting in an increase of the costs of road rehabilitation. One of the main tasks facing many pavement researchers and engineers is the establishment of a best practice that can predict, with some confidence, the life cycle of newly laid asphalt mixes.

Traditionally, in its search for effective solutions to pavement distress, the pavement industry invested a great deal of money and time to improve existing asphalt mixes, develop new and engineered asphalt binders, utilize new materials and applications, and establish new research efforts. While most of these solutions attempt to improve the properties of the asphalt materials based on their laboratory behavior, field performance of asphalt roads utilizing many of the developed solutions was noted to be less than acceptable. On the phenomenon of moisture damage, for example, recent observations have recorded that in spite of the work expended to predict the pavement long-term performance; the incidence of moisture-induced damage has not been alleviated but has rather increased (Parker et al 1986).

Recent research work has pointed to the importance of adopting shear strength and/or shear modulus of asphalt mixes as a more reliable indicator of the behavior and long-term performance of asphalt mixes (Goodman et al 2000, and Hassan et al. 2000). Clearly, this new approach can cause a number of problems to asphalt designers as well as the pavement engineers. For example, one may ask: which of the laboratory test methods would be best used for predicting long-term performance under field conditions; or, what is the effect of using different mechanical properties to select a specific mix in field on the long term performance?

To answer these and other important questions (relationship between resilient modulus and other mechanical properties), the results of a laboratory investigation are presented in this paper. More specifically, the main objective of the paper is to study the relationship among laboratory testing methods for asphalt concrete pavements as well

as the relationship between these methods and the pavement's long-term performance. The paper provides a description of the laboratory testing methods, followed by an outline of the testing program. Finally, the results are analyzed and the findings are summarized.

OBJECTIVE AND SCOPE OF THE STUDY

The aim of this study is to evaluate the correlation between Marshall Stability Test, (MS), Resilient Modulus Test (Mr) and Direct Compression Test (CT) in evaluating the mechanical properties of flexible asphalt pavement. More importantly, the research is trying to predict resilient modulus using the results of other test methods. Finally, the research aims to study the best practice that can predict the life cycle of the newly laid asphalt.

The study consists of two stages; the first was carried out to evaluate the correlation between different test methods using surface mixes in two steps. The first step is to evaluate the samples in the dry condition while the second is for the wet condition (8 hours in a 70 degree followed by one hour at 25 degree Celsius) samples. The second stage includes verifying the outcomes of the first stage using Egyptian surface mixes and predicting the resilient modulus which would be used to calculate the allowable number of load repetitions.

LABORATORY TESTING METHODS

Different laboratory testing methods have been developed to assess asphalt concrete mixes, used by pavement designers and researchers, and adopted in the testing standards. However, the scope of this paper is limited to four testing methods as follows:

Indirect Tensile Strength (ITS)

The indirect tensile strength test is a widely popular testing procedure where the load is applied to a core sample as compression along one diameter, thus producing tensile stresses along the perpendicular diameter. The sample is loaded till failure and the peak load is translated into the sample's indirect tensile strength (ITS) as follows:

$$ITS = \frac{2P}{\pi t D} \quad (1)$$

Where:

P = the applied load (N), t = sample thickness (mm), and D = sample diameter (mm).

Because the tested sample fails due to tensile stresses, the test is believed to simulate the main failure mode of asphalt concrete pavements; namely cracking. The test is therefore believed to be a good indicator of the pavement's long-term performance and to be sufficiently accurate for routine quality control use. In addition, the two greatest advantages of this test are the considerably short time required to perform the test and its simplicity. Consequently, the test has been widely adopted in a number of standard testing specifications such as the American Society for Testing and Materials and American Association of State Highways and Transportation Officials; ASTM D 4867 and AASHTO T 283, respectively. However, a main disadvantage of the test is the inaccuracy of the stress distribution, which is valid only under ideal elastic conditions (El Khachab 1972).

Resilient Modulus (M_R)

The main input to describe a pavement layer in most design models is the layer's elastic modulus. Subsequently, in spite of the simplicity of the ITS test, the elastic modulus of the asphalt concrete pavement should be a more accurate indicator of the pavement's performance. However, because of the generally inelastic behavior of asphalt concrete pavements, the traditional initial modulus of elasticity based on a simple stress-strain curve has deemed inaccurate. Gradually, the asphalt concrete pavement community has accepted a new replacement for the initial modulus of elasticity; namely the resilient modulus (M_R). In addition, because the test is non-destructive, the test has the main advantage of its ability to monitor the performance of the same samples during the progress of another testing procedure (Al-Swailmi et al. 1992).

The testing procedure for M_R has been standardized as ASTM D 4123 and AASHTO T 274. In either procedure, core specimens are loaded with a cyclic indirect tensile stress corresponding to 10 to 50% of the ITS. The main premise of this test is that if a pavement specimen is loaded with a relatively small load for a large number of cycles, plastic deformations will accumulate during the early cycles and only elastic deformations will be recorded later on (Huang 1993). This is evident in the flattening of the total horizontal displacement. To determine M_R , core samples are loaded using a diametrical compressive load. Both the horizontal and vertical displacements are recorded during the loading cycles, and M_R (MPa) can then be calculated as follows (Huang 1993 and Blab et al. 20056):

$$v_R = \frac{3.59 \Delta H_T}{\Delta V_T} - 0.27 \quad (2)$$

$$M_R = \frac{P(v_R + 0.27)}{t \Delta H_T} \quad (3)$$

Where:

P = maximum applied load (N), ν_R = Poisson's ratio, t = sample thickness (mm),

ΔH_T = total recoverable horizontal deformation (mm), and

ΔV_T = total recoverable vertical deformation (mm).

It should be noted, however, that a main disadvantage of the resilient modulus is its low repeatability (7Brown et al 1991). The determined value of M_R was also found to be stress sensitive such that it is dependent on the applied load (7Brown et al 1991 and Blab et al. 2005).

Static Compression Test

The Direct Compression (DC) test is a widely popular testing procedure used to examine the compression strength of the reinforced concrete.

In the DC test, the load is applied to a core sample as compression along one axis and the sample is loaded until failure; the peak load and the corresponding displacement at failure are recorded. The ultimate load at failure is used to calculate the compression stress at failure as follows (Said et al. 2010):

$$CS = \frac{4P}{\pi D^2}$$

where:

P = the applied load at failure (N), and D = sample diameter (mm).

Because the tested sample fails due to compressive stresses, the test is believed to simulate the main failure mode of asphalt concrete pavements, which appears as a rut. Therefore, the test might be a good indicator of the pavement's long-term field performance. In addition, the test is believed to be as an indicator to the mix hardness and elastic modulus can be calculated if the strain of the sample was recorded (Said et al. 2010 and Blab et al. 2005).

EXPERIMENTAL INVESTIGATION

To achieve the aforementioned objectives, the first stage of the experimental investigation was designed and carried out at Carleton University, Canada. The goal of the experimental investigation was to compare the results of the testing methods on a number of asphalt concrete mixes. The second stage of the investigation was carried out in Egypt using the outcomes of the first stage. The experimental program involved four steps: mix selection, sample preparation, laboratory testing, and analysis of results.

Mix selection: Only surface mixes widely used in the Ottawa-Carleton region and Egypt were considered. Subsequently, a criterion imposed by practical reasons had been the reason to choose such mixes. Seven mixes from Canada and three mixes from Egypt were selected: (Mix 1 to Mix 7 are the Canadian Mixes while Mix 1A, 1B, and 1C are the Egyptian mixes).

Sample preparation: For all mixes, the loose mixes were provided by Ottawa City for the first seven mixes while the Arab Contractors Company provided the three mixes in Egypt. All mixes were then compacted in standard Marshall moulds (101-mm diameter \times 60-mm height) using 75 blows per side corresponding to the heavy traffic category.

Laboratory testing: To allow a minimum of three specimens per mix type per test method, a minimum of eighteen cores were required for each mix type (nine for the dry condition and nine for the wet condition). The specimens were then weighed and divided into two sets of approximately equal mean density, and were tested as follows:

- The first set was tested for ITS. The load was applied in this study at a 50 mm/m rate representing to slow traffic movement.
- The second set was tested first for M_R where the applied load was cyclic at 0.33-Hz frequency, and the maximum load used was set near the lower limit of the standards to ensure that the samples can be used in the shear testing (this part was carried out for the Canadian mixes only). This set was tested using Marshall apparatus as the resilient modulus test is non-destructive.
- The third set was tested using the static compression test methods using a loading rate of 50mm/m
- For each test the prepared samples per mix were six, three samples were tested in dry condition while the other three were soaked in warm water bath for 8 hours followed by soaking in room temperature for 30 minutes.
- It should be noted that for the Egyptian mixes only compression strength, Marshall stability and indirect tensile strength were tested at both dry and wet conditions.

RESULTS AND ANALYSIS

The results for the first stage are presented in Figure 1. The regression analysis was used to develop the linear relationships which perfectly suit the results. The relationship between resilient modulus and Marshall stability for both dry and wet conditions with least square errors, 0.77 and 0.97 for dry and wet conditions respectively as presented in Figure 1. The results of the relationship between resilient modulus and compression strength showed least square errors of 0.79 and 0.94 for dry

and wet conditions, respectively. On the other hand, compression strength and Marshall stability showed least square errors of 0.94 and 0.97. However, the least square error for indirect tensile strength and resilient modulus were .04 and .01 for both conditions, respectively.

Tables 1 and 2 show the values of Pearson correlation coefficient, r , and the level of significance, α' , required for significant correlation. In accordance to the observations stated earlier, the results of r show that high correlation exists between Marshall Stability (MS) and both Resilient Modulus (MR), MS and Compression Strength (CS), and CS and MR. All correlations were significant at $\alpha = 1\%$ where the correlation of ITS test and other methods was insignificant for both dry and wet.

The results for the second stage are presented in Figure 2 where the linear relationship was found to be fittingly representing the results with minimum least square error. The relationship between Indirect Tensile Strength and Marshall stability for both dry and wet conditions with least square errors of 0.59 and 0.86 for dry and wet conditions respectively, is presented in Figure 2. The results of the relationship between indirect tensile strength and compression strength showed least square errors of 0.39 and 0.59 for dry and wet conditions, respectively. However, compression strength and Marshall stability showed least square errors of 0.91 and 0.96. Indirect tensile strength and resilient modulus relationship showed least square errors of 0.04 and 0.01 for both dry and wet conditions respectively.

Table 1: Correlation between different test methods for Canadian mixes (Dry condition)

		ITS	MR	MS	CS
ITS	Pearson Correlation	1.000	.191	.295	.244
	Sig. (2-tailed)	.	.681	.521	.599
	N	7	7	7	7
MR	Pearson Correlation	.191	1.000	.881**	.888**
	Sig. (2-tailed)	.681	.	.009	.008
	N	7	7	7	7
MS	Pearson Correlation	.295	.881**	1.000	.971**
	Sig. (2-tailed)	.521	.009	.	.000
	N	7	7	7	7
CS	Pearson Correlation	.244	.888**	.971**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.599	.008	.000	.
	N	7	7	7	7

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Table 2: Correlation between different test methods for Canadian mixes (Wet condition)

		ITS	MR	MS	CS
ITS	Pearson Correlation	1.000	.183	.213	.256
	Sig. (2-tailed)	.	.695	.647	.579
	N	7	7	7	7
MR	Pearson Correlation	.183	1.000	.972**	.939**
	Sig. (2-tailed)	.695	.	.000	.002
	N	7	7	7	7
MS	Pearson Correlation	.213	.972**	1.000	.986**
	Sig. (2-tailed)	.647	.000	.	.000
	N	7	7	7	7
CS	Pearson Correlation	.256	.939**	.986**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.579	.002	.000	.
	N	7	7	7	7

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Based on the outcomes from stages 1 and 2 it can be concluded that both Marshall stability and compression strength tests are well correlated and can represent the mechanical properties of asphalt mixes more than the ITS. Therefore, the results of the second stage from both tests were used to predict the resilient modulus for the Egyptian mixes using the produced curves from the first stage. Moreover, the obtained modulus was used to evaluate the life cycle of the Egyptian mixes using a software named Kenlayer (Huang 1993 and Zhen 20056).

Table 3 shows the average values of results for both dry and wet conditions for all tests performed on the Egyptian mixes. The equations shown in Figure 1 were used to obtain the resilient modulus for each mix. As shown in Table 3, the modulus for each mix was determined from both Marshall stability test (M.S.) and Compression Strength Test (C.S.).

It is important to mention that E_{ms} is the calculated MR based on MS and $E_{c.s.}$ is the calculated MR based on the CS. Observing the results showed that the MR obtained using M.S. are at least double the values obtained using the C.S. test. This implies that the examined mixes can resist tension strength more than their resistance to those of compression.

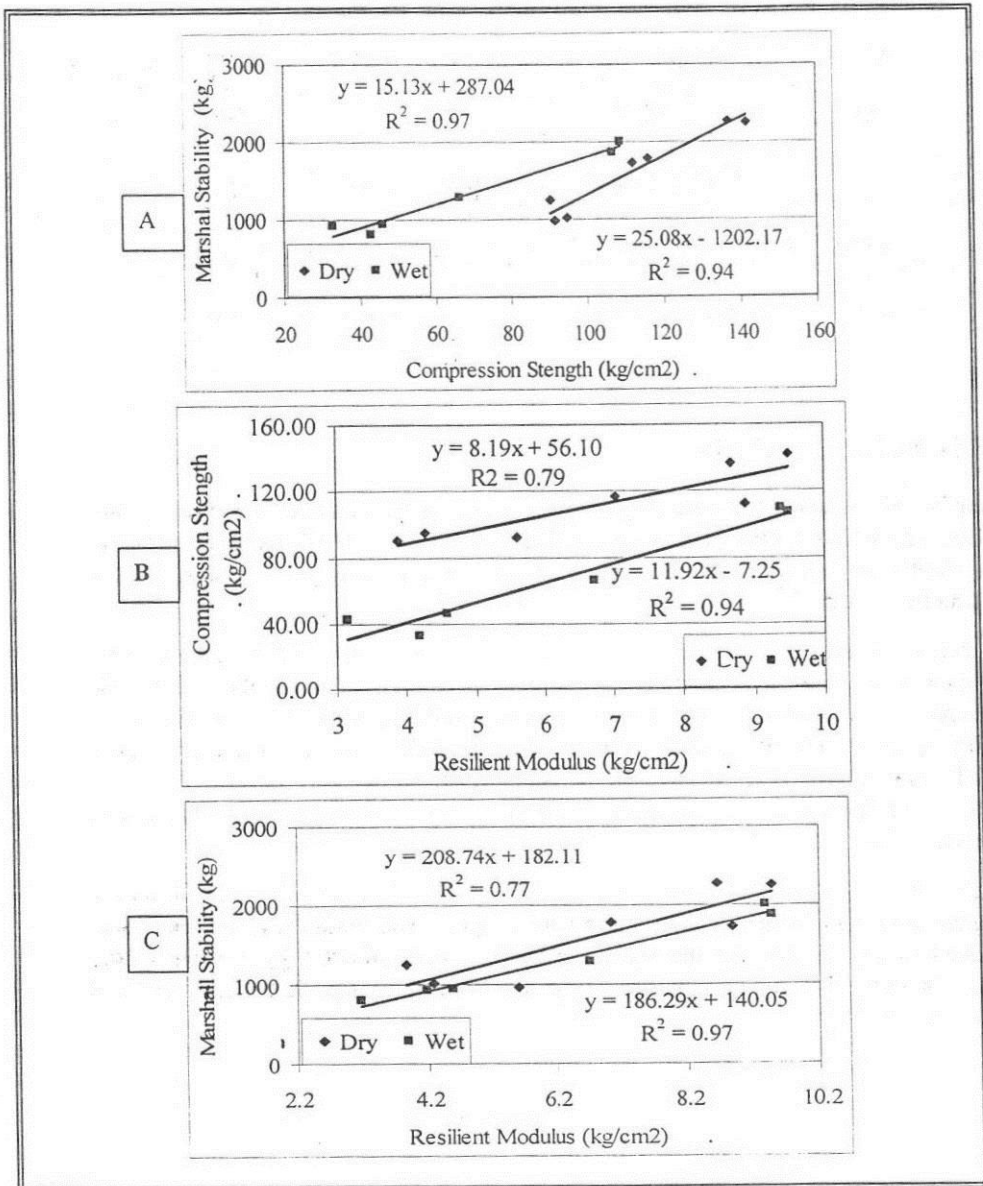


Figure 1: Results of the First Stage.

Table 3: Test results and predicted modulus values

	MS	Ems	ITS	C.S.	Ec.s.	M.S.	Ems	ITS	C.S.	Ec.s
	Kg	Kg/cm2				Kg	Kg/cm2			
	Dry					Wet				
Mix 4A	1650.0	7.3	11.8	73.9	2.1	1639.5	8.1	6.0	45.0	4.4
Mix 4B	1609.7	7.1	12.5	68.7	1.6	1604.0	7.9	5.7	39.5	4.0
Mix 4C	1689.5	7.5	14.4	80.1	3.0	1686.3	8.3	6.9	41.9	4.1

MS: Marshall Stability

ITS: Indirect Tensile Strength

CS: Compression Strength E: Modulus

LIFE CYCLE ANALYSIS

A number of computer software programs are available for pavement structure system analysis and KENLAYER [10] is one of them. The KENLAYER computer program was adopted to calculate the pavement performance according to the change in the resilient modulus.

As mentioned earlier, the main objective of this paper is to predict the life cycle presented as the number of load repetition using the resilient modulus. To achieve this objective, a four-layer pavement structure is considered in this investigation. As shown in Fig. 3, the pavement structure consists of an asphalt concrete surface layer (SC: Variable Modulus), binder course (BC), a granular base (GB), and the subgrade (SG). An 80-psi uniform pressure is in contact with the asphalt surface at a circular area with 6.0 inch radius.

Based on the values in the literature, the Poisson's ratio, ν , is assumed to be 0.40 for the subgrade and 0.35 for the asphalt and granular layers. The modulus of elasticity was assumed to be variable for the surface asphalt course; 300,000 psi for the binder course, 30,000 psi for the granular base and 10,000 for the subgrade (Huang 1993 and Zhen 20056).

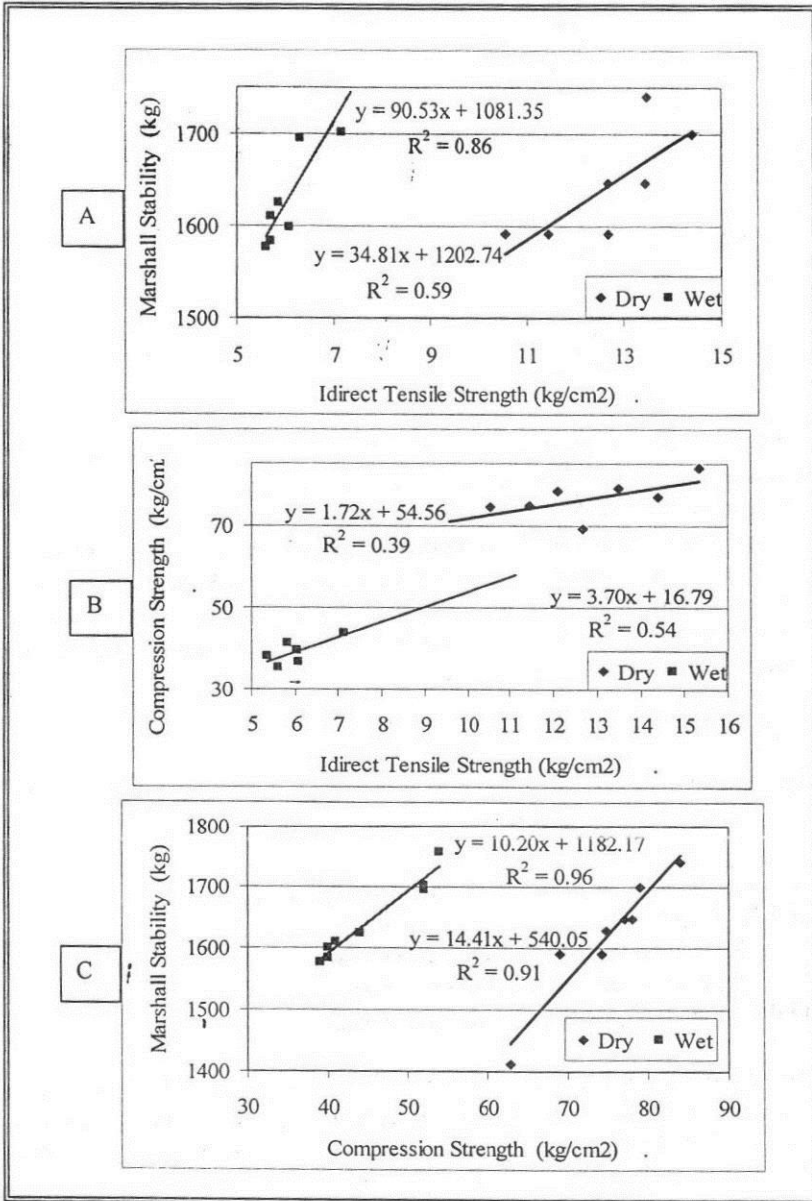


Figure 2: Results of the Second Stage

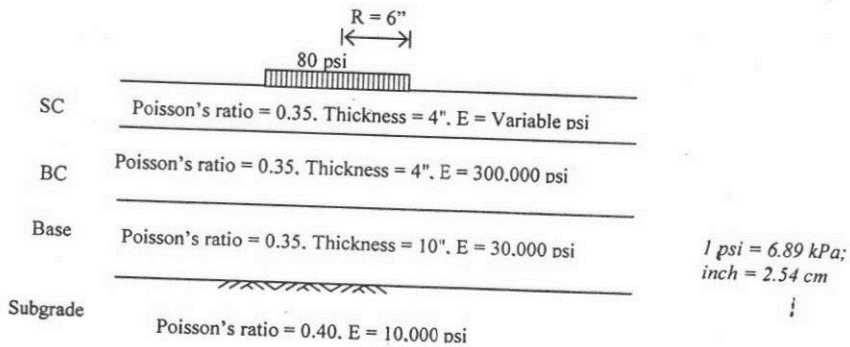


Figure 3: The four-layer pavement structure

In total, six runs were carried out. Each run was utilized assuming a certain modulus of elasticity for the dry condition while the wet condition was not included as the author thinks that the conditioned samples do not represent the normal case of asphalt layers. A summary of the output results of the computer software is presented in Table 4. On the other hand, Fig. 4 illustrates the relationship between the Modulus and the number of load repetitions. It should be mentioned that the KENLAYER software estimates the number of load repetitions, which can be carried during the pavement service life, utilizing the following two equations:

$$N_f = 0.0796 (\epsilon_t)^{3.291} (E)^{0.854} \quad (2)$$

$$N_d = 1.365 * 10^{-9} (\epsilon_c)^{4.477} \quad (3)$$

Where

N_f = number of load repetitions to prevent fatigue cracking.

N_d = number of load repetitions to limit permanent deformation.

ϵ_t = the tensile strain at the bottom of the asphalt layer.

ϵ_c = the compressive strain at the top of the subgrade.

E = modulus of elasticity of the asphalt layer in psi.

Based on the output results of KENLAYER illustrated in Table 4 and Fig. 4, the effect of using different test methods is significantly affecting the service life prediction. It is obvious that if Marshall test is used to predict the number of load repetition before failure it would give more than 55% extra allowable load repetitions compared to those of the compression test.

Table 4: Number of Load Repetitions based of the predicted Resilient Modulus

Mix	Test	Modulus	# of Load Repetitions	Average	% MS/CS
4A	Marshall	7100	277580	280613	155
4B		7300	280630		
4C		7500	283630		
4A	Compression	1600	164080	180677	
4B		2100	177770		
4C		3300	200180		

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This paper presented an experimental investigation aimed at assessing the relationship among different laboratory testing methods in predicting flexible pavement performance. Also, the objective includes the assessment of the relationship between these methods and the life cycle (number of load repetition before failure). During the first stage; seven Canadian standard mixes were tested in four different laboratory testing procedures resulting in four parameters per mix type (CS, MS, MR, and ITS). The results showed that the MS, CS and resilient modulus are in perfect agreement in predicting the expected performance of asphalt mixes as high correlation exists between the two parameters. However, no correlation existed between the ITS and other test methods. On the other hand, for the second stage three Egyptian mixes were tested with MS, CS, and ITS. Results showed a high correlation between the CS and MS while no correlation existed with ITS, confirming the compatibility with the outcomes of the first stage.

The correlations between test methods obtained from the first stage were used to determine the resilient modulus for the second stage mixes (Egyptian mixes). The determined resilient modulus values were used as an input to produce the number of load repetitions for the different test methods (CS and MS) using Kenlayer software (Huang 1993 and Zhen 20056). The outcomes showed that the MS has a 55% more than CS in terms of number of load repetitions. This means that for the tested mixes the surface life in resisting cracks would be better than resisting rutting. In other words; the tested mixes would fail in rutting faster than creaking as MS is known by its ability to predict cracking behavior while compression strength is a better indicator for rutting behavior.

The paper also confirmed that CS, MS, RM can replace each other as they are in perfect agreement while the ITS is different in terms of evaluating and/or comparing the behavior of different mixes.

This paper has addressed an important topic to both pavement researchers and practitioners. Scores of testing procedures have been suggested and are being used by researchers to evaluate the performance of flexible asphalt pavement mixes. Unfortunately, the degree of simplicity/complexity of these procedures varies widely, as do both their cost and testing time. More importantly, a single parameter that may be a good indicator of one pavement performance might serve poorly considering another performance, as was evident from the different test methods.

It is therefore recommended to expand this work to include more mixes, more variables within each mix (for example, aggregate type, gradation and asphalt cement content), more testing conditions (for example, testing temperature, loading rate, stress level in resilient modulus), and more tests (for example, fatigue, creep, shear test, bond test, etc). In addition, direct correlation between these testing parameters and long-term performance is warranted. The second objective to investigate the ability of predicting lifecycle using different test methods showed that different tests gave different life cycles. This means that each test presents different performance and that can be used to achieve the optimum design depending on the required performance.

REFERENCES

1. Parker, F. and M.S. Wilson. (1986), "Evaluation of Boiling and Stress Pedestal Tests for Assessing Stripping Potential of Alabama Asphalt Concrete Mixtures". In *Transportation Research Record 1096*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., pp. 90-100.
2. Goodman, S., Y. Hassan, and A.O. Abd El Halim. (2000), "Asphalt Pavement Rutting Testers" – The Road Travelled and the Road Ahead. Proceedings, *3rd Transportation Specialty Conference, Canadian Society for Civil Engineering*, London, Ontario, June 7-10, , pp. 244-251.
3. Hassan, Y., and A. Zakeri (2000), "Effect of Mix Type and Viscous Properties on Asphalt Concrete Pavements". In-Situ Shear Testing. Proceedings. *3rd Transportation Specialty Conference, Canadian Society for Civil Engineering*, London, Ontario, June 7-10, pp. 266-271.

4. El Khachab, Y.A. *Application of the Splitting Test to Determine the Stripping of Asphalt Mixes*. M.Sc. Thesis, Department of Civil and Environmental Engineering, Carleton University, Ottawa, ON, 1972.
5. Al-Swailmi, S. and R.L. Terrel (1992), "Evaluation of Water Damage of Asphalt Concrete Mixtures Using the Environmental Conditioning System (ECS)". *Journal, Association of Asphalt Paving Technologists*, AAPT, Vol. 61, pp. 405-445.
6. Huang, Y.H. (1993), "*Pavement Analysis and Design*", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.
7. Brown, E.R. and K.Y. Foo (1991), "*Evaluation of Variability in Resilient Modulus Test Results*", (ASTM D 4123). National Centre for Asphalt Technology, NCAT, Report No. 91-6, Auburn University, AL,.
8. Said, Fadhil, Hakim, Hassan, Carlsson, Håkan, and Wiman, Leif G (2010) "*Pavement Performance Evaluation of Flexible Structures*" Transportation Research Board 89th Annual Meeting, Washington DC, 10-14 January, paper # 10-1777.
9. Zhen, L., (2005). "A probabilistic and adoptive approach to modelling performance of pavement infrastructure", Ph.D dissertation, the University of Texas at Austin.
10. Blab R., Kappl, K., Lackner, R., and Aigner, L., (2005). "Permanent deformation of bituminous bound materials in flexible pavements: Evaluation of test methods and prediction models", SAMARIS final report, D28.

Durability Characterization of Egyptian Limestone Rocks from El-Faiyum Area

Mohie ElMashad¹, Ahmed elzoghby², Ashraf El-Ashaal³

^{1,2} Assistant Professor, Geotechnical Engineering, Construction Research Institute, National Water Research Center, Ministry of Water Resources and Irrigation elmashad@hotmail.com, Mobile (+20) 106637562, zog1969@yahoo.com, Mobile (+20) 0101886597

³ Director, Construction Research Institute, National Water Research Center, Ministry of Water Resources and Irrigation aaselashaal@hotmail.com, Mobile (+20) 121152511 Tel. (202-42183307)

Abstract

Slake durability, porosity, and point load tests of rock are important characteristic factors. Three assorted rocks from different places in El-Faiyum were collected to study their properties. This study to assess the use of these different Egyptian rocks for engineering applications in variant environment. The slake durability tests were carried out in pure water and in simulated seawater. Also, cycle of freeze-thaw tests were conducted on the variant rock types to indicate their mechanical behavior. An overall trend was observed that the increases in the iron and manganese oxides minerals increases rock slake durability. An overall trend, the increases in rock porosity leads to a decrease in slake durability. Also, the rock slake durability is more sensitive to the concentration of salt in water.

Introduction

Dick and Shakoor (1995) say that natural and man made rock slope stability is controlled by durability which is an important characteristic for rocks. Dhakel et al (2002) stipulated that the rock failure was affected directly by the slake durability. Neaupane et al (1999) concluded that rocks subjected to cycles of (wet-dry) and (freeze -thaw) in different seasons lead to geoenvironmental problems such as deterioration and failure of slopes, subsidence of ground. Hudec (1989) finds that the rock durability is highly sensitive to rock porosity, the environmental loading and unloading conditions can be simulated by cycles of freezing and thawing tests. Durability characteristics of rocks and the effects of temperature changes on different areas of Egyptian rocks are not covered in details. In Egypt, many rock areas are subjected to temperature cycles and their behavior not known. Our study tries to fulfill this lack by running different tests: a comprehensive test, slake durability after different cycles from freeze-thaw tests, and cycles from hot and very hot temperatures. In other words, this study is to assess the use of these Egyptian rocks for engineering applications in variant environment such as riprap material and dam construction.

Location, Description and Mineralogy of Rock Materials

Mineralogy of Rocks Materials

Composition and ranges of minerals of the different rocks included in our study are described in details in this section. Petrographical studies on the samples of rocks were carried in the Central laboratories sector, the Egyptian Mineral Resources Authority, Ministry of Petroleum by using X-ray diffraction. A Philips X-ray diffraction equipment model PW/ 1710 with Monochromator, Cu- radiation ($\lambda=1.542\text{\AA}$) at 40 K.V., 35 m.A. and scanning speed 0.02 /sec. were used. The diffraction charts and relative intensities were obtained as shown below. X-ray Diffraction analyses revealed the four samples were composed of many minerals which were detailed and collected in table (1).

The samples used in this study were carefully collected by a mechanical drill from three different Egyptian places in El-Faiyum area.

Table (1) material composition details

Mineral	Rock sample (1)	Rock sample (2)	Rock sample (3)
Dioxide Silicon (%)	0.73	0.44	0.55
Dioxide Titanium (%)	0.02	0.02	0.02
Aluminum Oxide (%)	0.08	0.11	0.09
Ferric Oxide (%)	0.78	0.24	0.52
Manganese Oxide(%)	0.03	0.01	0.01
Magnesium Oxide (%)	0.42	0.68	0.47
Calcium Oxide (%)	54.25	54.78	54.63
Sodium Oxide (%)	0.07	0.06	0.04
Potassium Oxide (%)	0.05	0.06	0.03
Phosphorus Oxide (%)	0.31	0.16	0.17
Chlorine (%)	0.07	0.08	0.07
Trioxide Sulfate (%)	0.23	0.18	0.11
Lost of ignition (%)	42.55	43.03	42.73
Vanadium (ppm)	25.3	8.7	14.2
Chromium (ppm)	89.0	61.3	64.4
Cobalt (ppm)	2.7	<1	<1
Nickel (ppm)	11.5	11.4	11.4
Copper (ppm)	3.1	3.2	3.0
Zinc (ppm)	24.4	19.0	13.5
Rubidium (ppm)	3.0	2.3	1.2
Strontium (ppm)	336.5	632.3	319.3
Yttrium (ppm)	3.3	1.6	1.3
Niobium (ppm)	4.1	2.7	3.3
Molybdenum (ppm)	1.5	1.3	1.4
Barium (ppm)	41.7	38.5	37.3
Ymerbium (ppm)	1.4	1.1	<1
Hafnium (ppm)	3.1	4.1	3.8
Tantalum (ppm)	<1	<1	<1
Lead (ppm)	5.7	5.2	6.1
Zirconium (ppm)	24.3	47.2	23.2

The first rock sample of this site, sample number one, is fine to medium-grained, composed of calcite as major constituent associated with rare amounts of iron oxides, glauconitic and a lot of fossil shells and fossil fragments. Calcite is presented in two forms, micrite size replaced fossil shell and fragments (coarse shells composed of aragonite) and sprite form as cements as shown in Figure1. The rock is intersected by microveinlets replaced by coarse-grains of calcite and the whole rock is stained by iron oxide.

Sample number (2) is microscopically described as a fine-grained composed mainly of calcite as a major constituent and a minor amount of dolomite associated with rare amount of iron oxides, glauconitic and large amount of fossil shells and fossil fragments. Calcite is presented as fine-grained, anhedral interlocked crystals replacing fossil shells and fossil fragments. Dolomite occurs as fine-grained anhedral interlocked crystals intercalated with fine-grained anhedral crystals of calcite; this is clearly shown in Figure 2.

Sample number (3) is of fine- grained micritic size, composed mainly of carbonates. Calcite is the main constituents associated with minor amounts of dolomite and rare amounts of iron oxides, glauconitic, fossil shells and fossil fragments. Calcite is presented as fine-grained, anhedral interlocked crystals replacing fossil fragments where dolomite occurs as fine-grained intercalated with calcite as shown in Figure.

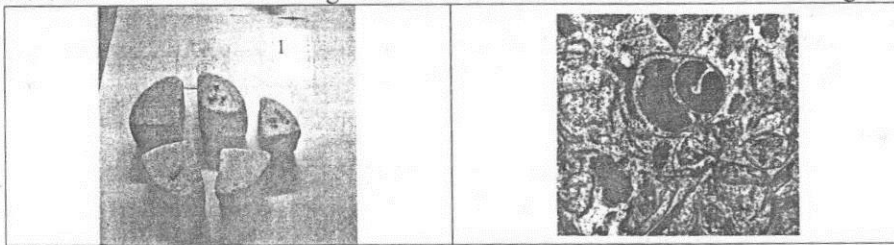


FIGURE (1) shows the rock sample No. 1

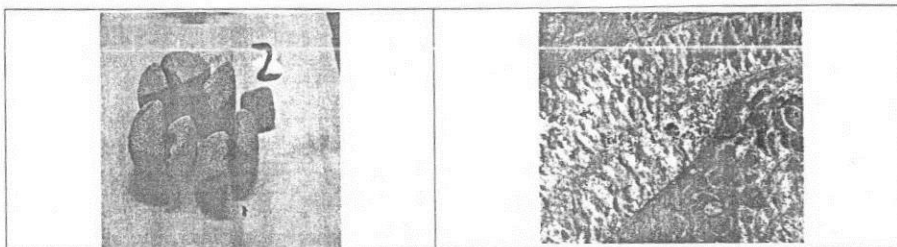
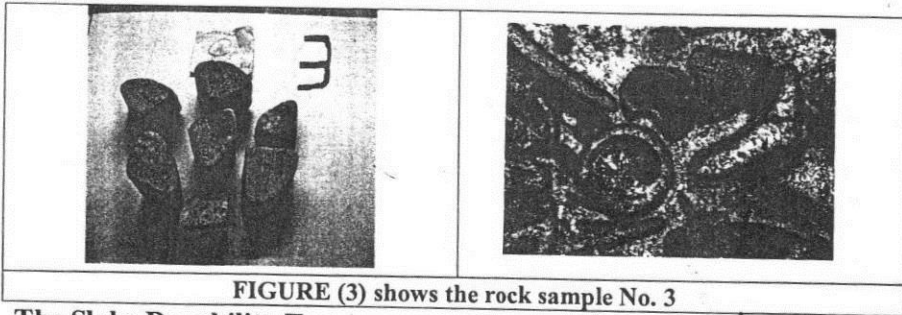


FIGURE (2) shows the rock sample No. 2

Rocks Measurement Parameters

In general, the full understanding of mechanical properties of any material leads to safe and economic design. So the general objective of this research is to study the properties of the different kind of rocks. Slake durability properties, porosity, and the point load tests results will be presented in the following sections.



The Slake Durability Tests

The slake durability index (Id) corresponding to different cycles was measured as the percentage ratio of final to initial dry weights of rock in the drum after the severe condition (drying and wetting cycles). The standard testing method developed by Franklin and Chandra (1972) was adapted in our study. This procedure was recommended by the international society for rock mechanics and standardized by the American Society for Testing Materials (ISRM 1981, ASTM 1990). All slaking tests were carried in pure water, some tests were carried in sodium sulfate solution which resembles the sea water, and also some samples were put in severe conditions like Freeze-Thaw conditions where all of the samples were placed in the humidity chamber and subjected to freeze- thaw condition within the temperature range of -20°C to $+20^{\circ}\text{C}$ for one cycle then it subjected to slake durability test as described before.

Porosity

Porosity of all samples was measured as in the ASTM standard designation c97-47. The apparent and the true specific gravity were measured, then the porosity is calculated using the following relationship

$$\text{Porosity} = 1 - \frac{\text{App.Spp.Gr}}{\text{trueSpGr}}$$

The true specific gravity was measured by 10 gram from the sieved, sieve size 0.074, crushing of rock sample. Where, the specific gravity was determined from pieces of the same rock (bulk).

Point Load

Traditionally, rock strength is either estimated in the field by use of a hammer or in the laboratory with sophisticated apparatus. The former method is at best qualitative, whereas the other latter requires careful specimen preparation. There is an obvious need for a device to test quickly and reliably one unprepared core in the field by point load test. Considerable work has been conducted on this method of strength determination but only recently is this being related to the field study of specimens.

Experimental Results and Discussion

Slake index

Generally the durability of any rock depends on two main reasons. First it's material composition and the second is the conditions that are faced.

The slake durability tests were performed on different conditions as follows:

1. Case No.(1): Relation between slake ratio and time slaked in pure water

For this case samples were over dried at 115 C° to dry the samples. As shown in Figure 4 it is clear that as the time of slaking increases the slake ratio increases, it means that the relation between the slake ratio and the time of slaking is directly proportional only up to 600 minutes. Also the rate of slaking of samples 2 and 3 are almost the same and are more than the rate of slaking of sample1. From the above we conclude that sample1 is more durable than samples 3 and 4.

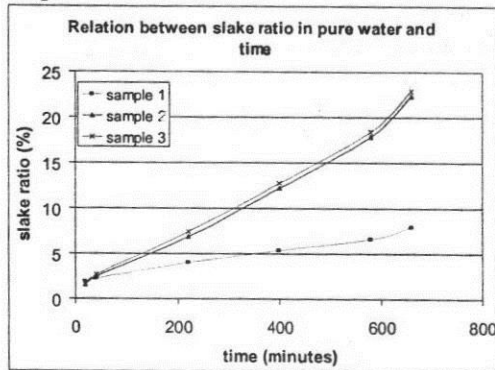


FIGURE (4) shows the relation between slake ratio and slaking time

2. Case No.(2): Relation between slake ratio of the rock samples in case of different drying conditions and slaked three hours in pure water

For this case samples were over dried at 250C° as severe condition for 24 and 48 hours and after cooling up to room temperature we slaked this samples for 3 hours. As shown in Figure 5, the rate of slake in case of samples number 2 and 3 are more than the rate of slake in case of sample number 1 at different conditions of drying from drying 24 hours and 48 hours.

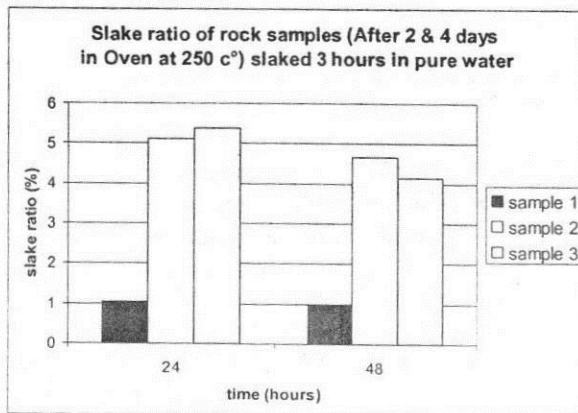


FIGURE (5) shows the slake ratio of the rock samples (after 1&2 days in oven at 250 C°) and slaked three hours in pure water

Also, it is clear that the rate of slake after 24 hour drying is more than the rate of slake after 48 hour drying. From the above, we conclude that sample 1 is more durable than samples 2 and 3 in all drying conditions. From the Chemistry point of view, it is obvious that drying the samples up to 250C° for about one day and two days causes water and (CO₂) evaporate from the samples, and this make the samples stronger or more durable. Also at 250C° some materials will be oxideable, example MgCO₃ will become MgO, this means that more MgO will be through 2days drying more than one day drying. This means more drying will increase the durability of the samples. Heating up to less than 500C° will cause the material to crystallize. Also causes this reaction (Ca(OH)₂ +CO₂ = CaCO₃+H₂O) lead to increase of CaCO₃, which means more Hardening. We can conclude from the above that more drying time means more durable rock.

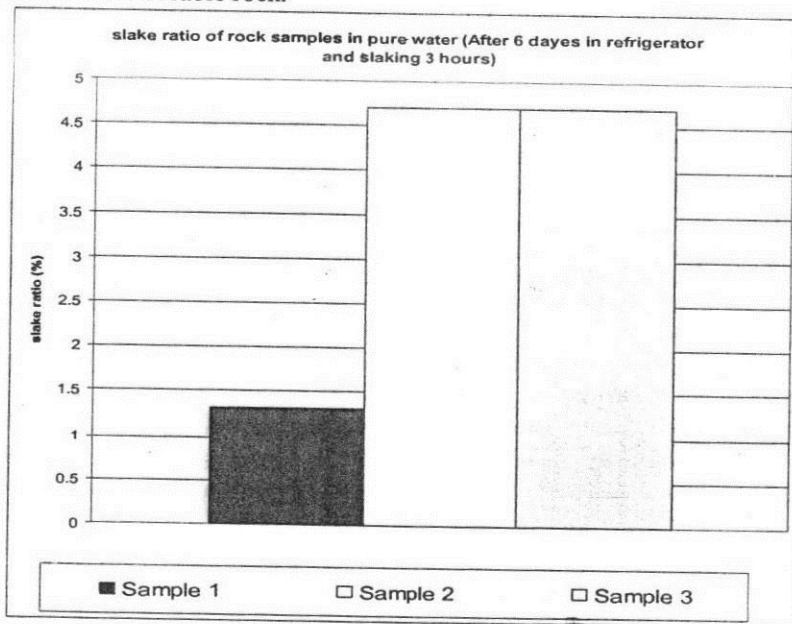


FIGURE (6) shows the slake ratio of rock samples (after 6 days in sub-zero conditions) and slaked three hours in pure water

3. Case No.(3) :Slake ratio of the rock samples in case of sub-zero condition slaked three hours in pure water

For this case we used the refrigerator as severe condition for the three rock samples for about 6 days after which we let them cool up a room temperature then slake them for 3 hours. As shown in Figure6, the rate of slake in samples number 2 and 3 are almost the same and is more than the rate of slake in sample number 1. Sample1 is more durable than samples 3 and 4. Comparing this low temperature condition with the high temperature conditions, we found that there is no big difference between the two cases. But, comparing the low temperature case with the 24 hours

drying conditions at 250 C° with the 3 hours slake we found that the rate of slaking in case of high temperature is more than that for low temperature conditions.

4. Case No. 4: Slake ratio of rock samples (after 3 hours with (-20 C°) and 3 hours with (+20 C°) and 24 hours with (+115 c°) then slaked three hours in pure water

For this case we used humidity chamber of cyclic temperature condition as severe conditions and we adjusted the program to raise the temperature up to (+20 C°) c° in 3 hours and decrease the temperature down to (-20 C°) in 3 hours after which we slaked these samples for 3 hours in pure water. As shown in Figure 7, the rate of slake in case of samples number 2 and 3 almost the same and are more than the rate of slake of sample number1. From the above, we conclude that sample 1 is more durable than the other samples. Comparing this condition (cyclic temperature condition) with the above severe conditions we found that it is more severe than the other cases. From the above we can guess the following: potting the samples in the humidity chamber makes the sample fully saturated, decreasing the temperature down to (-20 C°) makes the water inside the samples freeze and the volume becomes greater than its initial state. This initiates an internal stress and minor crake's will appear. When the temperature increases to (+20 C°) the samples will contain more crakes and more voids, and this makes the sample less durable.

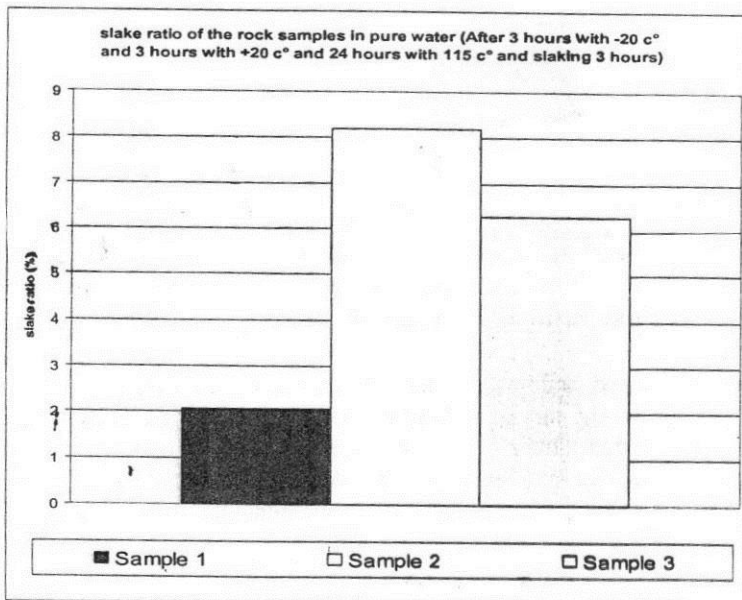


FIGURE (7) show the slake ratio of rock samples (after 3 hours with (-20dc) and 3 hours with (+20dc) and 24 hours with (+115dc) then slaked three hours in pure water

5. Case No. 5: Slake ratio of rock samples slaked three hours in sulfate solution

For this case we slaked these samples for 3 hours in sulfate solution. As shown in Figure 8 the rate of slaking in case of samples number 2 and 3 is almost the same and is greater than the rate of slaking in case of sample number 1. From the above we conclude that sample 1 is more durable than the other samples. Comparing this condition with the cyclic temperature condition we found that the cyclic temperature condition is more severe than the other cases.

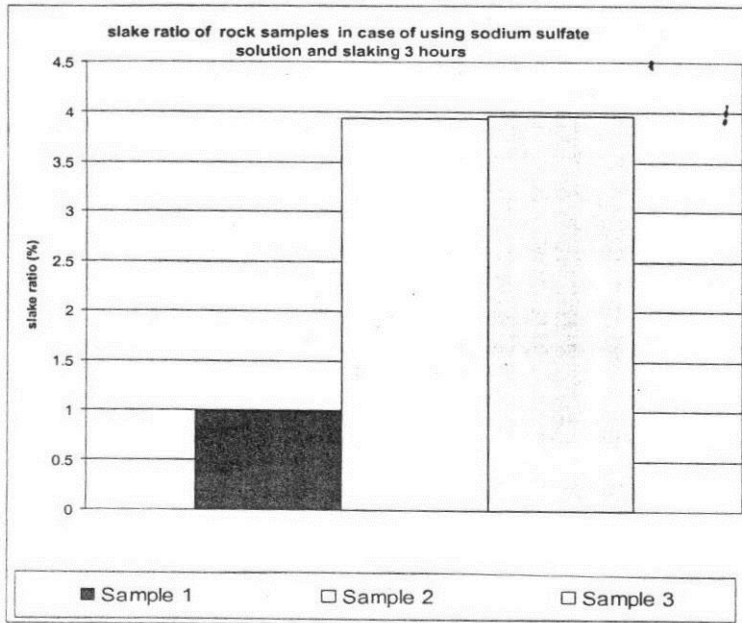


FIGURE (8) shows the slake ratio of the rock samples slaked three hours in sodium sulfate solution

6. Case No. 6 :Slake ratio of rock sample number 1 at different conditions

For this case we slaked sample No.1 for 3 hours but in different severe conditions. As shown in Figure 9 the rate of slaking in case of cyclic temperature under server condition is greater than under other conditions. The other conditions almost have the same slake ratio. The maximum rate of slaking is about 2.0% and the minimum rate of slaking is about 1.0 %. From the above we conclude that this sample is very durable under all severe conditions.

7. Case No.(7): Slake ratio of rock sample number (2) at different conditions

For this case we slaked sample No.2 for 3 hours but in different severe conditions. As shown in Figure 10 the rate of slaking in case of cyclic temperature under severe condition is greater than that of the others. The other conditions almost have the same slake ratio. The maximum rate of slaking is about 8.0% and the minimum rate

of slaking is about 4.0 %. From the above we conclude that this sample is durable under all severe conditions but it is weak compared to sample 1.

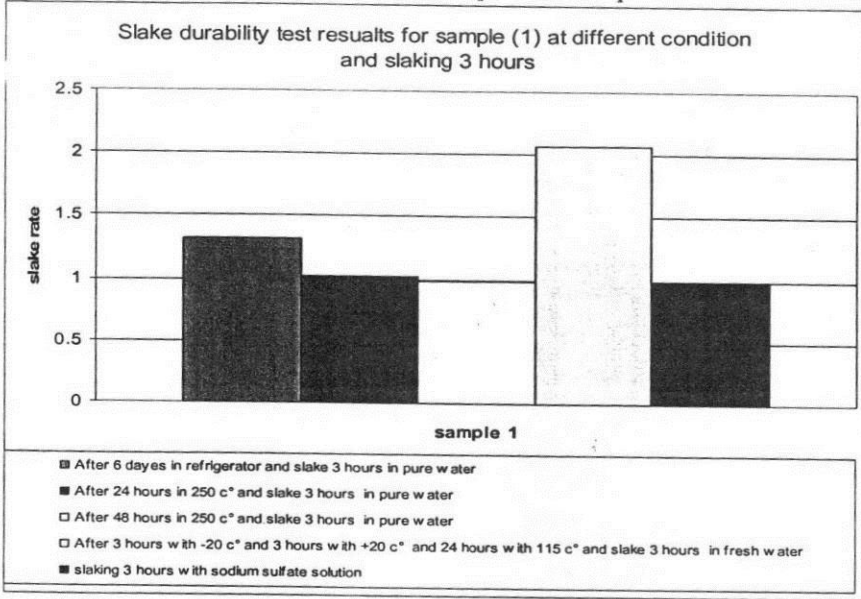


FIGURE (9) shows the slake ratio of the rock sample no 2 slaked three hours in different conditions

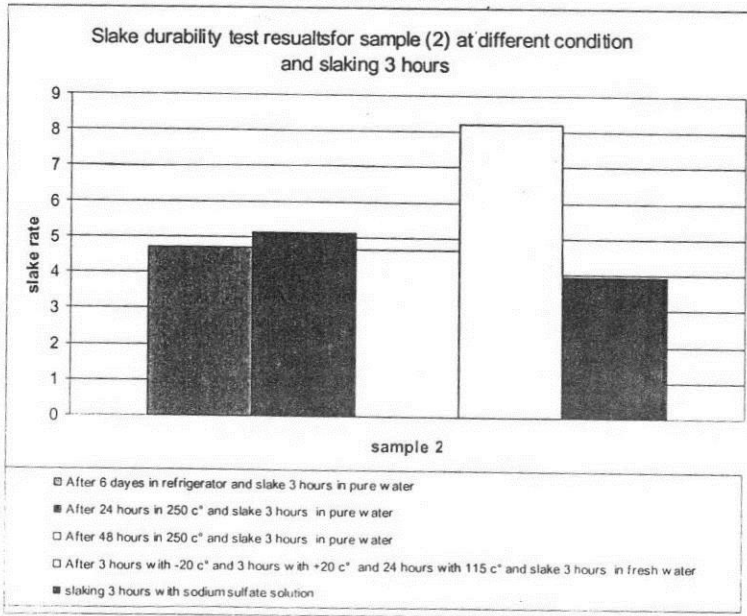


FIGURE (10) shows the slake ratio of rock sample no 3 slaked three hours in different conditions

8. Case No. 9 :slake ratio of rock sample number (3) at different conditions

For this case we slaked sample No.3 for 3 hours but in different severe conditions. As shown in Figure 11 the rate of slaking in case of cyclic temperature under severe condition is greater than in the other conditions. The other conditions almost have the same slake ratio. The maximum rate of slaking is about 6.0% and the minimum rate of slaking is about 4.0 %. From the above we conclude that this sample is durable against all severe conditions but it is weak compared to sample 1 and durable than sample 2.

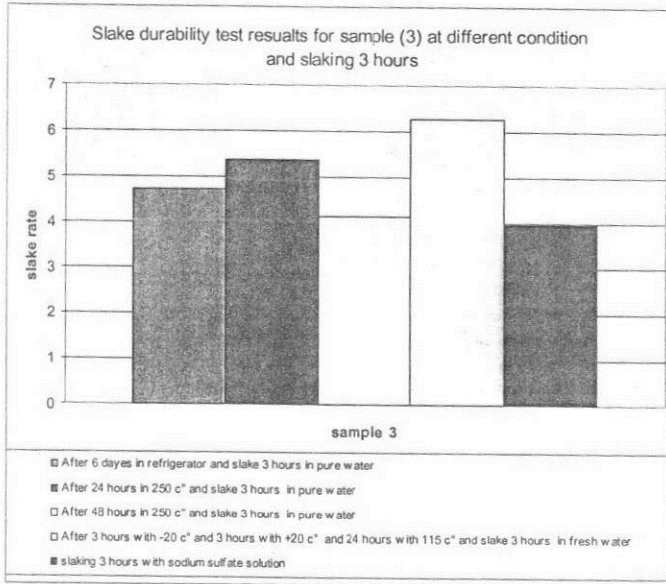


FIGURE (11) shows the slake ratio of rock sample no 3 slaked three hours in different conditions

Sample Crack Description

After various cycles of slake tests there is no difference in shape of the four samples. No any crakes appeared in the samples, just rounded in the corners.

Porosity

The porosity of all the four samples are tabulated in table (2)

Sample No.	Porosity (%)
1	0.96
2	0.87
3	0.92

It is clear that the four samples have almost the same porosity and there is no big difference between the values.

Point Load

The compressive strength of all the three samples are tabulated in table (3). It is clear that the sample number 1 has the maximum compressive strength of the three samples and equal to 47.66 kg/cm², the weak sample is sample number 2. Sample number 3 has good compressive strength. So, the Egyptian limestone rocks of El-Faiyum have high to very high strength.

Table (3) rock samples compressive strength kg/cm²

Test No.	Rock sample (1)	Rock sample (2)	Rock sample (3)
1	46.88	24.49	37.76
2	39.06	5.82	36.73
3	44.53	8.16	32.65
4	47.66	24.49	26.53
5	37.50	8.16	
6	38.28	22.96	
7	34.38	10.20	
Maximum	47.66	24.49	37.76
Minimum	34.38	5.82	26.53
Average	41.18	14.90	33.42

Conclusions

The following conclusions can be drawn from the experimental investigation:

1. Fe₂O₃ and MgO ratios of the rock samples have a big effect on the durability.
2. The slake durability index of sample number 1 is very low compared to the slake durability of the other samples.
3. The point load strength of the sample number 1 is higher than the strength of the other rock samples.
4. The cyclic temperature change test is the best test to check the durability of rock samples.
5. Samples number 1 is considered the most durable rock sample of the group.

References

- ASTM. (1957). "Tentative method of test for resistance of concrete specimens to rapid freezing and thawing in water." Designation C290- 57T, revised1957, 685-687.
- ASTM. 1990. "Standard test methods for slake durability of shale's and similar weak rocks." Annual book of ASTM standards , Vol. 4.08, Philadelphia, 363-862.
- ASTM. (1997) "Standard test method for evaluation of durability of rock for erosion control under freezing and thawing condition." Designation D 5312-92. reapproved 1997, Philadelphia, 1-3.

- Brown, E.T., ed. (1981). Rock characterization testing and monitoring-ISRM suggested methods, International Society for Rock Mechanics, Pergamon, Oxford, U.K.
- Dhakal, G. P., Yoneda, T., Kato, M., and Kaneko, K. (2002). "Slake durability and mineralogical properties of some pyroclastic and sedimentary rocks." *Int. J. Eng. Geol.*, 61(1), 31-45.
- Dick, J. C., and Shakoor, A. (1995). "Characterizing durability of mud rocks for slope stability purposes." *Geol. Soc. America, Rev. Eng. Geol.*, Vol. X, 121-130.
- Franklin, J. A., and Chandra, A. (1972). "The slake durability test." *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.*, 9, 325-341.
- Hudec, P. P. (1989). "Durability of rock as function of grain size, pore size, and rate of capillary absorption of water." *J. Mater. Civ. Eng.*, 1(1), 3-9.
- Inada, Y., and Yokata, K. (1984). "Some studies of low temperature rock strength." *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.*, 21(3), 145-153.
- Neaupane, K. M., Yamabe, T., and Yoshinaka, R. (1999). "Finite element analysis of slope instability resulting from ground freezing and thawing." *Procc.*, 9th Int. Congress on Rock Mechanics, G. Vouille and P. Berest, eds., Balkema, Rotterdam, The Netherlands, 123-126.
- Price, D.G. (1995). "Weathering and weathering process." *Q. J. Eng. Geol.*, 28(3), 243- 252.
- Yamabe, T., and Neaupane, K. M. (2001). "Determination of some thermo-mechanical properties of Sirahama sandstone under subzero temperature condition." *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 38(7), 1029-1034.

Temperature Near Field of a Coaxial Jet Arrangement

Ahmed A. M. Y., Elbaz A. M. and Hussien A. M. M.

Mechanical Power Engineering Department, Faculty of Engineering-Mataria - Helwan University

Abstract

The present study presents temperature measurements in the near region of a compound-jet assembly comprising a central round jet and an annular coaxial jet issuing in a stagnant ambient. The investigation covers the influence of aerodynamic and geometric parameters on the development of the temperature field in the near region. The ratio of the momentum of the central jet to that of the annular jet is the main aerodynamic parameter of the investigation and three values are considered, namely 0.5, 1.0 and 1.5. The geometric parameter examined is the distance separating the two jets. Three values are investigated, namely 1.875, 2.513 and 4.031 as normalized by the diameter of the central jet. For all geometries and aerodynamic configurations the annular jet is heated to a temperature of 160 °C above the ambient, while maintaining the central jet at ambient temperature. The temperature field is mapped using a 12.5 μm Chromel/Alumel fork type thermocouple. The results show that the mixing rate increases with lower momentum ratios and closer jets spacing. The size of the recirculation zone is seen to adversely affect mixing between the jets as would normally be expected. The lower momentum ratio examined shows more pronounced influence on mixing between the jets for all geometries.

Keywords: Coaxial jet, Annular jet, Temperature of near flow field, Turbulent jets.

Nomenclature

A_i	area of the central jet orifice	S	dimensionless separating distance
A_o	area of the outer annular slot	T	Mean temperature
D_i	inner diameter of the outer annular slot	T_{eo}	Mean temperature at the exit of the outer jet.
D_o	outer diameter of the outer annular slot	U	mean velocity component in the axial direction
d_i	diameter of the central jet	u	Fluctuating velocity component in the axial direction
r	radial distance measured from the axis of the central round jet	U_{ei}	axial component of the velocity at the exit of the inner jet
$R_{a1/2}$	radial location where $T = \frac{1}{2}T_{eo}$	U_{eo}	axial component of the mean velocity at the exit of the outer jet
R_{ei}	exit Reynolds number of the inner jet	U_r	velocity ratio of the inner jet to the outer jet (U_{ei}/U_{eo})
R_{eo}	exit Reynolds number of the annular jet	Z	axial distance from jet exit
R_{max}	radial location of maximum annular jet temperature		

Introduction

The study of the aerodynamic behaviour of a turbulent coaxial or annular jet is of great interest in many engineering applications. Some experimental work has been done on coaxial jets by investigators in flame reactors and in jets interaction. Arutynov [1] investigated the flow field in a coaxial jet arrangement using hot air for both jets. The air was heated differentially and the temperature and velocity fields were mapped using a total head probe and thermocouples. The velocity ratio U/U_i varied between 0.44 and 2.0 and the diameter ratio D_o/D_i between 1.5 and 3.0, while the temperature difference between the two streams was about 60 °C. Some qualitative conclusions concerning the design of coaxial jet burners could, however, be drawn from the results, namely the effect of the initial velocity and concentration distributions at the nozzles which showed substantial effect on the mean flow field.

Daviller et al [2] also, studied theoretically turbulent coaxial jets in the point of view of large eddy simulation. Initial results showed how it is possible to identify the different flow processes which lead to the transport of fluctuation energy, as well as the physical mechanisms by which that fluctuation energy is transported away from the source region as propagating sound energy. The final goal of this approach was made to investigate the temperature effects on a turbulent subsonic coaxial jet in large eddy simulation. They indicated that the introduction of non-zero vorticity did not affect so much the total fluctuating enthalpy but increased the turbulent transport of the energy of the acoustic fluctuation (ie scattering of sound by turbulence).

Chigier and Beer [3] also used a Prandtl tube for the measurement of the mean velocity profiles in coaxial jets of a specialised design in which the inner and outer nozzles were separated by a solid annular ring. The exit conditions of the inner jet were those of a fully developed turbulent pipe flow. The thick boundary layer at the nozzles exit created a separation bubble that made the flow field quite complex and, made the results valid only for this particular design. A characteristic common to the above investigations was that they were concerned only with the mean velocity field as measured with mechanical probes rather than the structure of the turbulent flow field.

Champagne and Wygnansky [4] measured instantaneous velocity field in a coaxial jet arrangement, for two area ratios A_o/A_i of 1.28 and 2.94, using X-wire hot wire anemometry. The Reynolds number based on exit conditions ranged between 0 and 10^5 for velocity ratio U_o/U_i between 0 and 10. The results showed that the near region close to the exits of the nozzles comprises two potential cores separated by an annular shear layer together with the shear layer between the outer jet and the ambient air. The potential cores terminate when the shear layers join. The flow becomes fully turbulent and the jets continue to mix until they ultimately form an axisymmetric free jet.

In contrast to what Frostall and Shapiro [5] have reported, Champagne and Wygnanski showed that the growth of characteristic width $y_{m/2}$ (where $y_{m/2}$ is the outermost position where $U=1/2 U_{max}$) is insensitive to the change of the velocity ratio and area ratio. The investigation also included the effect of the velocity ratio and the area ratio on the turbulence field where the turbulence intensities were found to closely follow the mean velocity profile as might be expected.

Ribiero and Whitelaw [6] reported hot-wire measurements in free coaxial turbulent jets evolving from a fully developed pipe and annulus flows. The study was limited to a velocity ratio U_o/U_i of unity and the measurements were extended to approximately sixteen outer diameters downstream of the exit. The results showed that coaxial jets tend to develop faster than single jet due to the wake of the inner pipe wall and the fully developed nature of the flow at exit. In a later publication, [7], they reported measurements in the developing region of coaxial axisymmetric free jets. The study covered three values of the velocity ratio U_o/U_i , namely 0.65, 1.0, and 1.48. In the upstream region, the flow comprised two cores, resulting from pipe and annular flows, and a mixing region between the two streams, characterized by considerable turbulent production.

Durao and Whitelaw [8], and Habib and Whitelaw [9,10] also studied the mixing between coaxial flows, both confined and unconfined, through extensive hot wire and laser-Doppler anemometry (LDA) measurements, employing fully developed pipe and annular jet flows; even if these conditions might have an application interest, they did not allow for a clear analysis of the effect of the outlet conditions on the mixing between the two streams to be carried out. By means of (LDA) and a hot wire anemometry measurements Buresti *et al.*[11] gave data on mean axial velocity profiles, axial and radial turbulence intensities and shear stress for the initial and intermediate zones of a particular coaxial jet

configuration. They also used hot wire spectra of the two velocity components to derive the prevailing frequencies of the fluctuating flow field.

Warda *et al* [12] carried out LDA measurements in a coaxial turbulent jet at a constant velocity ratio U_c/U_o of 2. The results showed that the reduction in the absolute values of the velocities of both streams while keeping the same velocity ratio constant made the coaxial jet decay faster along the centreline. In addition, similarity of the radial profiles of the axial mean velocity was obtained in the fully merged region.

Zhdanov *et al* [13] presented experimental results on the mixing process, behind the nozzle, in a confined coaxial jet mixer in two mixing regimes using LDV measurements over the range $0.1 < x/D < 9.1$. In the first mixing regime, a recirculation zone developed just downstream of the exit plane, while the second regime lied at a distance within the co-flow regime. In both regimes, the mixing process was studied at $Re_d = 10000$. Bogey *et al* [14] carried out a simulation of a hot coaxial jet in high stream velocities where high levels of turbulence intensity were specified at the nozzle exit. A good agreement was observed for turbulence intensity in terms of directivity and levels for a coaxial jet displaying same stream velocities and temperatures, and a high Reynolds number. Moreover, acoustic and noise in coaxial jets have been studied, see for example Koh *et al* [15]. They analyzed by a hybrid method the generation of noise in single and coaxial turbulent jets. They investigated the acoustic fields of one isothermal single stream jet and two coaxial jets.

None of the studies cited herein exerted enough effort to explain the structure and mixing of the flow in the zone between the central and annular jets, the mechanism of mixing or the effect of geometry on the structure of the flow field. The effect of the separating distance between the central and annular jets in the case of coaxial jets, the creation of the recirculation zone and the boundary of this zone on the developing of the mixing had not been investigated in detail.

The present study was intended to present an assessment of the influence of the various aerodynamic and geometric parameters on the temperature field in the near region of annular turbulent jet concentric with a central round jet as shown in Fig.(1). A methodical set of measurements was carried out to map the temperature fields under heating of the outer annular jet while keeping the central jet at ambient conditions. The investigation covered a number of separating distances $S = (s/d_i)$ and momentum ratios $U_r = (U_{c,i}/U_{o,i})$ as detailed below.

Experimental Arrangement

The test rig, schematically illustrated in Fig.(2), comprised an air supply line for the annular heated jet and an air supply line for the central jet. The annular jet line was fitted with settling chambers to reduce the oscillations in the flow arising from the 2.2 kW radial air blower. The heated stream of the annular jet was a mixture of the combustion products of a premixed gaseous flame and the main air stream. The mixture at the jet exit was analysed in order to establish its composition. The analysis revealed that the combustion products are heavily

diluted in the main air stream such that properties of air could be assumed without significant error.

The Experimental Program

The basic configuration of the exit section consisted of a central rounded nozzle surrounded by an outer annular slot as shown in Fig.(1). The diameter of the inner nozzle was 8mm selected on basis of the maximum flow rate available from the blower. This flow rate together with the diameter of the nozzle ensured: i) a value of Reynolds number, Re_i based on the exit conditions, lying within the turbulent region, ii) small blockage ratio of 0.0064 between the nozzle and the measuring probes, and iii) reasonable spatial resolution for the measuring probes.

The mean temperature field was mapped using a $12.5\mu m$ fork-type K thermocouple. The temperature measurements were carried out under three different values of the momentum ratio U_{ei}/U_{eo} (referred to henceforth as U_r) of 0.5, 1.0 and 1.5. Moreover, three exit geometries, differing in the distance s separating the jets, c.f. Fig. (1), were investigated under heating conditions and for the three momentum ratios mentioned above. The dimensionless distance S ($=s/d_i$) separating the two jets was taken as 2.531, 1.875 and 4.031 and are referred to here as $disk_1$, $disk_2$ and $disk_3$ respectively. A summary of the geometrical and aerodynamic parameters is given in Table (1).

Table (1) The Experimental Parameters.

	Geometric Parameters						Exit Conditions				
	d_i mm	D_i mm	D_o mm	s mm	S (s/d _i)	A_i/A_o	U_{ei} m/s	U_{eo} m/s	U_r U_{ei}/U_{eo}	Re_i	Re_o
Disk ₁	8	48.5	64.5	20.25	2.531	0.035	21.35	42.30	0.5	1.0×10^4	4.4×10^4
							42.34	42.30	1.0	2.0×10^4	4.4×10^4
							63.45	42.35	1.5	3.6×10^4	4.4×10^4
Disk ₂	8	38.5	57.5	15.00	1.875	0.035	22.0	42.4	0.5	1×10^4	9.6×10^4
							42.5	42.5	1.0	2×10^4	9.6×10^4
							64.0	42.4	1.5	3.7×10^4	9.6×10^4
Disk ₃	8	58.5	72.5	32.25	4.031	0.035	21.5	42.25	0.5	1×10^4	7×10^4
							42.5	42.55	1.0	2.1×10^4	7×10^4
							63.5	42.48	1.5	3.6×10^4	7×10^4

Results and Discussion

The mean temperature profiles at $Z_i=1$ for $disk_1$ and momentum ratio $U_r=1$ are shown in Fig.(3) together with the mean velocity and turbulence intensity profiles as reported in the previous work of Ahmed *et al* [16] for easy reference. The temperature profile suggests four distinctive zones with respect to the temperature variation within each. The first two are the peak and trough temperatures corresponding to the potential cores of the annular and central jets, respectively. These feature nearly constant temperature levels and are bounded by zones of steep temperature gradients, a characteristic of the shear layers observed in the velocity profile. The other two zones span the reversed flow region and feature two temperature plateaus of comparable width and temperature levels. The two plateaus correspond to the two main vortices within

the recirculation bubble, schematically illustrated in *Fig.(1)*. The nearly constant temperature levels across these two latter zones indicate enhanced mixing, conforming with the relatively high turbulence intensity levels. It will be shown later, however, that the two zones under certain conditions merge into one with nearly constant temperature across most of it.

Moreover, the high temperature levels prevailing across the reversed flow region indicate appreciable heat being diffused from the annular jet across the shear layer into the recirculating mass. Part of this heat is diffused to the central jet causing the observed increase in its temperature, while the major part is contained within the recirculation zone.

The development in the temperature profiles in the downstream direction, illustrated in *Figs.(4)*, features rapid merging of the temperature peak of the annular jet with the adjacent temperature plateau indicating high mixing rate in the early developing region. By $Z_i=4.0$, immediately downstream of the merging point lying at $Z_i=3.4$ [16], the boundary separating the two zones is no longer discernable and a single-peaked profile shapes progressively replacing the peak and plateau observed at earlier axial locations.

The merging in this part of the temperature field is associated with steady, nearly linear, drop in the peak temperature of the annular jet as shown in *Fig.(5)*. Moreover, the radial location of the peak temperature is seen in *Fig.(6)* to shift steadily towards the axis of the central jet. This is similar to the trends discussed in [16] for the mean velocity field but at a considerably faster rate and extends farther in the downstream direction. This, it is believed, is due to the more complex modes of heat transfer as compared to those of momentum transfer. Moreover, the relative spread of the annular jet, represented by $R_{a1/2}$ (the location where $T/T_{eo}=1/2$) is seen from *Fig.(6)* to be nearly linear. The contours of normalized temperature T/T_{eo} , illustrated in *Fig.(7)*, show clearly that this shift of the peak of the annular jet toward the central jet axis extends to nearly $Z_i=10$.

On the central jet side, the potential core is seen from *Fig.(5)* to extend to $Z_i \approx 2.0$ beyond which a rapid increase in the centre-line temperature takes place and continues to $Z_i \approx 7.0$. By $Z_i \approx 6.0$ the shear layer of the central jet vanishes, as *Fig.(4-c)* indicates, and the rate of heat transfer to the central jet drops substantially as suggested by the very slow subsequent rise in the centre-line temperature in the downstream direction. By $Z_i=12.0$ the mixing between the central and annular jets is nearly complete and the temperature distribution now assumes a flattop profile indicating a single jet in an early stage of development.

The mixing between the annular and central jets may, therefore, be viewed as taking place across the recirculation zone separating the two jets in the early developing stage. Through the intermediate and late developing stages downstream of the recirculation bubble and extending to $Z_i=12.0$, the jets mix through direct diffusion from the annular jet to the central jet.

The axial variation of the peak temperature of the annular jet and the centre-line temperature of the central jet for *disk1* for different momentum ratios are shown in *Figs.(8 a&b)*, respectively. The decay of the annular jet's peak temperature is seen to be nearly linear and dependent on the momentum ratio such that higher momentum ratios result in faster decay. This can only be explained as due to the influence momentum ratio has on the rate of heat transfer in the early developing stage. With reference to *Figs.(8-b,9&10)*, it is evident that the lower momentum ratio is associated with a reduction of the extent of the potential core of the central jet. It is also evident from these figures that the lower the momentum ratio the higher the centre-line temperature is in the early developing region where for the lowest momentum ratio Ur of 0.5, *Fig.(8-b)* shows that, in addition to the absence of the potential core, the centre-line temperature is consistently much higher than that for $Ur=1.0$ and 1.5.

The above observations for $Ur=0.5$ suggest considerably higher heat transfer rates to the central jet across the recirculation zone in the very early developing stage. The high temperature levels along the centre-line mean smaller temperature gradients across which heat transfers from the annular to the central jet. With this in mind, the slower rate of increase of the centre-line temperature shown in *Fig.(8-b)* up to $Zi=4.0$, and the slower decay rate of the annular jet's peak temperature in *Fig.(8-a)* could be explained.

The higher momentum ratios, on the other hand, show in *Fig.(8-b)* modest centre-line temperature levels implying relatively high radial temperature gradients and, consequently, heat transfer rates to the central jet. These high gradients are further seen to persist farther downstream with the higher momentum ratio maintaining relatively larger heat transfer rates farther downstream. This is also believed to result in the observed higher decay rates of the annular jet's peak temperature observed in *Fig.(8-a)* for higher momentum ratios.

The normalized mean temperature contours for *disk1* are illustrated in *Figs.(11&12)* for momentum ratios $Ur=0.5$ and 1.5, respectively. The contours exhibit the inward shift of the location of the peak temperature of the annular jet discussed above for $Ur=1.0$. However, the higher momentum ratio contours reveal steeper temperature gradients prevailing between the two jets discussed above. The radial location of annular jet's peak temperature is shown in *Fig.(13-a)* for the three momentum ratios considered revealing similar trends to those discussed above for $Ur=1.0$. The relative spread of the annular jet is also shown in *Fig.(13-b)* indicating nearly constant spread rates independent of the momentum ratio.

The mean temperature profiles for *disk2* and *disk3* are illustrated, respectively, in *Figs.(14&15)* for the various momentum ratios. The profiles show that the lower momentum ratios are invariably associated with appreciably higher centre-line temperatures irrespective of the jets' spacing. This, as argued above, is due to the massive heat exchange between the jets through the

recirculation zone in the very early stage of development. Figs. (14&15) also show that the two temperature plateaus, extending across the region of reversed flow very early for *disk1*, are replaced by a single region of mild temperature gradient in *disk2*, and a single plateau of nearly constant temperature in *disk3*. This may be due to the wider jets' spacing and the relatively high turbulence intensity levels within the recirculation bubble [16] which, together, provide the opportunity for enhanced mixing and, consequently, more uniform temperature distribution across the reversed flow region.

The mean temperature profiles in Figs.(14&15), together with Fig.(4), further show that for the lowest momentum ratio $Ur=0.5$, the mixing between the annular and central jets is nearly complete by $Zi=12.0$. The degree of mixing is qualitatively judged by the shape of the temperature profile and by the temperature gradient at the centre-line. In this respect the wider jets' spacing is seen to have only limited influence on the delay in mixing between the jets for this momentum ratio. Furthermore, the increase of the momentum ratio for the same geometric configuration produces slower mixing between the jets. This is believed to be dependent on the temperature levels attained by the central jet in the very early stage of development as further discussed below.

The axial variation of the peak temperature of the annular jet and the centre-line temperature are shown in Figs.(16a&b) respectively. The momentum ratio $Ur=0.5$ is seen to exhibit the highest centre-line temperature levels observed earlier in the mean temperature profiles. For this particular momentum ratio the rate of increase of the centre-line temperature in the downstream direction is somewhat inversely proportional to the jets' spacing. This is expected, since with the same temperature levels of the central and annular jets a narrower spacing implies steeper temperature gradient and, accordingly, higher heat transfer rate. This is reflected in, and supported by, the lower decay rate of the annular jet's peak temperature with wider jets' spacing shown in Fig. (16-a).

The higher momentum ratios, on the other hand, are seen in Fig.(16-b) to produce relatively longer potential core and steeper rise in the centre-line temperature immediately downstream of it. This indicates higher transfer rates, downstream of the potential core, from the annular to the central jet. This is supported by the faster decay rate of the annular jet's peak temperature shown in Fig.(16-a). The decay of the peak temperature of the annular jet is seen to be nearly linear for all jets' spacing and momentum ratios, with the decay rate being dependent on the rate of heat exchange with the central jet.

The location of the annular jet's peak temperature illustrated in Fig.(17) confirms these observations and exhibits trends similar to those depicted earlier in Fig. (13). However, when the radial location is normalised using Di , the inner diameter of the annular slot, all nine distributions tend to reduce to a single curve despite the wide scatter that could be attributed to the involvement of more than one mode of heat transfer in this region. The relative spread of temperature, shown in Fig.(18) also exhibits nearly constant spread rates,

Conclusion

An experimental programme for investigating the temperature fields in a compound-jet arrangement is reported. The geometric configuration featured a central round jet and an annular jet, with a separating distance in between, discharging into a stagnant ambient. The investigation covered the influence of aerodynamic and geometric parameters on the development of temperature fields in the near region. The main findings and conclusions drawn from the discussion of the experimental results may be summarised in the following:

- The mixing rates between the jets increases with lower momentum ratios and closer jets' spacing. The influence of momentum is more significant as complete mixing between the two jets is seen to occur within the extent of the measurement domain with the lowest momentum ratio for all geometries.
- The recirculation zone does not improve the mixing between the jets. In this respect a coaxial jet arrangement, where the separating distances does not exist, is believed to yield better mixing rates.
- The temperature profiles converge towards the central axis, while the spread of the mean temperature profiles is linear and independent of the momentum ratio and geometry.

References

1. Arutyunov, V.A. (1963) "Concerning mixing processes in coaxial turbulent streams", *Izv. Vyssh. Ucheb. Zaved. Vol. 11*, pp. (207-215).
2. Daviller, G., Comte, P., and Jordan, P. (2009) "Toward Source Analysis of Turbulent Coaxial Jets in Large-Eddy Simulation", *19^{ème} Congres Francais de Mecanique*, pp. (24-28).
3. Chigier, N. A. and Beer, J. M. (1964) "The Flow Region Near the Nozzle in Double Concentric Jets", *J. Bas. Eng. Vol. 86*, pp. (797-804).
4. Champagne, N.A. and Wygnanski, I. J. (1971) "An Experimental Investigation of Coaxial Turbulent Jets", *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 14, pp. (1445-1464).
5. Forstall, W. and Shapiro, A.H. (1951) "Momentum and Mass Transfer in Coaxial Gas Jets", *Trans. ASME. J Appl. Mech. Vol. 18*, pp. (219-228).
6. Ribeiro, M.M. and Whitelaw, J.H. (1976) "Turbulent Mixing of Coaxial Jets with Particular Reference to the Near- Exit Region", *Trans ASME, J. Fluids Eng.*, Vol. 98, pp. (284-291).
7. Ribeiro, M.M. and Whitelaw, J.H. (1980) "Coaxial Jets with and without Swirl", *J. Fluid Mech.*, Vol. 96, pp. (769-795).
8. Durao, D., and Whitelaw, J. H. (1973) "Turbulent Mixing in the Developing Region of Coaxial Jets", *J. Fluids Engrg. Vol. 98*, pp.(467-473).
9. Habib, M. A., and Whitelaw, J. H. (1979) "Velocity Characteristics of a Confined Coaxial Jet", *J. Fluids Engrg. Vol. 101*, pp.(521-529).

10. Habib, M. A., and Whitelaw, J. H. (1979) "Velocity Characteristics of a Confined Coaxial Jet with and without Swirl", *J. Fluids Engrg.* Vol. 102, pp.(47-53).
11. Buresti, G., Talamelli, A., and Petagna, P. (1994)" Experimental Characterization of the Velocity field of a Coaxial Jet Configuration", *J. Experimental Thermal and Fluid Science.* Vol. 9, pp.(135-146).
12. Warda, H.A.; Kassab, S.Z.; Elshorbagy, K.A., and Elsaadawy, E.A. (2001) "Influence of Different Parameters on the Flow Field of a Coaxial Turbulent Jet", *J. Flow Measurement and Instrumentation.*, Vol. 12, pp.(23-35).
13. Zhdanov, V., Kornev, N., Hassel, E., and Chorny, A. (2006) "Mixing of Confined Coaxial Flows", *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 49, pp.(3942-3956).
14. Bogey, C., Barré, S., Juvé, D., and Baillym C. (2009) "Simulation of a Hot Coaxial Jet: Direct Noise Prediction and Flow-Acoustics Correlations", *Physics of Fluids*, Vol. 21, paper No. (035105).
15. Koh, S.R., Schrödera, W., and Meinke, M., (2010) "Turbulence and Heat Excited Noise Sources in Single and Coaxial Jets", *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 329, Issue 7, pp. 786-803.
16. Ahmed, A.M.Y., Elbaz, A.M, and Hussien, A.M. M. (2008) "Aerodynamics Measurements in the Near Field of a Coaxial Jet Arrangement", *Engineering Research Journal* Vol.117, pp.(M57-M78).

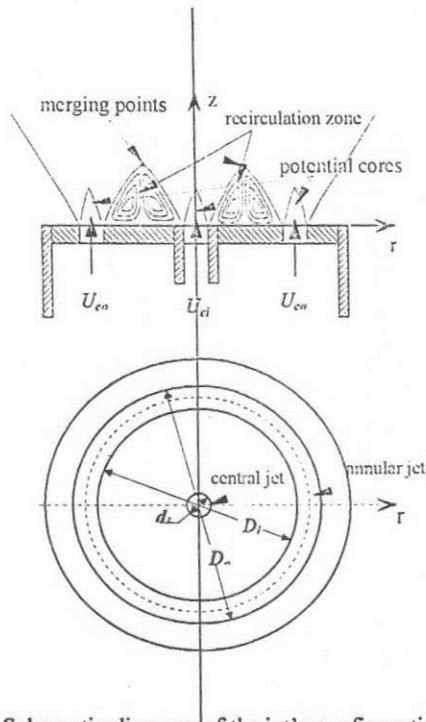


Fig.(1) Schematic diagram of the jet's configuration.

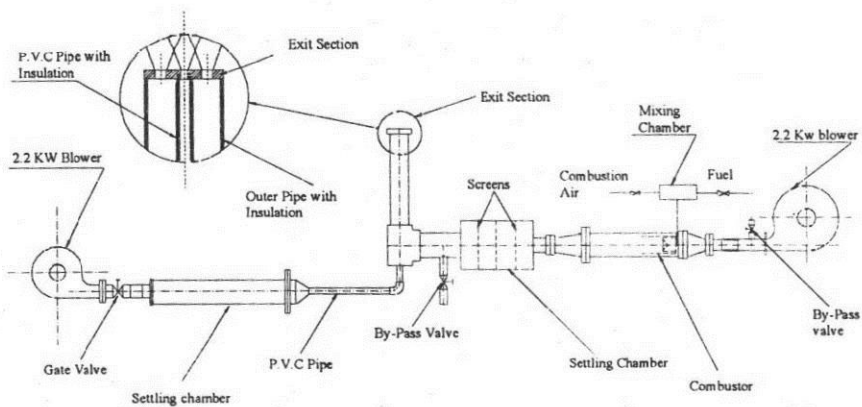


Fig.(2) Schematic layout of the test rig.

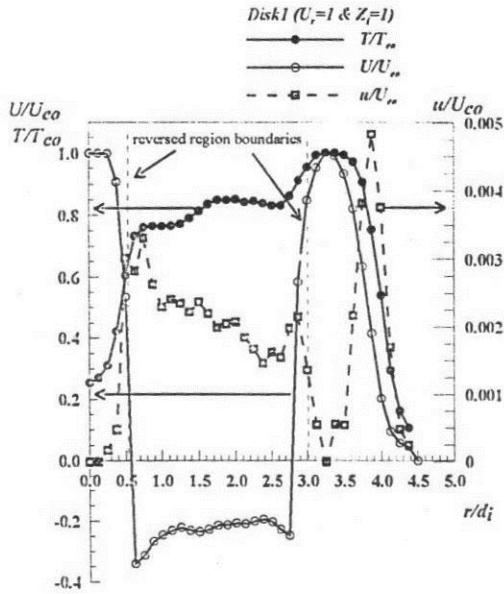


Fig.(3) Mean velocity profile - mean temperature profiles and turbulence intensity (disk1, $U_r=1$, $Z_i=1$).

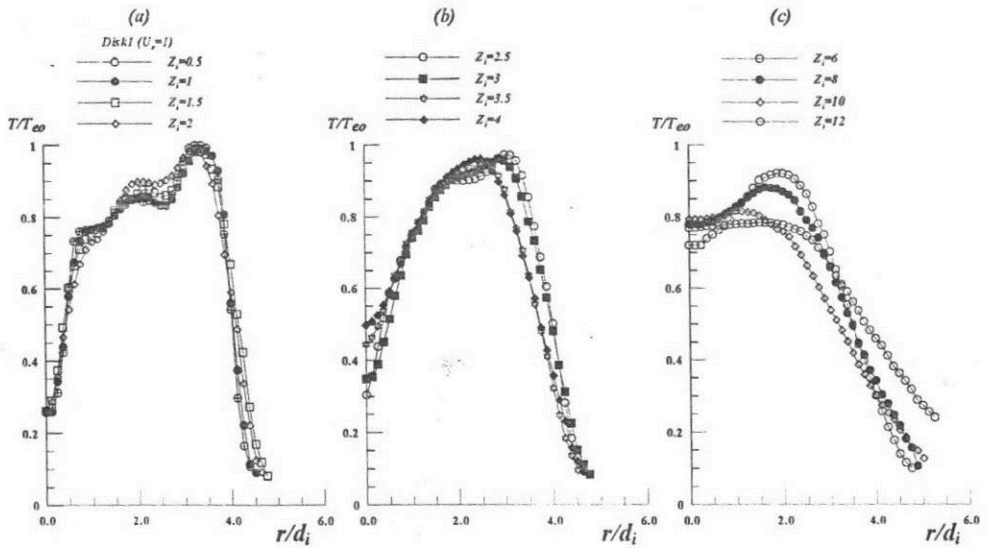


Fig.(4) Radial profiles of mean temperature (disk1, $U_r=1$).

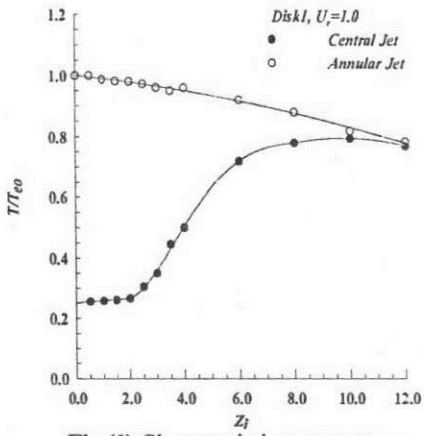


Fig. (5) Characteristic temperature decay.

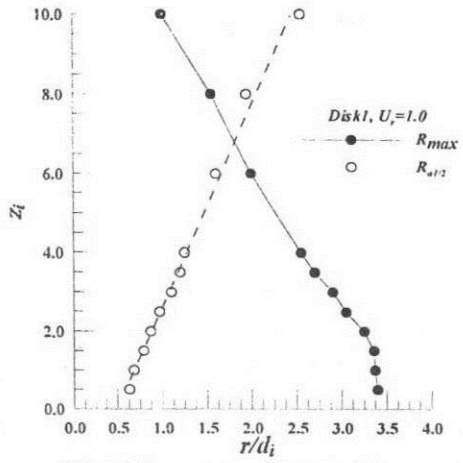


Fig. (6) Temperature spread of the annular jet.

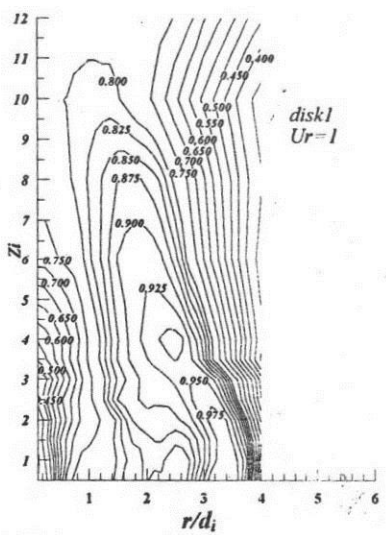


Fig. (7) Mean temperature contours (disk1, $U_r=1$).

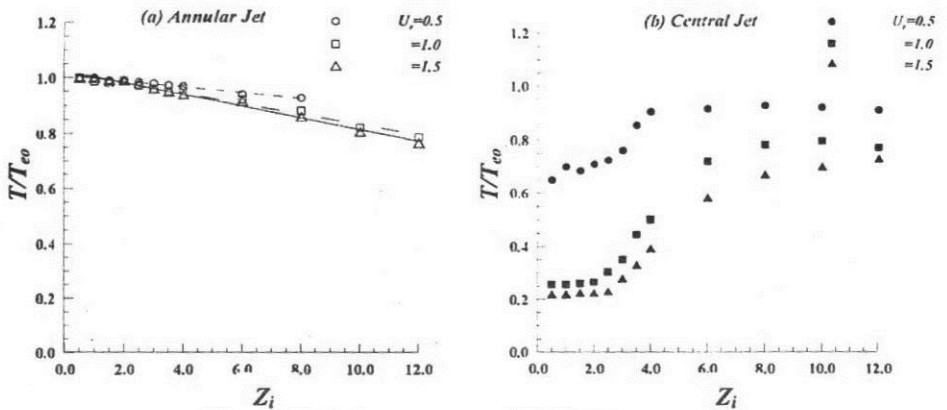


Fig.(8) Axial variation of characteristic temperature (disk1).

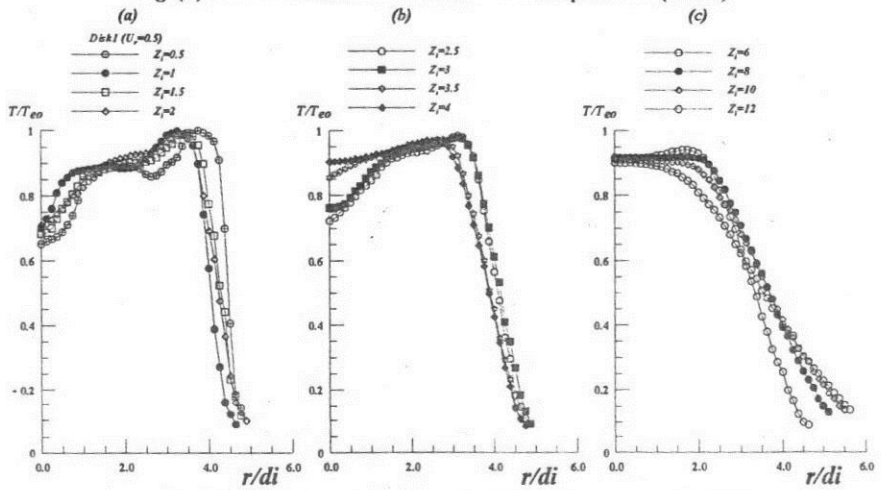


Fig.(9) Radial profiles of mean temperature (disk1, $U_r=0.5$).

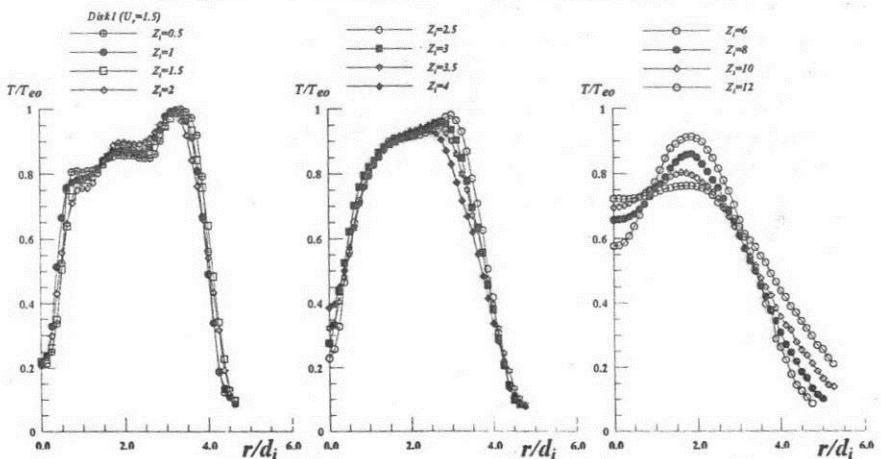


Fig.(10) Radial profiles of mean temperature (disk1, $U_r=1.5$).

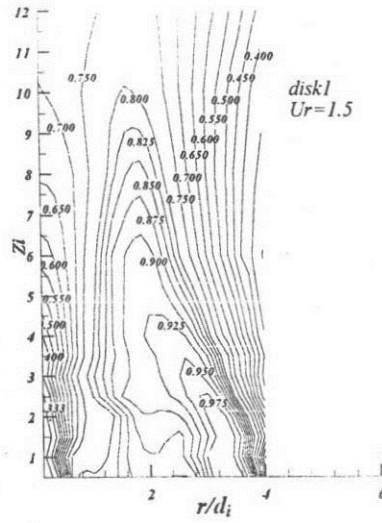
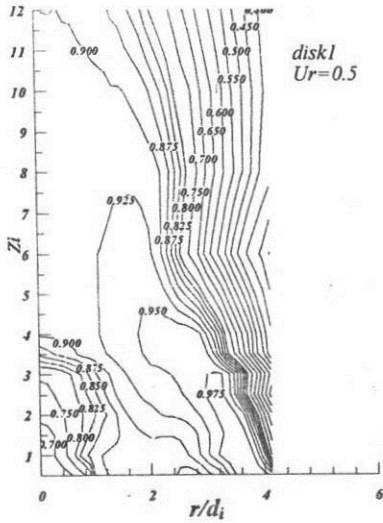


Fig.(11) Mean temperature contours (disk1, $Ur=0.5$).

Fig.(12) Mean temperature contours (disk1, $Ur=1.5$).

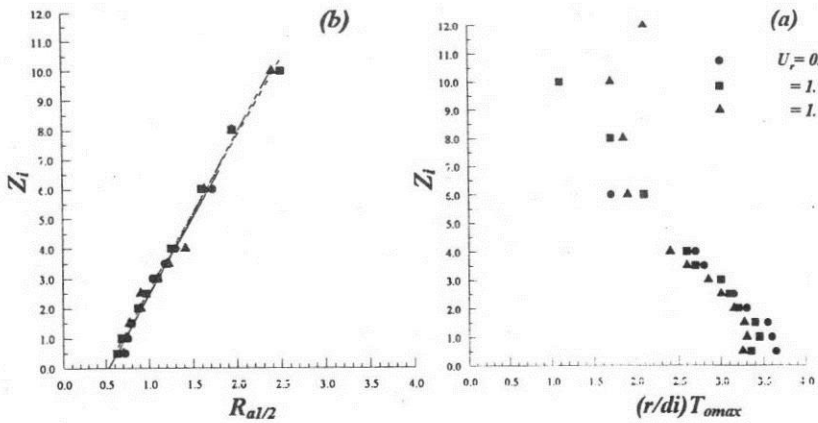


Fig.(13) Radial location of the peak temperature of the annular jet(a)- relative spread of the annular jet (b).

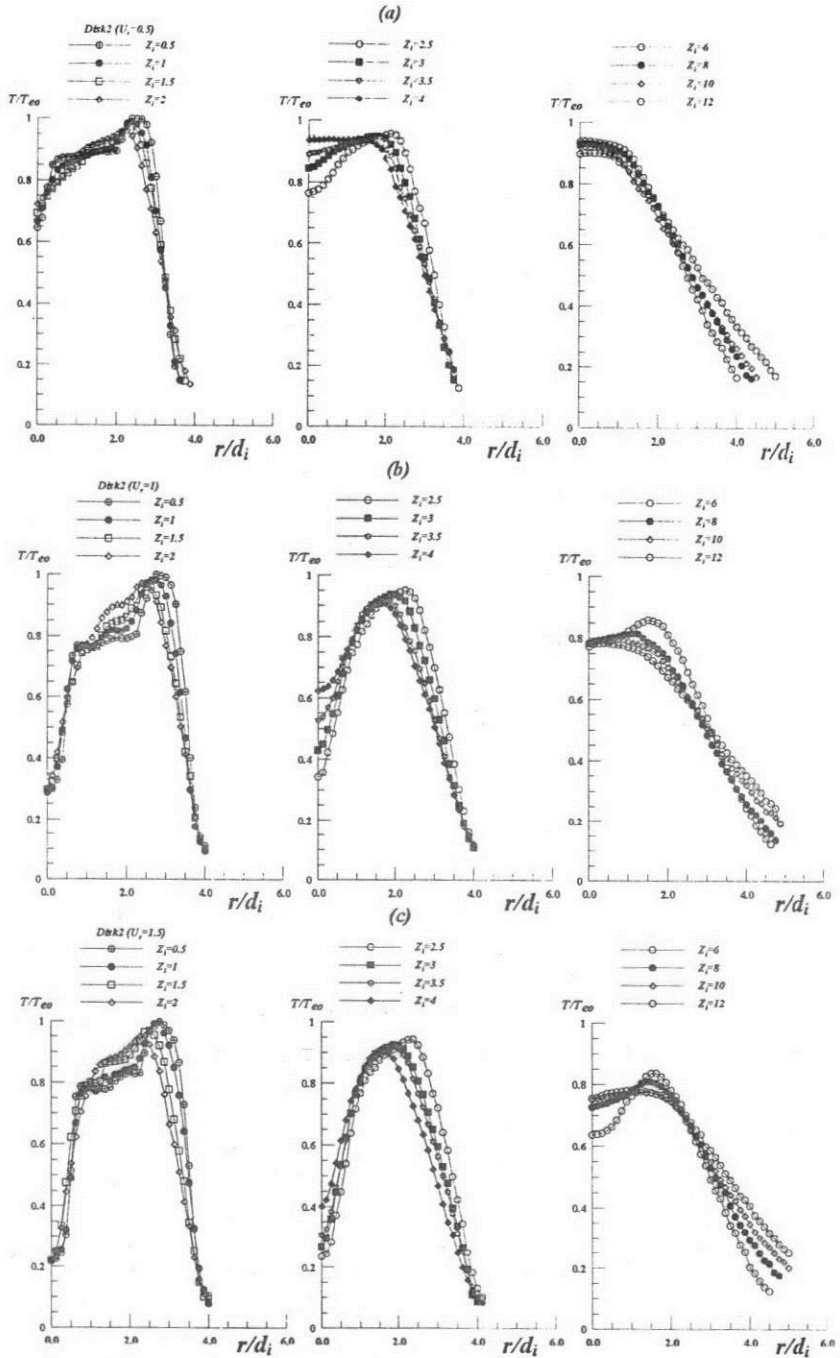


Fig.(14) Radial profiles of mean temperature (disk2, $Ur = 0.5, 1, 1.5$).

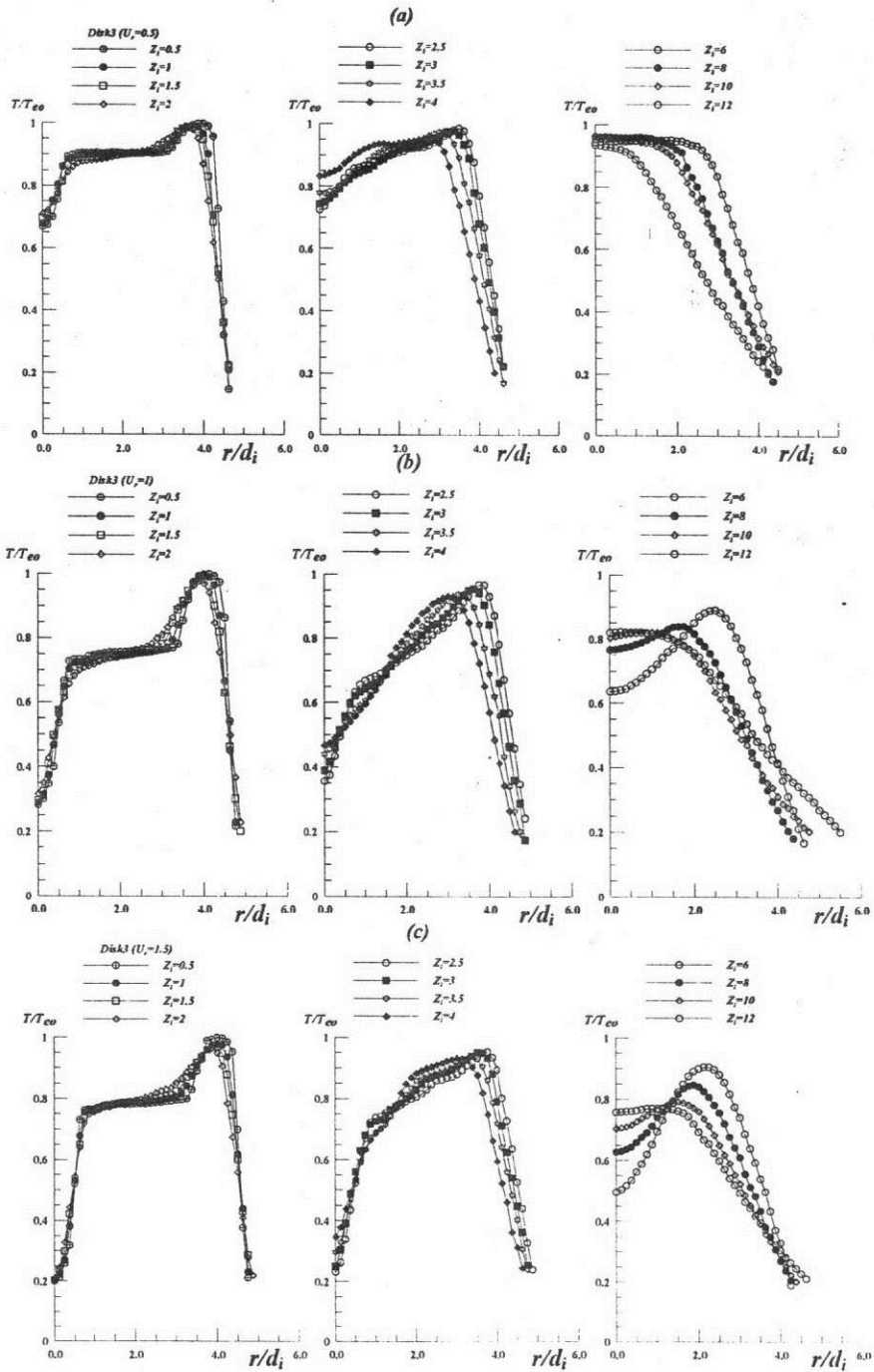


Fig.(15) Radial profiles of mean temperature (disk3, $U_r = 0.5, 1, 1.5$).

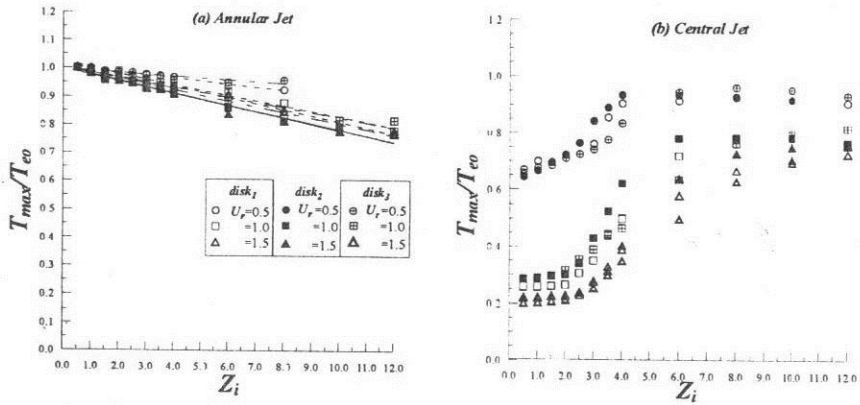


Fig.(16) Variation of the characteristics of temperatures with the momentum ratio.

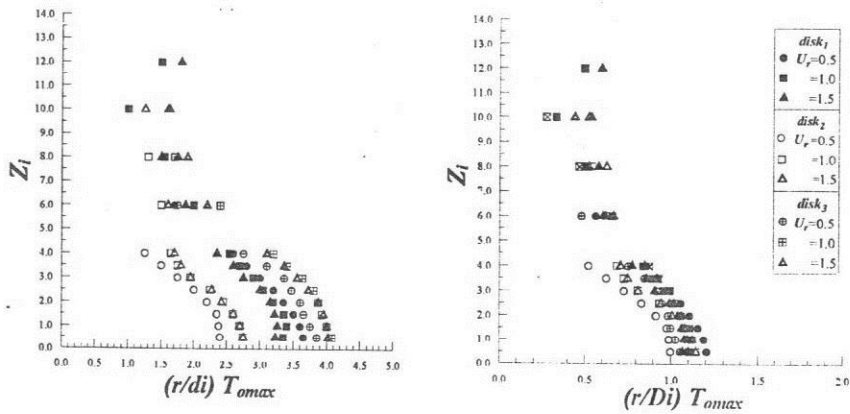


Fig.(17) Radial location of the peak temperature of the annular jets.

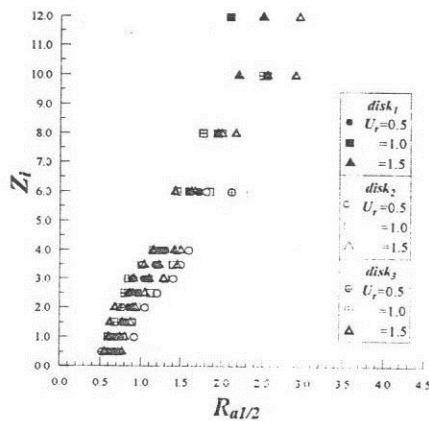
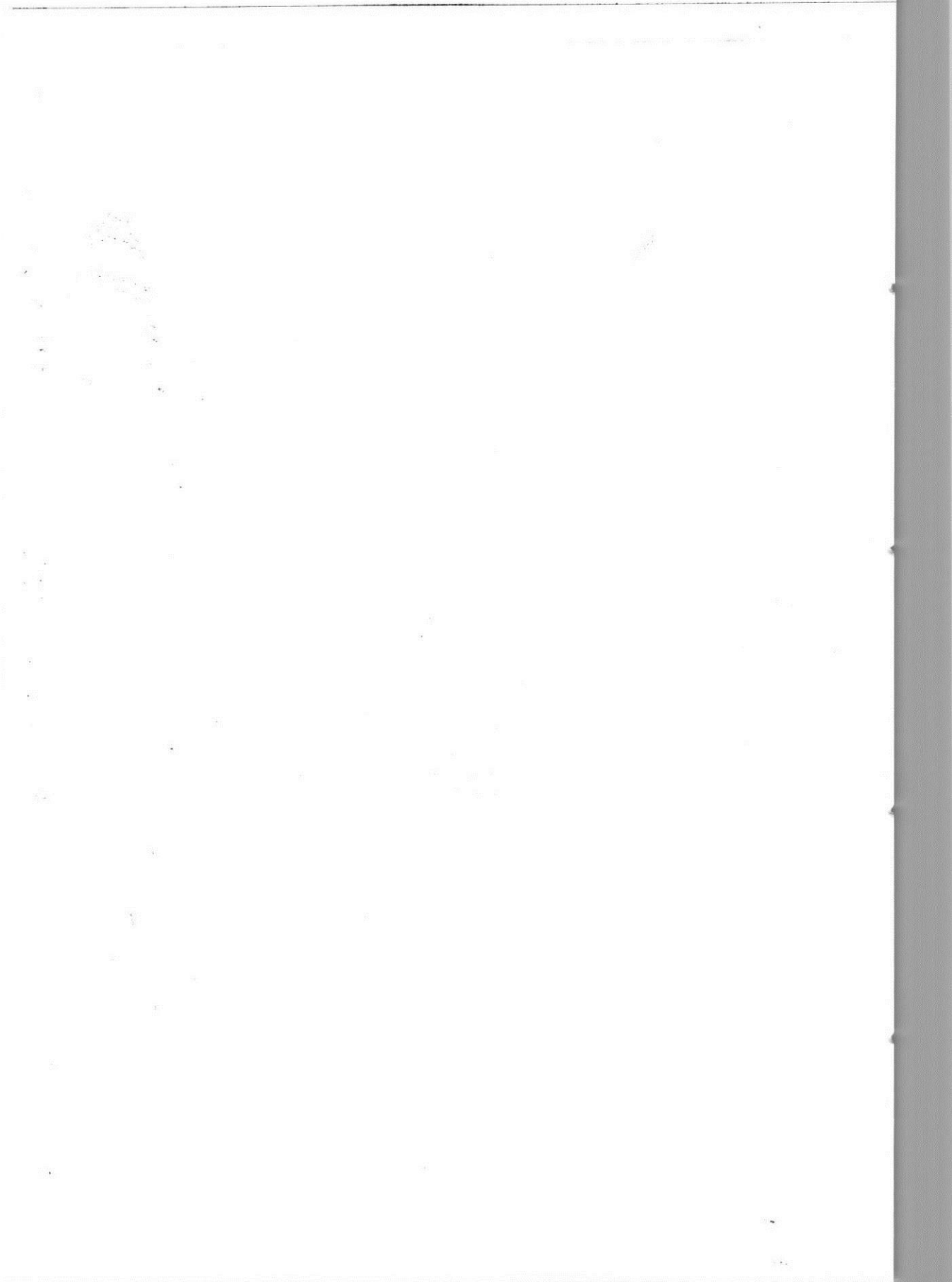


Fig.(18) Relative spread of the annular jet.





An Experimental Study on the Start-up Tribological Behavior of Hydraulic Cylinder Seals

Asmaa A*, Prof. Alaa M. El-Butch†, . Morcouc I. Ghobrial‡ and Dr Mohamed F. Hussien§

Abstract

Hydraulic cylinder seals are used to allow a shaft and piston to slide through the device while preventing working leakage of fluid. Nowadays, great deal of attention has been paid to the importance of environmental protection which has given particular emphasis to leakage control. An ideal seal should prevent leakage with tolerating minimum frictional energy dissipation at the given operating conditions. The durability of seals must be insured under the existing operating conditions.

In the present paper, frictional properties is evaluated for reciprocating sliding seals. Two seal types and two hydraulic fluids are used to study the effect of frequency of the reciprocating sliding pressure and the sliding speed of the rubbing surfaces will be studied. The results have shown some interesting relationships between the tribological behavior of the seal and the operation conditions.

Keywords: Hydraulic seal, Seal friction

Introduction

Linear hydraulic cylinders are widely used in many engineering applications. Airplanes use linear hydraulic actuators in flying control, landing gear retraction and other utility systems. A reliable operation of such systems and the minimization of leaks from the seals is vital to the performance of the actuator. The contact conditions of a seal have to be studied in detail in order to improve its reliability and performance. For different application fields reciprocating hydraulic seals are friction seals and they show a big variety by design and used materials as well. Except some particular cases these friction seals work on lubricated surfaces.

Seal friction characteristics are important in hydraulic actuation systems designed to combine high precision positioning with favorable dynamic performance. Hydraulic seals typically have non-linear friction characteristics that can impose negative damping on the system [1]. Relatively little experimental work has been carried out on the tribological

* Research student, Factory 18 Ministry of military production ,/saso_264@yahoo.com

† Chairman of the mechanical design Dept, Faculty of engineering, Mataria, Helwan University

‡ Chairman of the mechanical engineering, Dept, Faculty of engineering, Helwan, Helwan University

§ Dean of Technical institute for developed industries, Ministry of military production/

behavior of elastomeric seals in reciprocating motion. Extensive practical work was carried out by Field and Nau [2] carried out further experiments on rectangular seals using optically smooth elastomers. A study on the behavior of the friction of a rectangular seal was carried out using a reciprocating rig, [3]. The results showed that friction is independent of speed for most of the used range but at higher speeds it rises slightly with the reciprocating speed. The friction is also found to be dependent on the roughness of the slider as a considerable increase was observed when a rough surface is reciprocated against the elastomer as compared to using a smooth surface.

In a theoretical work, [1], a conventional reciprocating rod seal is analyzed using shed elasto-hydrodynamic theory and the mixed lubrication Greenwood-Williamson-average Reynolds model. Brian and Suisse, [4], presented a unique physics-based analytic model for dynamic seal friction in hydraulic actuators as a function of cylinder pressure, seal material, piston rod dimensions, piston rod seal gland dimensions, and other influencing factors. In another research, [5], it was found that a system of a rubber seal and a properly selected and installed back-up ring is shown to be often significantly more efficient in terms of fluid leakage than the seal without the back-up ring. Wassink D B et al [6] and Kawahara Y et al [7] have measured seal friction experimentally. Kaneta and co-workers [8] have carried out more recent experimental work on seals.

Experimental work

The current study aims at evaluating the frictional behavior of a standard U configuration type rod seal. A test rig has been constructed and the seal friction forces measured for a range of operating conditions.

The ultimate goal of the experimental work is to measure the friction force between the piston rod and the installed oil seal at different operating conditions. Two different hydraulic oils, two different oil seal materials and a range of operating pressures and speeds are used. In order to achieve this, a specially designed hydraulic circuit has been constructed and the friction force between the piston rod and the seal is measured using a piezoelectric force transducer.

Test Rig

As shown in Fig.1. The test rig consist of a special hydraulic cylinder (1) in which the piston head is removed to eliminate the effect of the forward and backward pressure on the piston head and to consider only the friction force between the cylinder rod and the two seals existing at the cylinder ends. The friction force is measured using piezoelectric force transducer (12) (DeltaTron® Force Transducers- Types 8230) situated between the piston rod and the actuator rod. A pneumatic cylinder (6) is used as an actuator to move the hydraulic cylinder rod to overcome the frictional force at the two seal ends. The speed of the rod movement is controlled by a throttle air valves (7) and (8) of the pneumatic cylinder. The stroke of the rod is adjusted using two limit switches (10), (11). The stroke is limited to 100 mm for all tests.

The speed of the rod is measured by dividing the stroke length (100 mm) by the consumed time. The stroke time is accurately measured by a stop watch. The stop watch works

automatically with limit switches through a simple electric circuit shown in Fig. 2 and Fig. 3 shows a photographic view of the test rig and the measuring system.

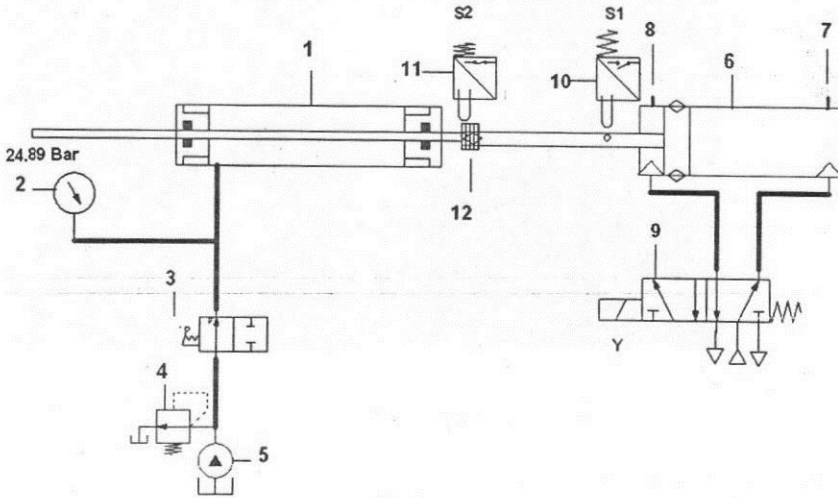


Fig.1 Schematic diagram of the test rig used for rod seal friction measurement
 (1)Hydraulic cylinder , (2) Pressure gauge, (3) Directional control valve 2/2,
 (4) Relief valve, (5) Hydraulic pump, (6) Pneumatic cylinder, (7) throttle air valve, (8)
 throttle air valve, (9) Directional control valve 5/3, (10) Limit switch S1, (11) Limit
 switch S2, (12) piezoelectric force transducer

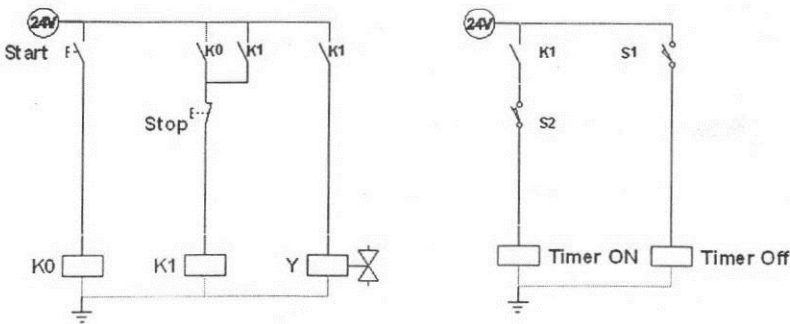


Fig.2 A simple electric circuit used to measure the stroke time.
 (KO, K1) Relays. (Y) solenoid valve, (S1) limit switch, (S2) limit switch

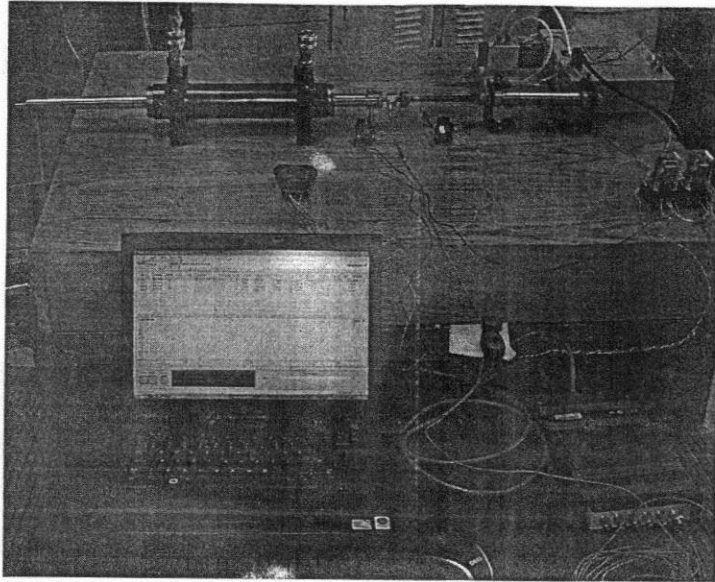


Fig.3 Experimental test rig and measuring system

Oils Specifications

Two commercially available hydraulic fluid types are used. The following table shows their specifications

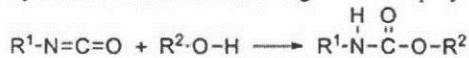
Table 1 Hydraulic oils specifications

Hydraulic fluid type, (commercial Name)	37	68
Degree of viscosity iso	37 C St	68 C St
Density at room temperature	877 kg/m ³	885 kg/ m ³
Open flashing	180	195
Kinematic viscosity at 40°C	35/40m ² /sec	61.2/74.840m ² /sec

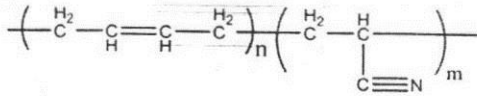
Oil Seal Material Specifications

Two commercially available seal materials are used namely:

- 1- Polyurethane oil seal material: generalized polyurethane reaction



- 2 – NBR oil seal material: Nitrile butadiene rubber



The shape of the used seal is u- ring with size 20*28*4mm

Measurements Procedure

The first oil seal material, (polyurethane), is used and the hydraulic circuit is filled with the first hydraulic oil type (37). All measurements are taken at different speeds and pressures. The second oil seal material (Nitrile butadiene rubber (NBR)) is then used instead of the first one without changing the hydraulic oil, (type (37)), all measurements at different speeds and pressures are taken. The same Procedure is followed but using the second hydraulic oil type, (68) instead of 37.

Test Procedure

The cylinder rod is cycled numerous times to allow the seals to seat properly within their grooves, this also caused the piston rod surface to become lubricated with a very thin film of hydraulic fluid. The cylinder is pressurized to 25 bar to assure that the seals would hold pressure and seat properly when pressurized.

The first results set is taken at a cylinder pressure of 25 bar and actuator speed of 14.2 cm/sec. Friction force was measured by piezoelectric force transducer as shown in Figs.1 &3. The actuator speed is then increased to 12.5cm/sec at the same pressure 25 and friction measurements are carried out. The process is repeated for actuator speeds 11.11,10 and 9cm/sec. It is important to note that the friction force measurements are taken during the extend stroke. The test procedure is repeated at pressures 20, 15, 10 and 5 bar. All friction values are recorded at each pressure for different speed.

Results and Discussions

Figs. 4, 5, 6 and 7 show samples of the variation of the friction force between the two end seals and the piston rod measured by a piezoelectric force transducer with time for different operating conditions.

Test 1 (Oil 37, Polyethylene)

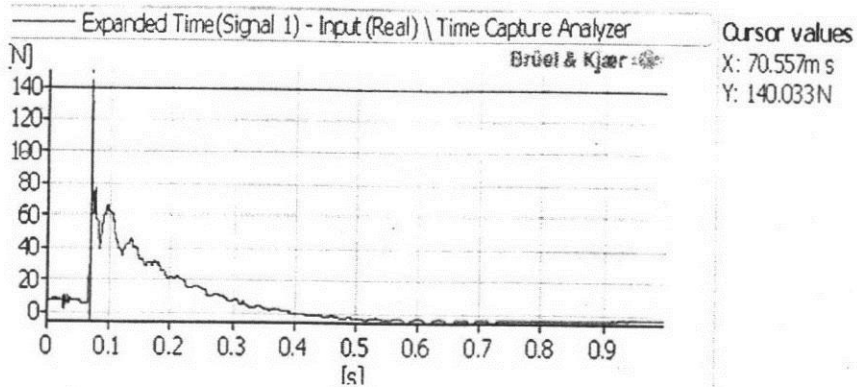


Fig.4 Variation of friction force with time,
P = 25 bar, oil type 37, and seal material Polyurethane and rod speed = 10 cm/sec.

Test 2 (Oil 37, NBR)

Att=.9sec, P=15bar

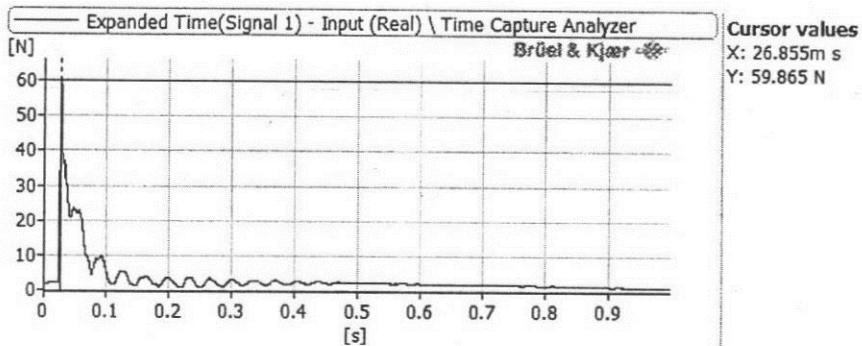


Fig.5 Variation of friction force with time,
P = 15 bar, , oil type 37, and seal material NBR and rod speed = 10 cm/sec.

Test 3 (Oil 68, NBR)

Att=.8 sec, P=10 bar

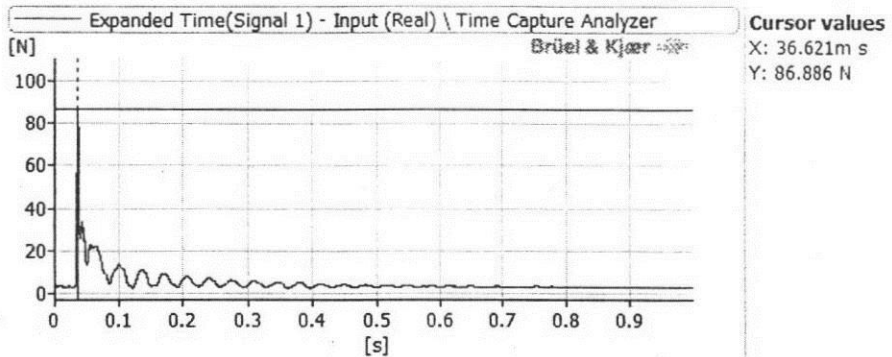


Fig.6 Variation of friction force with time,
P = 10 bar, , oil type 68, and seal material NBR and rod speed = 10 cm/sec.

Test 4 (Oil 68, Polyethylene)

Att=1 sec, P=20 bar

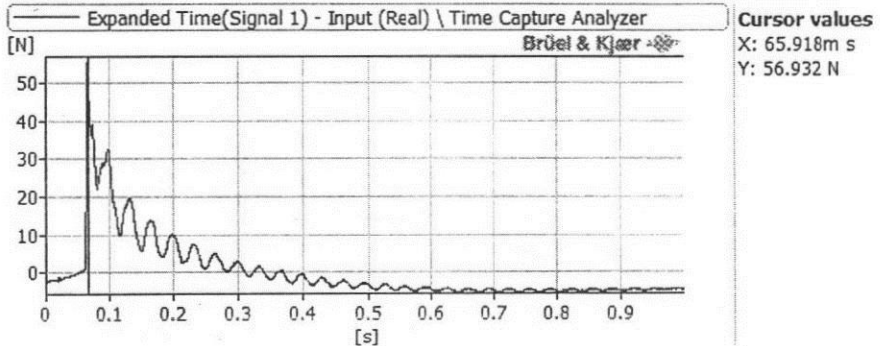


Fig.7 Variation of friction force with time,
P = 20 bar, oil type 68, and seal material Polyurethane and rod speed = 10 cm/sec.

As can clearly seen from the previous figures that the friction force is maximum at the beginning of rod movement. This value represents the static friction, however, the friction force then decreases rapidly with time because the friction is now dynamic.

Effect of Operating Parameters:

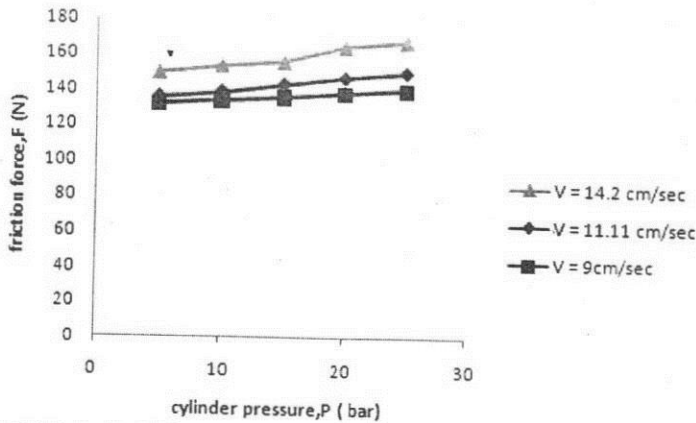


Fig. 8 Effect of cylinder pressure on the friction force at different rod speeds
Seal material (Polyurethane) & Hydraulic oil type (37)

Fig.8 shows the variation of friction force with cylinder pressure at rod speeds of $V = 9$, 11.11 and 14.2 cm/sec, the seal material is Polyurethane and the hydraulic oil type is 37. It is obvious that the friction force increases with increasing the cylinder pressure for all the used piston speeds. Also it can be seen that the greater the rod sliding speed the greater the friction force.

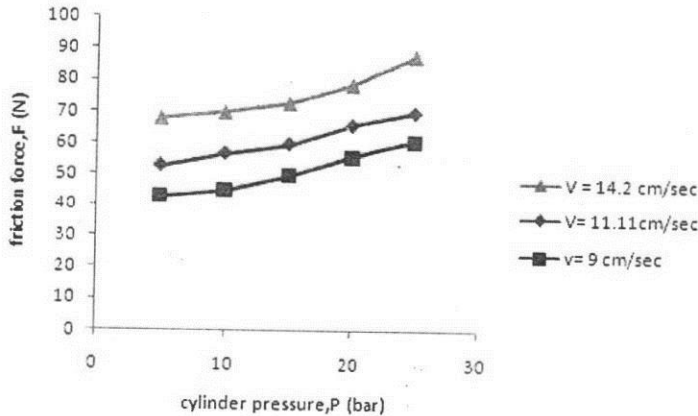


Fig. 9 Effect of cylinder pressure on the friction force at different rod speeds
Seal material (NBR) & Hydraulic oil type (37)

Fig.9 shows the variation of friction force with cylinder pressure at the same operating conditions and used hydraulic oil but with the use of second seal material, (NBR). It is obvious that the same trend of variation is obtained for cylinder pressures and speeds.

From Fig's 8 and 9 we can conclude that the use of NBR seal material gives lower friction values compared to Polyurethane.

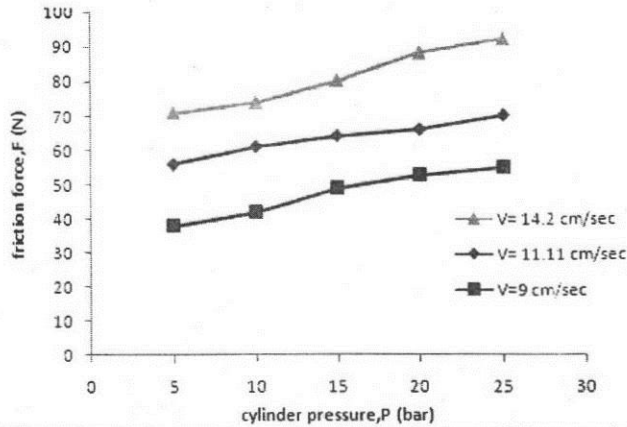


Fig. 10 Effect of cylinder pressure on the friction force at different rod speeds
Seal material (Polyurethane) & Hydraulic oil type (68)

Fig.10 shows the variation of friction force with cylinder pressure at rod speeds of $V = 9$, 11.11 and 14.2 cm/sec, the seal material is Polyurethane and the hydraulic oil type is 68. It is obvious that the friction force increases with increasing the cylinder pressure for all the used piston speeds and. Also it can be seen that the greater the rod sliding speed the greater the friction force.

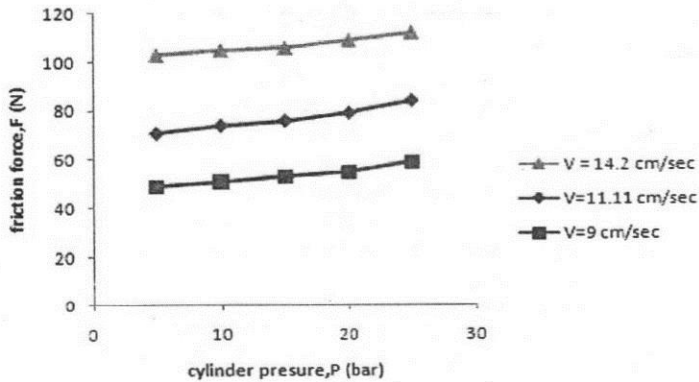


Fig. 11 Effect of cylinder pressure on the friction force at different rod speeds
Seal material (NBR) & Hydraulic oil type (68)

Fig.11 shows the variation of friction force with cylinder pressure at the same operating conditions and used hydraulic oil but with the use of second seal material, (NBR). It is obvious that the same trend of variation is obtained for cylinder pressures and speeds. However, from Fig's 10 and 11 it can be seen that the use of NBR seal material gives higher friction values compared with Polyurethane.

From the last four figures, it is important to note that at low hydraulic oil viscosity, NBR seal material gives lower friction, however with the use of higher hydraulic oil viscosity, Polyurethane seal material gives relatively lower friction compared to NBR.

Conclusion

From the present experimental work, the following points can be concluded;

- 1- The friction force and hence, the frictional losses increase with the increase of cylinder pressure.
- 2- The friction force increases with the increase of rod sliding speed
- 3- With low hydraulic oil viscosity, the use of NBR seal leads to lower friction and power losses compared with Polyurethane seal.
- 4- To reduce friction losses at higher hydraulic oil viscosity it is recommended to use Polyurethane seal instead of NBR.
- 5- The life time of the Polyurethane seal material is greater than that of NBR under the same operating conditions.

References

- [1] A. K. Bullock, D. G. Tilley, D. N. Johnston, C. R. Bowen and P S Keogh, "Non-linear friction in reciprocating hydraulic rod seals: simulation and measurement", 7th International Conference on Modern Practice in Stress and Vibration Analysis, IOP Publishing Journal of Physics: Conference Series 181, (2009).
- [2] Field, G. J, and Nau, B. S., "The Lubrication of Rectangular Rubber Seals Under Conditions of Reciprocating Motion", Pt 2, BHRA Report RR 1199, (1973).
- [3] A. Rana, R. Sayles, G. Nikas, I. Jaiis, "An experimental technique for investigating the sealing principles of reciprocating elastomeric seals for use linear hydraulic actuator", Imperial College of Science, Technology and Medicine, Tribology Section.
- [4] BRIAN E. SUISSSE, "Research for dynamic seal friction modeling in linear motion hydraulic piston applications ", M Sc. Thesis, Faculty of the Graduate School of The University of Texas at Arlington, 2005.
- [5] George K. Nikas, " Theoretical study of solid back-up rings for elastomeric seals in hydraulic actuators", Mechanical Engineering Department, Tribology Section, Imperial College London, Exhibition Road, London SW7 2AZ, UK (2004).
- [6] Wassink D. B. et al, "Physically based modeling of reciprocating lip seal friction", J. of Tribology, 123 404-412, 2001.
- [7] Kawahara Y et al, "Oil film formation of oil seals for reciprocating motion", Proc. of the Ninth BHRA Int. Conf. on Fluid Sealing, Netherlands, 1981.
- [8] Kaneta, M., Todoroki, H., Nishikawa, H., Kanzaki, Y., Kawahara, Y., "Tribology of Flexible Seals for Reciprocating Motion", ASME Journal of Tribology, 122(2000), pp. 787 – 795, 2000



Merging the Professional Practice Courses In Architecture Education in Egypt

Nehad Mohamed Eweda

Assistant Professor, Faculty of Engineering, Cairo University

nehad_eweda@yahoo.com

Abstract

Architecture professional practice is the conclusive aspiration of the architecture education; the latter is in charge of maintaining high caliber graduates capable of performing responsible roles, and competitiveness in a global marketplace. Some educational institutions worldwide offer specific courses about “professional practice” in architecture. The motivation in conducting this research is to; validate the need for offering these courses in architecture education in Egypt. This paper applies an analytical comparative methodology and is structured into three parts; part one studies the objectives of architecture education; part two demonstrates some of the educational programs which provide courses about professional practice, and proposes a course content; and part three demonstrates the programs which provide the course in Egypt. It has been noticed that the course is prevailing in worldwide architecture education institutions, while apparently absent in governmental universities in Egypt, but is offered appropriately in the private universities. More attention should be provided for professional practice issues in the governmental education especially that they supply the society with the majority of practicing architects in Egypt. Professional practice could be addressed under four main modules; the nature of the profession; its organization and management; related ethical and legal issues; and finally the challenges of practicing architecture.

Keywords: Professional Practice, Architecture Education, Ethics, Legal Issues.

1. Introduction

The preparation of qualified architects as the goal of the architecture education calls for the persistent developments of curricula to fulfill this goal. Today the marketplace of architecture involves a high level of competence among architects especially with the growing cities and need for urbanization, also within a framework of a global community which rather increases the competence among architects. It has been noticed that global agencies in charge of architecture education continue to set regulations to maintain a credible level of architects capable of performing their responsibilities. Accordingly educational institutions world wide are offering courses about the professional practice of architecture. This paper will discuss this issue and will study the status of architecture education in Egypt, it will investigate if similar courses are offered in Egypt, and how does this affect the level of our graduates.

The paper aims at validating the need for offering courses in the area of professional practice in architecture to prepare qualified graduates capable of competing on both local and global levels. This paper applies an analytical comparative methodology in discussing the professional practice issues in architecture and it is structured into three parts; part one studies the objectives of architecture education and highlights the impact of professional practice preparation; part two demonstrates some of the educational programs which provide courses about professional practice in an attempt to introduce a proposed course content; and finally part three discusses the case in Egypt, demonstrates the programs which provide the course, and comments about the architecture education with regards to professional practice preparation.

2. Reconsidering Architecture Education

The first part of this paper will demonstrate some specifications and recommendations about the preparation of architecture students to be professional architects, according to the publications of the Union Internationale Des Architectes (UIA) and the National Architectural Accrediting Board (NAAB). The UIA Accord for Professional Practice mentions the typical architecture education as follows:

“Architectural education should ensure that all graduates have knowledge and ability in architectural design, including technical systems and requirements as well as consideration of health, safety, and ecological balance; that they understand the cultural, intellectual, historical, social, economic, and environmental context for architecture; and that they **comprehend thoroughly the architects’ roles and responsibilities in society**, which depend on a cultivated, analytical and creative mind.” [8]

The previous quote summarizes the knowledge areas required from the architecture students and ensures the ample comprehension of the role and responsibility of the architect in a society. Lately, many educational curricula ensure the importance of

engaging professional practice issues profoundly in education which guarantees supporting the smooth transfer from the narrow scope of education to the wider world of professional practice. The UIA charter for architectural education [10] refers to three areas of capabilities which the education helps students to acquire (Fig. 1).

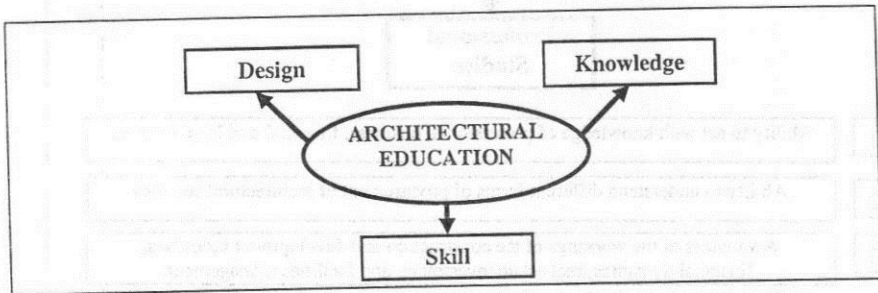


Fig.1: Students acquire three capabilities through architectural education, according to the UIA charter [10]

The charter also ensures the continuous interaction between the practice and teaching of architecture. Therefore opportunities should be available for the interaction among the institutions of education and the requirements of the marketplace [10]. There are six areas of study listed under the topic “knowledge”; cultural and artistic; social; environmental; technical; design; and professional studies as shown in (Fig. 2), and with more detailed description for the sixth capability concerned with the “professional studies” and its related required abilities.

The NAAB has mentioned conditions for accreditation of an architecture program, one of these is about “Architectural Education and the Profession”, it mentions that the accredited degree program must show its vision of preparing students to practice, and especially respond to the context of increasing cultural diversity and how it will affect the roles and responsibilities of architects, also how to deal with changing client and regulatory demands, as well as the expanding knowledge base [7].

Having a solid link between the academic and practical parts in architecture provides the students with good preparation for facing the society; however, the architecture education does not always form this linkage. The medical education starts with an Oath as a summary of responsibilities, by this the foundation for the student’s approach to the profession will be established, and he/she will be able to realize the future professional responsibilities, and how will the education prepare for these responsibilities [5].

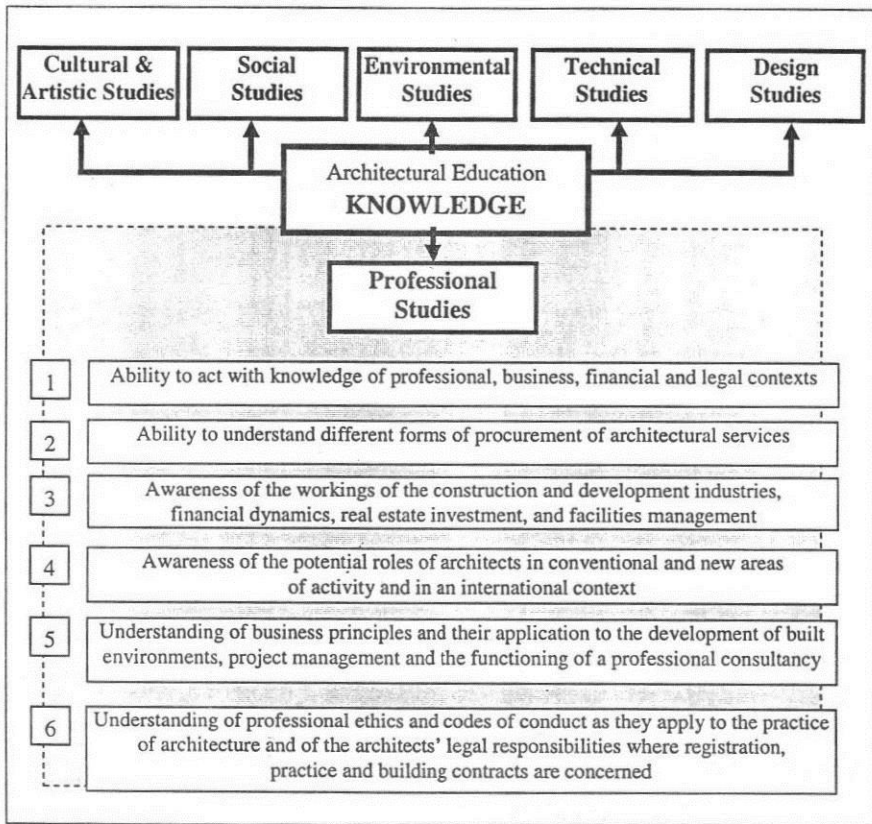


Fig. 2: The areas of knowledge in architectural education, with special concentration on abilities listed under the professional practice studies according to UIA [9]

According to (Fig 2.) it has been shown that the architecture education is characterized by a wide spectrum of knowledge. The architect normally knows something about everything, compared to an engineer who knows everything about one thing, which implies the specific specialization in engineering versus the wider spectrum of knowledge in architecture. Architects as professional practitioners coordinate teams of other professionals, which calls for the ample knowledge about each discipline to negotiate and organize conflicting factors and to secure the integrity of the whole work [1]. Finally, the profession of architecture will require lifelong learning, so obtaining a

degree in architecture is considered a license to begin learning in real life situations [11], and thus the careful planning for the education of architects especially regarding the practice will initiate the intension to keep learning.

3. Professional Practice Course

Several architectural education institutions around the world offer a course or more about professional practice, so this part of the paper will show some architecture schools who offer the course, and will review the course objectives, and analyze its contents in an attempt to propose a professional practice course suitable for Egypt. Table (1) shows the course titles offered in the undergraduate level in a sample of twelve universities worldwide, eight universities in the USA, where the education system has been remarkably responsive to the changing roles of the profession and which contains several accredited schools [3]. Two universities in Australia and Canada. In addition to two universities in the Middle East in Qatar, and Saudi Arabia. The table also mentions the objectives/description of some of the courses as available in the universities websites.

Offering a course specifically about the professional practice is beneficial in many ways; it helps to foster mutual influence between the academy and the profession, it provides the students with sufficient knowledge about the scope of practicing architecture in the real life, it introduces the responsibilities and obligation of the profession and the ethics involved within the decision making processes, and in general discusses the aspects which affect transferring the architectural design into a real built project.

The course contents -offered in the reviewed sample of universities- although similar in general features, however, the courses will be efficient with regards to the local circumstances of practicing architecture in a certain community, with its political, economic, cultural and social factors which impact the architects, as well as the level of competency; local, regional and global. Besides, how was the practicing of architecture in the past compared to today, and what are the recent contemporary challenges of practicing architecture, also the differences between practicing architecture in Egypt and other countries. Finally, the course would rather introduce a discussion about the characteristics of the Egyptian market and real estate?

The proposed course topics will be delivered under the course titled "**Ethics and Professional Practice**". The title involves two terms, the first term "Ethics" refers to its profound effect on architecture, and as it is a relatively missing merit in our curricula. The second term "Professional Practice" appears to be most recurrence in the list of courses reviewed.

UNIVERSITY/ INSTITUTION		COURSE TITLE & DESCRIPTION (if applicable)
1	California Polytechnic, USA	<i>Professional Practice:</i> How Architecture firms are formed and organized, how architects perform services on behalf of their clients during phases of project design, delivery and construction, and how they pursue commissions for services, and their ethical and legal obligations to their consultants and clients.
2	Carnegie Mellon Univ. USA	<i>Issues of Practice:</i> It consists of three modules: Personal Promotion, Emerging Professional's Companion, and Excursions. <i>Ethics & Decision Making in Architecture</i>
3	Cornell Univ. USA	<i>Professional Practice</i>
4	Rice Univ. USA	<i>Professionalism & Management in Architectural Practice:</i> An introductory survey of the characteristics of the delivery of architectural services by professional design organizations. The social, technical, legal, ethical, and financial milieu of modern architecture practice.
5	Syracuse Univ. USA	<i>Professional Practice:</i> Legal and administrative aspects of architectural practice. The architect's role in society.
6	Texas A & M Univ. USA	<i>Ethics & Professional Practice:</i> Issues and relationships within the business, legal and political environment; introduction to the concepts of architectural specifications and the AIA standard conditions of the construction contract; forms of construction, bidding and contract documents.
7	UC Berkeley Univ. USA	<i>Introduction to the Practice of Architecture</i>
8	Virginia Polytechnic, Univ. USA	<i>Professional Practice:</i> Introduction to scope and diversity of the building enterprise, addressing private and public macroeconomic, industrial, technical, professional, and regulatory institutions. Analysis of historic evaluation of professional roles and practices; emergence of new modes of practice, including innovative facilities procurement methods.
9	King Saud, Saudi Arabia	<i>Professional Practice in Architecture</i> Scope of professional practice in architecture and its organization and ethics.
10	McGill, Canada	<i>Professional practice</i> The professional status of the architect rests on a foundation of highly specific responsibilities towards the client, users and society as a whole. Ethical practice calls for a profound understanding of both the nature of these responsibilities and their implications on the concept of professional conduct.
11	Qatar Univ.	<i>Ethics & Professional Practice</i>
12	Univ. of Sydney	<i>Professional Practice</i>

Table (1): "Professional Practice Courses" as offered in a sample of twelve international universities. [refer to appendix I for websites]

The proposed course (Fig. 3) will cover four main topics in units follows:

3.1. The Nature of the Architectural Profession

Unit one is introductory, it directs towards the profession, its history, nature, and scope of responsibilities.

- a. The history of the architecture profession, how it emerged and changed along the history with special concentration on the history of Egyptian architects, this part explains how the profession responded to the changes in the society.
- b. The contemporary features of the professional practice especially in Egypt.
- c. The role of architects, the scope of services involved, and the wide spectrum of responsibilities towards the society, the profession and the environment. The personnel in relation to architects, clients, owners, users, contractors, subcontractors, consultants, workers, officials.
- d. The idea and vision of the society about the architect, how much is the awareness of the responsibilities of architects.

3.2. Organization and Management of the Architectural Profession

Unit two aims at introducing the business sectors in the architectural profession. How the architect is a leader which has business, administrative and managerial roles.

- a. The types of architectural firms, or organizations, private and governmental, the employment opportunities and career options. Work Sources and obtaining commissions. Working abroad or with foreign architects. In addition, it discusses a review about the architectural competitions.
- b. The architect as a business man, the principles of management and administration, working under stress and competence, project procedure and management. Quality control, monitoring performance and evaluation. Writing reports and specifications.
- c. The financial issues in the profession, such as financial management and budgeting, building costs, remuneration, bidding and contractual agreements and negotiations in design and construction phases. Characteristics of real estate and marketing, develops the sense of the architect as a business man who helps the client in making investment decisions.
- d. Interpersonal skills and communication, which introduces the qualities of the architect as a person such as, successfully understanding the client, making presentations, selling ideas, convincing and defending ideas, building the motivation, resume and portfolio preparation.

3.3. Ethics and Legal Issues

How can architects be guided in making ethical decisions and performing their jobs in an ethical manner, how respecting morals, ethics, and societal values builds up the trust relations among involved parties. In addition the awareness of the legal obligations under which architects perform their jobs.

- a. The ethical and moral facets of decision-making and the commitment to professional and public services, the liabilities towards colleagues, clients,

employers, the society, the environment, the history of mankind. How to transform ethics from a belief about right and wrong into broader value judgments in the business of architecture.

- b. The code of ethics and professional conduct according to the Egyptian Syndicate of Engineers, the intellectual property law, the copyright law, and the competition regulations.
- c. The legal context of architecture such as laws, regulations, liabilities in terms of rights and commitments beyond contracts, in general the different legislation and regulations governing architecture and related professions.

3.4. The Challenges of the Profession

Unit four is flexible and is affected by practicing architecture in a specific society. It demonstrates some challenges and difficulties which might face an architect.

- a. General issues such as risk management and facing legal disputes.
- b. Career challenges such as, managing the conflicts among involved parties, the need for developing strategies for lifelong promotion and learning, and dealing with failure in obtaining commissions or in competitions.
- c. Societal problems such as working in a poor or developing country, and the challenge of working to compete with non-architects who have opportunities to work as architects for example contractors and civil engineers.
- d. Case studies for Egyptian recognized architects.

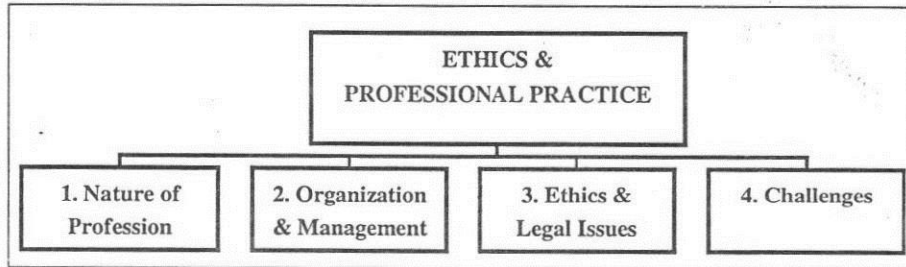


Fig. 3: The proposed topics of the course "Ethics and Professional Practice"

4. "Professional Practice" in Architecture Education in Egypt

By investigating the courses introduced in a selected sample of architecture education institutions in Egypt, it has been noticed that the "professional practice" course is not offered by the all the universities in the sample. The sample consists of ten governmental universities, and ten private institutions as shown in Table (2).

#	GOVERNMENTAL INSTITUTIONS	NA	AV	#	PRIVATE INSTITUTIONS	NA	AV
1	Ain Shams Univ.		■	11	American Univ. in Cairo		■
	<i>Professional Practice & Legislation</i>				<i>Professional Practice, Design Management and Codes</i>		
2	Alexandria Univ.		■	12	Arab Academy for Science, Tech. & Maritime Transport		■
	<i>Professional Practice</i>				<i>Professional Practice</i>		
3	Assiut Univ.	■		13	British Univ. in Egypt	■	
4	Banha Univ.	■		14	Future Univ.		■
					<i>Professional Practice & Building Regulations</i>		
5	Cairo Univ.	■		15	Higher Technological Institute	■	
6	Fayoum Univ.	■		16	Misr International Univ.		■
					<i>Laws Regulations & Professional Practice</i>		
7	Helwan Univ. (Engineering)	■		17	Misr Univ. for Science & Technology	■	
8	Helwan Univ. (Fine Arts)	■		18	October Univ. of Modern Sciences & Arts		■
					<i>Professional Practice & Building Regulations</i>		
9	Mansoura Univ.	■		19	Pharos Univ.		■
					<i>Professional Practice</i>		
10	Sohag Univ.	■		20	Sinai Univ.		■
					<i>Professional Practices & Legislation</i>		
* NA Course Not Available * AV Course Available							

Table 2: The Availability of "Professional Practice Course" in a sample of ten governmental and ten private education institutions in Egypt [refer to appendix II]

Graduates of architecture are allowed to practice architecture immediately after having their bachelor degree in architecture, which recalls for the profound preparation by education. However, one of the deficiencies that affect the quality of architecture education is the priority given to theoretical aspects over the professional preparation of the graduates. Perhaps the academicians prefer to form a solid theoretical foundation for the students, although the knowledge required for a practicing architect could also be rather wide and general. The marketplace nowadays is characterized by competence; local architects may compete with international architects, either locally, regionally, or internationally. Factually, the current absence of courses specifically named

“Professional Practice” in our curricula does not indicate that issues related to practice are not addressed and developed in education. However, the issues of this course are dealt with indirectly throughout the years of architectural education.

The courses of history of architecture usually concentrate on the development of buildings as products of architecture, and not the development of the profession as a process of continual development, how the profession emerged and what caused its changing, and how is it currently with respect to the international and local milieus.

Design studios are to some extent theoretical rather than practical, for example; the project brief is previously written and prepared by tutors; the studios do not provide practice for dealing with real clients, while students of medicine learn inside hospitals with patients. This problem affects the student’s capability of writing project brief, performing oral presentations in front of laymen, and the abilities to introduce and defend their designs. The NAAB mentions a students’ performance criterion in architecture education as follows:

“Understanding of the responsibility of the architect to elicit, understand, and resolve the needs of the client, owner, and user.” [7]

As for the communication and interpersonal skills, students of architecture mostly learn how to use architectural, philosophical, and even complicated language to convey the depth of their ideas and visions, this may work when architects are communicating together, but students are not trained how to convey their ideas and vision to non-specialists or clients. In addition, oral presentations require skills such as how to sell the idea and persuade and affect. Professionals who know well about their subject area will be able to communicate their knowledge to others in everyday and simple language [1]. One of the studies conducted by the RIBA in 1995 revealed that architects were generally not seen as good listeners from their clients’ point of view [3].

Interpersonal skills of students of architecture, lead to another area of interest which is the business and organization domain, the education with its conflicting deadlines require good organization, when these abilities are developed during education it helps to build the leading personality of the architect who will be in charge of many coordinating tasks.

Concerning the subject of ethics, there is a growing concern about the applied ethics which is the branch of ethical related to business in general, so it affects practicing architecture as a profession which involves numerous choices and alternatives, the education is responsible for cultivating these ethics, morals, and values attributed to the professional practice. Ethics become involved starting from beginning the design, and extending to cover many facets and preferences, until the termination of the project.

In addition the legal framework of architecture does not only consist of building regulations but extends to include all the laws and legislations, affecting practicing architecture, some courses deal with the building regulations and specifications in current curricula. However, recent legislations such as the intellectual property law and

the copyright legislation that has its impact on the professional architectural design. As a final point, introducing the challenges and difficulties which might face architects in real life practice will be beneficial in preparing the graduates to complex problems, especially when these challenges address the problems prevailing in Egypt. Being a successful architect requires effort and patience, as most architects become famous near the age of fifty, learning to integrate many factors concerns into a cohesive project requires experience [1].

5. Conclusion

Architecture education in Egypt is in need for further consideration to involving professional practice issues profoundly in its curricula. International agencies such as the NAAB and UIA provide useful guidelines and recommendations concerning the professional practice areas.

Despite that most of the design studios and the theoretical courses in the curricula deal with some issues of professional practice, however it is more beneficial to concentrate these issues under the scope of specific course/courses with its identified objectives to prepare graduates practically rather than theoretically.

The proposed course deals with the ethics and the professional practice in architecture in four modules; the nature of the architectural profession; its organization and management; the ethics and legal issues; and the challenges of the profession.

Learning how to make ethical decisions in practicing architecture should be cultivated from the years of education, so that the graduates become familiar with the professional practice ethics, and have an apparent comprehension to their rights and obligations.

More studies are recommended to investigate the link between the recent requirements in the marketplace of architecture and the corresponding educational curricula which aim at qualifying graduates to fulfill these requirements, in an attempt to continuously sense the changes and develop our education programs.

References

1. Frederick, M. (2007). 101 Things I learned in Architecture School, The MIT Press, Massachusetts, USA.
2. Greenstreet, B., Greenstreet, K., & Schermer B. (2005). Law and Practice for Architects, Architectural Press, Great Britain.
3. Hakky, R. I. (1998). Architectural Curricula and the Challenges of the Profession, Journal of King Saud University. Architecture & Planning Vol. 10. Saudi Arabia.
1. Nicol, D. & Pilling, S. ed. (2000), Changing Architectural Education, Towards New

- Professionalism, Spon Press, London.
2. RIBA (2000). Architect's Job Book. RIBA Publications.
 3. Steidl, D. L. (2009). Professionalism and Ethics in Architectural Education, Retrieved from <http://www.di.net/articles/archive/3229/> Note:
 4. The Egyptian Syndicate of Engineers (2011). Retrieved from <http://www.eea.org.eg>.
 5. The National Architectural Accrediting Board (2004). NAAB Conditions for Accreditation For Professional Degree Programs in Architecture. Washington. Retrieved from http://www.naab.org/accreditation/2004_Conditions.aspx.
 6. UIA (2006). UIA Accord on Recommended International Standards of Professionalism in Architectural Practice. Professional Practice Commission. Third Edition. France. Retrieved from www.uia-architectes.org.
 7. UIA Architectural Education Commission (2008), UIA and Architectural Education Reflections and Recommendations, Paris, Retrieved from http://www.uia-architectes.org/image/PDF/Reflex_eng.pdf
 8. UNESCO/UIA (2005). Charter for Architectural Education. Retrieved from http://www.uia-architectes.org/image/PDF/CHARTES/CHART_ANG.pdf
 9. Valence, J. R. (2003). Architect's Essentials of Professional Development. John Wiley & Sons.

Appendices

Appendix I

INSTITUTION	COURSE SOURCE WEBSITE
California Polytechnic State Univ.	http://www.arch.calpoly.edu/programs/documents/desc_443.pdf
Carnegie Mellon Univ.	http://www.cmu.edu/architecture/academics/courses/index.html
Cornell Univ.	http://aap.cornell.edu/arch/programs/ugcurriculum.cfm
Rice Univ.	http://arch.rice.edu/Academics/Courses/Practice/
Syracuse Univ.	http://soa.syr.edu/index.php
Texas A & M Univ.	http://catalog.tamu.edu/09-10_UG_Catalog/course_descriptions/arch.htm
UC Berkeley Univ.	http://arch.ced.berkeley.edu/courses/offered
Virginia Polytechnic Institute & State Univ.	http://archdesign.vt.edu/courses/arch-4044
King Saud University Saudi Arabia	http://colleges.ksu.edu.sa/ArchitectureandPlanning/Arch/Documents/Forms/
McGill Univ. - Canada	http://www.arch.mcgill.ca/prof/covo/arch674/winter2010/index.html
Qatar Univ.	http://www.qu.edu.qa/engineering/architecture/programs/arch/curriculum.php
The Univ. of Sydney	http://sydney.edu.au/architecture/documents/FS/2011_archBrochure_final.pdf

Table (1) Professional Practice courses websites in some International Universities

Appendix II

INSTITUTION	COURSE SOURCE WEBSITE
Ain Shams Univ.	http://eng.asu.edu.eg/site/ARCH.html
Alexandria Univ.	http://www.alexeng.edu.eg/Departments/StudyPlanArch4.pdf
American Univ.	http://catalog.aucegypt.edu/preview_program.php?catoid=15&pooid=1674&returnto=475
Arab Academy for Science, Tech. & Maritime Transport	http://www.aast.edu/en/colleges/coe/architectural/pdf/Architectural_Design.pdf
Future Uni.	http://www.futureuniversity.edu.eg/article.aspx?ArticleID=1534
Misir International Univ.	http://www.miuegypt.edu.eg/UI/Academics/ViewFaculty.aspx?PID=19&SecId=8
October Univ. of Modern Sciences & Arts	http://www.msa.eun.eg/eng_list_main.asp
Pharos Univ.	http://www.pua.edu.eg/Page.aspx?Page=Faculties-%3EEngineering-%3EEE_AE344
Sinai Univ.	http://www.engineering.su.edu.eg/course/course_details.php?course_id=61

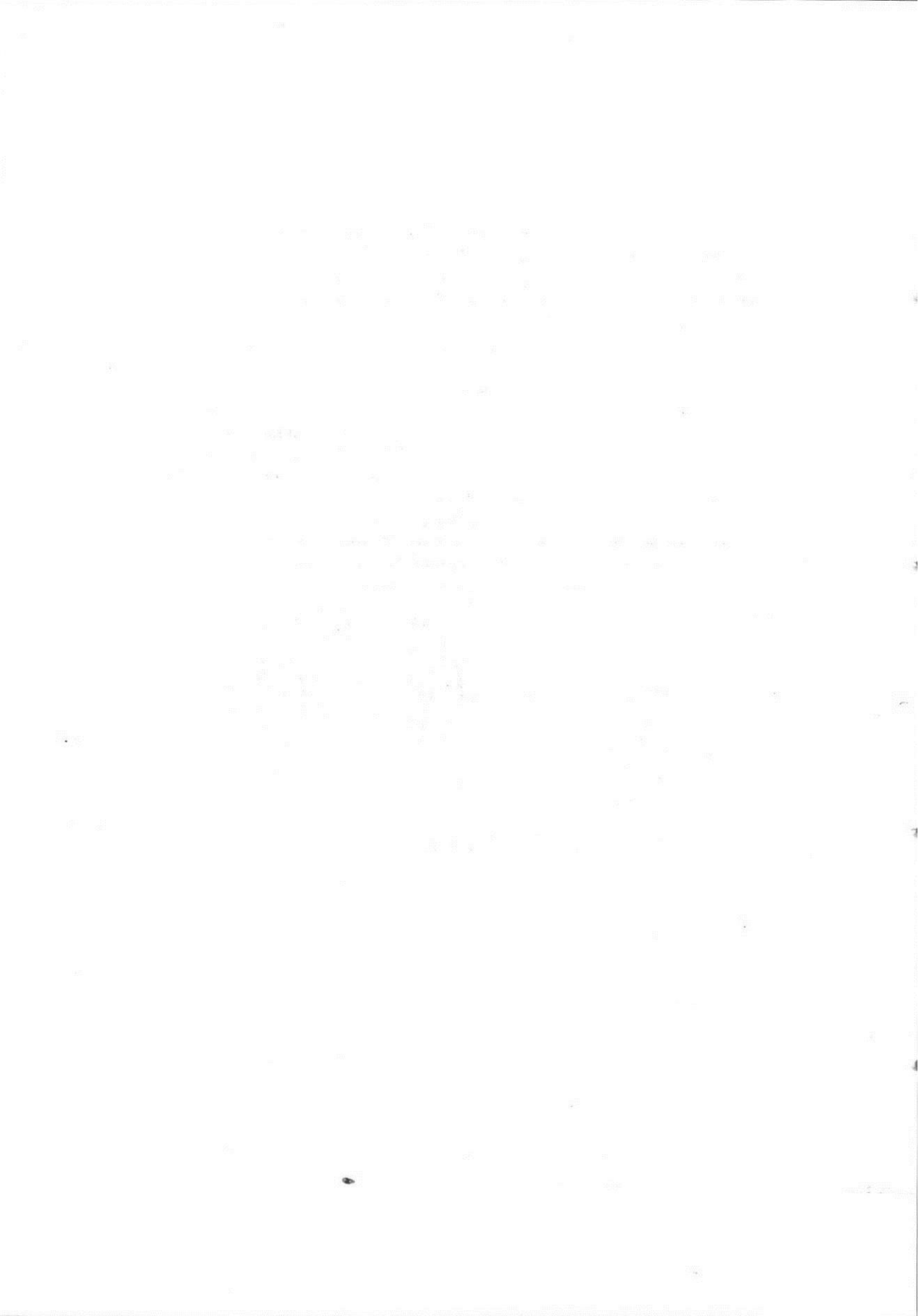
Table (2) List of Professional Practice courses websites in some Egyptian Universities

دمج مقررات الممارسة المهنية في التعليم المعماري بمصر

اعداد المعماري المؤهل للقيام بمهام مهنة العمارة والمنافسة على مستوى عالمي هو الهدف الاسمي للتعليم المعماري، بعض مؤسسات التعليم على مستوى العالم تمنح مقررات متخصصة في الممارسة المهنية. لذلك كان الدافع وراء إجراء هذا البحث هو التحقق من أهمية توفير هذه المقررات في التعليم المعماري في مصر. يتبع هذا البحث منهج تحليلي مقارنة يقسمه الى ثلاثة أجزاء، الجزء الأول يدرس أهداف التعليم المعماري، والجزء الثاني يستعرض بعض برامج التعليم المعماري التي تمنح مقررات عن الممارسة المهنية، ويقترح محتوى لمقرر عن ممارسة المهنة والأخلاقيات المرتبطة بها، أما الجزء الثالث فيبحث في توفر المقرر في مؤسسات التعليم المعماري الحكومي والخاص في مصر. قد وجد أن مقرر الممارسة المهنية في العمارة موجود بوفرة في التعليم المعماري على مستوى العالم، أما على المستوى المحلي فهذا المقرر متوافر نسبياً في التعليم الخاص بالمقارنة ببندرته في التعليم الجامعي الحكومي. ومن ثم فإنه يجب إعطاء اهتمام أكبر بمقرر الممارسة المهنية في الجامعات الحكومية حيث أنها توفر أعداداً كبيرة من خريجي أقسام العمارة. كما أنه يمكن تدريس الممارسة المهنية أربعة محاور، الأول طبيعة العمل المعماري، والثاني يهتم بالجوانب التنظيمية والإدارية بالمهنة، والثالث يناقش الجوانب الأخلاقية والقانونية المرتبطة بالعمل المعماري، أما المحور الرابع فيؤهل الطالب للتعامل مع تحديات وصعوبات المهنة.









- 8- مجدي محمد رضوان. الخواص الصوتية للمساكن ذات الأفنية . مؤتمر مسكن الفناء الداخلي في المدن العربية - توجهات نحو القرن الحادي والعشرون، حمص سوريا 11-13 نوفمبر 2000م
- 9- محمد عبد السميع عيد. إعادة توظيف المسكن ذو الفناء في العمارة المعاصرة. مؤتمر مسكن الفناء الداخلي في المدن العربية - توجهات نحو القرن الحادي والعشرون، حمص سوريا 11-13 نوفمبر 2000م
- 10- شوكت محمد لطفي. الفناء كعنصر معماري في النسيج العمراني المتضام ودوره في تحقيق بيئة سكنية مريحة. مؤتمر مسكن الفناء الداخلي في المدن العربية - توجهات نحو القرن الحادي والعشرون، حمص سوريا 11-13 نوفمبر 2000م.
- 11- محمود محمد ادريس. الخصوصية الدلالة والمفهوم في تشكيل الفراغ المعماري في البيئة السكنية . مجلة جامعة الملك سعود . المجلد السابع ، العمارة والتخطيط 1415هـ، 1995م
- 12- محمود عبد الهادي الاكياي. مدخل لتصميم المسكن ذو الفناء في المدينة الإسلامية . المؤتمر القومي الأول للدراسات والبحوث البيئية ، معهد الدراسات والبحوث البيئية ، جامعة عين شمس ، 31-4 فبراير 1988 م.
- 13- نعيم إسماعيل هيكل. نحو عمران آمن لمشاة . مجلة البناء ، السنة 12 ، العدد 70
- 14- مدخل إلى تصميم المستوطنات البشرية الجديدة في المناطق الصحراوية ، الجزء الثاني ، مجلة البناء ، العدد 84 ، 1987م
- 15- محمد عبد الرحمن الحصين. خصائص البيئة العمرانية للاحواش بالمدينة المنورة. مجلة جامعة الملك سعود ، مجلد 4 ، العمارة والتخطيط
- 16- احمد هلال محمد. دراسة خصائص تخطيط الأحياء السكنية بمدينة جدة. 2003 .
- 17- هشام على مهران. التوظيف الأمثل للمحددات الطبيعية لتخطيط بيئة عمرانية صحية ومتوازنة في دول الخليج العربي. ندوة الإبداع والتميز في النهضة العمرانية بالمملكة خلال مائة عام، 211-23 شوال 1419 / 7-9 فبراير 1999م، وزارة الأشغال العامة والإسكان ، الرياض، السعودية.

الجوانب الاقتصادية	- يؤدي إلى زيادة الطلب على الطاقة لتعرض الواجهات للشمس - استعمال السيارة لقضاء كافة الاحتياجات - الإسراف في المياه لري المساحات الخضراء - اذا استخدم النظام الشبكي فإنه يؤدي الى تباعد المباني وبالتالي زيادة تكاليف المرافق - يمكن تجميع المساكن على فراغات شبه خاصة وبالتالي تقليل الأطوال والتكاليف	- سلبية زيادة التكاليف - سلبية - سلبية - سلبية زيادة التكاليف - ايجابي تقليل التكاليف	- قلة الطلب على الطاقة لوجود الفناء - قصر اطوال الشوارع وبالتالي تقليل التكاليف - يمكن تقليل الحدائق الخارجية لوجود الفناء الداخلي	- ايجابي - ايجابي - ايجابي
دور السيارة	- اذا استخدم النظام الشبكي تعتبر السيارة المؤثر الاساسي في التخطيط - يمكن الاهتمام بالبعد الانساني في التخطيط واعطاء اولوية لحركة المشاة	- سلبية - ايجابي	- يأخذ البعد الانساني دور مهم في التخطيط	- ايجابي
التوافق مع العوامل الاجتماعية	- اذا استخدم النظام الشبكي فإنه يؤدي إلى: عدم توافر علاقات اجتماعية والعزلة بين السكان - اذا تم تجميع المساكن على فراغات شبه خاصة يحقق الترابط الاجتماعي	- غير ملائم العوامل الاجتماعية - ايجابي يحقق علاقات اجتماعية قوية	- يحقق التوافق والتلائم مع العوامل الاجتماعية	- ايجابي

وعلى ذلك ومن خلال الدراسة يتبين أن نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج هو النمط الأمثل للعمارة في مدينة جدة ، ولتحقيق ذلك يلزم اتباع التوصيات التالية:

- التأكيد على أهمية استخدام نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج في مدينة جدة وذلك لتوافقه وتلائمه مع مناخ المدينة
- أهمية تخطيط هذا النمط بحيث يتوافق مع مناخ اقليم المناخ الحار الرطب وفي نفس الوقت يؤدي إلى التلاؤم مع الجوانب الاقتصادية.
- ضرورة مراعاة البعد الاجتماعي في عمارة المدينة وذلك باعطاء اولوية للإنسان في التخطيط، وفصل حركة المشاة عن السيارات وتوفير الفراغات اللازمة لهم لتلبية احتياجاتهم وتقوية الروابط الاجتماعية بين السكان.
- يجب التأكيد على أن يكون دور السيارة هو دور خدمي للأحياء السكنية واعطاء الأولوية لحركة المشاة.
- يجب إقناع متخذي القرار بأهمية استخدام نمط البناء المناسب والملائم للمناخ .

المراجع

- 1- المركز الوطني للأرصاد والبيئة، الرناسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران. المملكة العربية السعودية، 2011م
- 2- احمد هلال محمد. محاضرات الطاقة والتصميم لطلاب مستوى 200 . كلية تصاميم البيئة، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة، 2011.
- 3- احمد هلال محمد. الإسكان في المجتمعات العمرانية الجديدة . المجلس الأعلى للجامعات ، اللجنة العلمية الدائمة للتصميم المعماري، 1999م.
- 4- احمد هلال محمد. نمط البناء الأفقي الموجه إلى الداخل النموذج الأمثل لعمارة الصحراء. ندوة عمارة الصحراء ومشاكل البناء بها، وزارة الشؤون البلدية والقروية، السعودية 2002م.
- 5- احمد هلال محمد، عمار دحلان. أزمة الخصوصية في العمارة مع التركيز على العمارة المعاصرة في مدينة جدة كمثال. مجلة العلوم الهندسية لكلية الهندسة، جامعة أسبوط 2008م
- 6- احمد فريد مصطفى . القيم الإسلامية في العمران المعاصر . ذو الحجة 1406 هـ ، أغسطس 1986م
- 7- ايمن على . القيم الإسلامية كمدخل لتحقيق الخصوصية في البيئة السكنية المعاصرة في مصر . رسالة ماجستير، قسم العمارة ،كلية الهندسة ،جامعة أسبوط 1993م

الخلاصة والتوصيات.

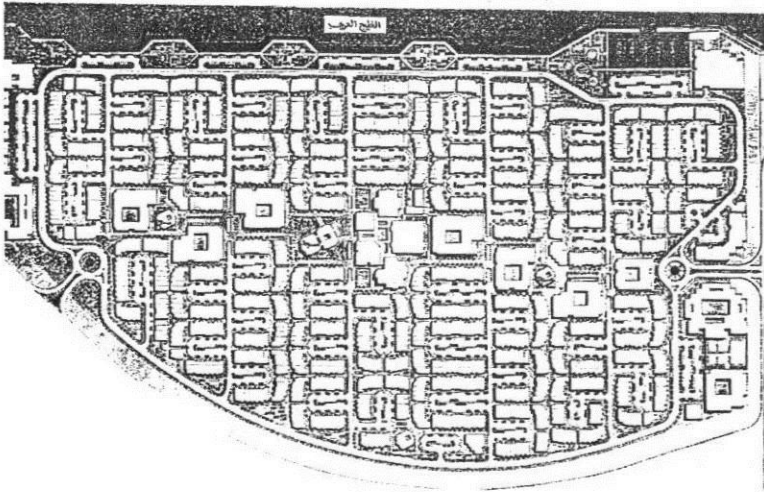
نخلص مما سبق إلى أن نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج يتوافق مع مناخ مدينة جدة ، ولكنه لا يحقق الخصوصية المطلوبة للسكان إلا اذا تم معالجة الفتحات الخارجية، والشوارع والطرق تكون متوازية ومستقيمة فتؤدي إلى زيادة حركة الهواء الرطب ، أما نمط البناء الأفقي الموجه على الداخل فقد وجد أنه يحقق التوافق والتلاؤم مع المناخ في المناطق الحارة الجافة وبالتالي فهو لا يتوافق مع مناخ مدينة جدة . كما خلص البحث إلى الآتي:

المقارنة عناصر	نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج	التقييم من ناحية تلائمة مع مدينة جدة	نمط البناء الأفقي الموجه إلى الداخل	التقييم من ناحية تلائمة مع مدينة جدة
التوافق والتلاؤم مع بيئة ومناخ مدينة جدة	- يتوافق مع مناخ جده - يحقق أكبر قدر من التهوية الطبيعية - النسيج العمراني المطلوب متباعد - المساكن تتعرض للعواصم الترابية والشمس - استقامة الشوارع	- متطلب - متطلب - متطلب - سلبى مطلوب - معالجات - مطلوب لعدم - اعاقه حركة الهواء - متطلب	- لايتوافق مع مناخ مدينة جدة اذا اعطيت اولوية لتحقيق التهوية الطبيعية - يتوافق مع المناخ الحار الجاف	- سلبى
تحقيق الخصوصية	يمكن تظليل ممرات المشاه - انفتاح النمط على الخارج لايحقق الخصوصية	- سلبى	- يحقق الخصوصية لانفتاح عناصره على الفناء	- الانفتاح على الفناء غير ملائم للمناخ
- الشوارع	- متوازية نافذة - زيادة المرور العابر - ارتفاع في الضوضاء - يساعد على وجود شوارع مستقيمة وطويلة تساعد في حركة الهواء	يمكن تخطيط شبكة الشوارع بحيث يقلل حركة المرور العابر ، وتقليل الضوضاء	- يمكن تحديد شوارع منفصله للمشاه عن السيارات	- ايجابي يوفر ممرات مشاه آمنة
الآمان	- لايحقق الآمان - تداخل حركة السيارات مع المشاة	- سلبى (يمكن معالجة ذلك وفصل حركة المشاه عن السيارات)	- يساعد على توفير فراغات آمنة للأطفال - يحقق إمكانية فصل ممرات الحركة للمشاه والسيارات - يحقق ربط مناطق المشاه معا	- ايجابي - ايجابي - ايجابي يشجع على حركة المشاه
العزل من الضوضاء	- لايحقق العزل من الضوضاء	- سلبى	- يحقق العزل من الضوضاء الصادرة من والى المسكن	- ايجابي
ملائمة النمط المعماري للتكوين المعماري	- يتلائم مع طبيعة المنطقة المناخية	- ايجابي	- يلائم هذا النمط التكوين المعماري - يساعد على ايجاد نسيج عمراني متضام يلائم المناخ الحار الجاف	- ايجابي - سلبى
الاستعمال والتوزيع	- التخطيط موجه لحركة السيارة - عدم توفر ممرات مشاه آمنة ومحمية من الشمس في حالة التخطيط الشبكي	- سلبى - يمكن توفير ممرات مشاه آمنة ومحمية	- يوفر ممرات مشاه محمية من اشعة الشمس - يوفر ا تدرج هرمي في شبكة الشوارع	- ايجابي - ايجابي
الفراغات	- يمكن توفير فراغات شبه خاصة للسكان يمارس فيها العديد من الأنشطة للكبار والصغار	- ايجابي	- يوفر فراغات شبه خاصة تحطي فرصة للتعارف بين السكان - توفر فراغات داخل المسكن توفر الخصوصية	- ايجابي - ايجابي

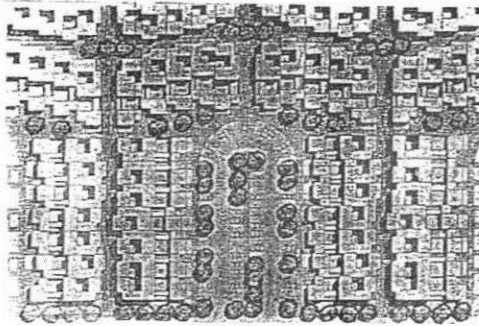
4-2- مدينة الصليبخات بالكوي

هو مشروع إسكان على ارض شريطية مساحتها 75 هكتار وعدد القطع 1224 قطعة ارض ومساحة كل قطعة 226م² وأبعاد القطعة 9م×25م. وتتميز جميع المساكن بأنها مفتوحة على الداخل وتتمركز حول فناء داخلي يوفر لها الخصوصية والمناخ الداخلي الخاص. كما أمكن عن طريق استخدام الفناء الداخلي الاستغناء عن وجود أية فتحات على الخارج والاستغناء أيضا عن توفير مساحة أمامية ولهذا جاءت البيوت متقاربة جدا من بعضها.

وشبكة الممرات الخاصة بالمشاة ضيقة ومظلة ومعزولة تماما عن خطوط حركة السيارات مما يوفر الأمان للسكان المرتجلين، وتفتح على هذه الممرات مداخل لكل وحدة سكنية روعي في هذه المداخل تحقيق الخصوصية للسكن. كما تم التوزيع من الطريق الخلفي المحيط بالكتلة السكنية إلى الطرق التخدمية التي تؤدي إلى مداخل انتظار السيارات في وسط المجموعة السكنية، حيث تم توفير العدد الكافي من الأماكن اللازمة لانتظار السيارات لكل الوحدات السكنية شكل رقم (7) [10]، [17].



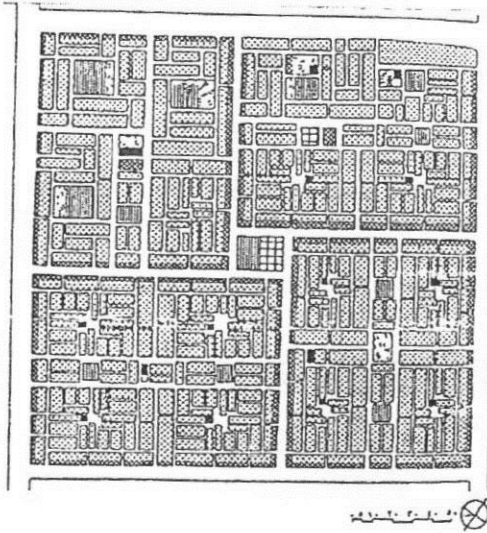
أ- مدينة الصليبخات [17]



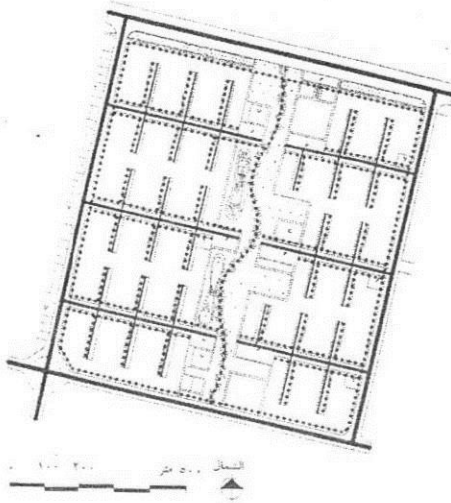
ب- تفصيلة لمجموعة سكنية

شكل رقم (7) مدينة الصليبخات ويظهر تلاحم المباني والأبنية الداخلية المتوسطة [10]

- يتحرك المشاة بموازاة حركة السيارات في طريق التجميع إلى مركز الحي والمخصص لحركة المشاة فقط
- تم توفير مواقف للسيارات في نهاية طرق التجميع المؤدية إلى مركز الحي.

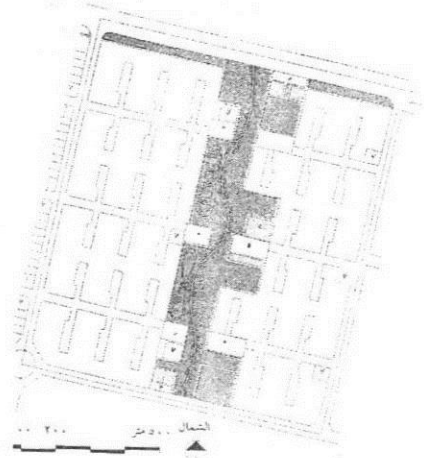


شكل رقم (5) حي المصيف بمدينة الرياض [4]



طرق سيارات
ممرات مشاة

ب- شبكة الطرق وحركة المشاة



سكني
مدارس
تجاري
مواقف سيارات
مسجد جامع
مسجد محلي
مناطق حضراء ومفتوحة

أ- استعمالات الاراضي

شكل رقم (6) مخطط المنح جنوب خليج سلمان - مدينة جدة [16]

3-2-10- زيادة الكثافة : يساعد هذا النمط على تحقيق كثافة سكانية وسكنية معقولة مع الجوانب الاقتصادية وذلك باتباع أسس التخطيط العمراني السليم ومن خلال العودة إلى فكرة التخطيط المتضام والتي وجدت في المدينة الإسلامية القديمة حيث استعمال المساكن ذات الأفنية والحارات المغلقة.

3-2-11- التوافق مع العوامل الاجتماعية: يحقق هذا النمط التوافق والتلاؤم مع العوامل الاجتماعية وذلك من خلال الآتي[4]:

- يمكن تجميع المساكن على فراغات داخلية تؤدي إلى تحقيق وتقوية الروابط والحوار والانتماء للموقع ، كما أنه يوفر العوامل التي تشجع على رضي السكان مثل الخصوصية الخارجية ، وتحقيق الأمن وحرية التنقل خاصة لصغار السن من وإلى مدارسهم .
- يتوفر في هذا النمط الفناء الداخلي الذي يوفر الاحساس بالهدوء والمكان الملائم لمزاولة الأنشطة الاجتماعية المختلفة ويعمل على تقوية الروابط الاجتماعية بين أفراد الأسرة الواحدة أو بين الأسر وبعضها . وتوفير الخصوصية الكاملة لاهل المسكن لقضاء أوقات الفراغ .
- تلبية الاحتياجات الدينية : يحقق هذا النمط بوجود الفناء متطلبات الإنسان المسلم النابعة من الدين لان الفناء يصبح متنفسا ومطلا لمعظم حجرات المسكن وبالتالي تقل الفتحات على الشارع مما يساعد على حفظ حرمة المسكن وحماية سكانه من أعين الغرباء .
- يساعد هذا النمط على زيادة الألفة والتعارف بين الجيران وتقوية الروابط الاجتماعية بينهم
- يمكن باستخدام أسلوب التخطيط المتضام المتجمع في شوارع مغلقة تكوين مجموعة صغيرة في عدد سكانها تحقق الترابط اللازم اجتماعيا وكبيرة بنائيا بحيث تكفي لخلق مجموعة من الفراغات والممرات في تدرج هرمي يساعد على خلق الترابط الاجتماعي المنشود.

4- أمثلة لأنماط البناء

4-1- حي المصيف بمدينة الرياض .

- يوضح شكل رقم (5) مسقط أفقي لحي المصيف بمدينة الرياض ويتضح منه الآتي[4]:
- تنقسم المناطق السكنية إلى أربع مناطق محاطة بشوارع رئيسية ، وتنتزع المساكن في بلوكات سكنية تحيط بها الشوارع.
 - لا توجد مناطق تجارية في مركز الحي ولكن محاور تجارية على الشوارع الرئيسية
 - توجد بعض المناطق الترفيهية عبارة عن مناطق خضراء أو حدائق مفتوحة.
 - شبكة الطرق الخاصة بالسيارات عبارة عن طرق رئيسية محيطة بالحي بها أربع مداخل رئيسية بعرض 36 م تنقسم الحي إلى أربع مناطق سكنية بالإضافة إلى الطرق الفرعية التي تحيط بالبلوكات السكنية (الطرق شبكة متعامدة) . أما ممرات المشاة فلا توجد ممرات خاصة للمشاة مفصولة عن السيارات وإنما حركة المشاة مختلطة مع حركة السيارات على طول المحاور التجارية.
 - لا يحقق النسيج العمراني التوافق والتلاؤم مع مناخ المنطقة

4-2- مخطط المنح جنوب خليج سلمان – مدينة جدة

يقع مخطط المنح شمال جدة جنوب خليج سلمان، ومن خلال دراسة المخطط يتضح الآتي [16]:

- أ- استعمالات الاراضي. شكل رقم (6-أ)
- يتكون الحي من منطقة سكنية تتكون من مجموعة من المساكن تطل على فراغات سكنية أو على طريق التجميع المجاور لها والذي يوصلها لمركز الحي.
- ركز المخطط على تخصيص مركز للحي آمن وبعيد عن حركة السيارات عبارة عن محور فقري يمتد بطول الحي يحتوي على حدائق وملاعب وتقع عليه الخدمات العامة مثل المدارس والمساجد والخدمات التجارية
- ب- شبكة الطرق وحركة المشاة شكل رقم (6-ب).
- اعتمد نظام حركة السيارات في الحي على طرق تجميع تبدأ من الشوارع المحيطة وتصل إلى مركز الحي وتفرع منها مداخل الفراغات السكنية

تنمية روح الجماعة .وكان ذلك واضحا في معظم التخطيطات القديمة لأنها كانت تشمل على شوارع أغلبها مسدود من نهايتها.

9-2-3- الجوانب الاقتصادية وتتمثل في الآتي [14] ، [15]:-

- قلة الطلب على الطاقة لوجود الفناء الداخلي الذي يعتبر كمنظم حراري داخل المسكن الأمر الذي يؤدي إلى تحسين البيئة المحلية عن طريق زراعتها واستخدام المياه فيها. وتكثيف المدينة في شكل متضام بحيث يمكن وقاية المباني من التأثير الكامل للرياح والشمس المستمرة ، وبحيث تكون المسافات قصيرة بدرجة كافية ومظلة ومن ثم يتمكن السكان من قضاء حاجاتهم اليومية مشيا على الأقدام.

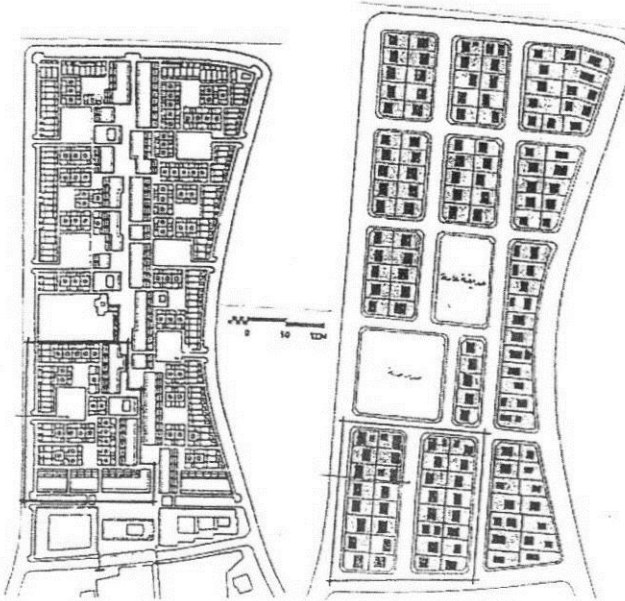
- قصر أطوال الشوارع يوفر المسافات داخل الحي ويقلل أطوال الخدمات لكل مسكن وبالتالي الاقتصاد في تكاليف المرافق والخدمات والصيانة.

- التوفير في مساحة الأراضي المخصصة للسكنى لان الفناء يقوم مقام الحدائق المنزلية .
- يمكن عمل تنسيق للحدائق الخارجية المحدودة المساحة بأقل التكاليف ما يضيف البهجة والخضرة على شوارع المشاة الداخلية ويمنع وجود مناطق ضائعة أو غير محددة الاستعمال.

وتشير دراسة أجريت لمقارنة تكاليف المرافق لجزء من مشروع مصمم على أساس النمط الأفقي الموجه إلى الداخل والنمط الشبكي المفتوح على الخارج وجد الآتي شكل رقم (4)[6]:

- تكاليف المرافق في النظام الشبكي لكل وحدة سكنية تزيد بمقدار 322% عن التخطيط الأفقي الموجه إلى الداخل (بنسبة 3.2 : 1).

- تكاليف المرافق في النظام الشبكي لكل متر مربع من المباني تزيد بمقدار 232% عن النمط الموجه إلى الداخل (بنسبة 2.3 : 1).



شكل رقم(4) مقارنة بين نمطي البناء الأفقي لدراسة الجوانب الاقتصادية [6].

3-2-3- شبكة الشوارع: في هذا النمط يمكن تحديد طرق السيارات بشبكة منفصلة عن ممرات المشاة مع مراعاة عدم تقادي اختراق طرق السيارات للمجموعات السكنية بأن تمر بمحاذاتها ثم تتفرع منها طرق تخدمية تؤدي إلى المجموعات السكنية ، وبذلك يمكن فصل شوارع السيارات عن ممرات المشاة مما يوفر الطمأنينة للحياة العائلية ويشجع الحركة مشيا على الأقدام في شوارع مناسبة المقياس ، كما يمكن في هذا النمط توفير ممر رئيسي يتجمع فيه حركة المشاة في قلب الحي السكني وتوجد على جوانبه احتياجات المجتمع الرئيسية مثل المساجد والمحلات التجارية والمدارس ورياض الأطفال وكلها سهلة الوصول إليها سيراً على الأقدام من كافة المساكن.

3-2-4- العزل من الضوضاء: يؤدي الفناء الداخلي في هذا النمط إلى عزل الضوضاء وذلك بحكم وضعه في المسكن والتفاف عناصره حوله فيشكل بذلك حاجزاً طبيعياً وقوياً ضد نفاذ الضوضاء. ولذلك يعتبر استخدام الفناء حلاً مثالياً لتوفير فراغ هادئ داخل المسكن يمكن ممارسة الأنشطة المختلفة به في هدوء وبعيدا عن الضوضاء الخارجية [12]. وتشير دراسة إلى أن المباني ذات الأفنية تتميز بقدرتها على حماية شاطئها من الضوضاء الخارجية حيث تؤدي الأفنية إلى تخفيض الضوضاء ما بين 48- 53 ديسبل وهو مستوى مقبول يحقق الراحة السمعية للسكان [8].

3-2-5- مدى تحقيق الأمان: يحقق هذا النمط الأمان للسكان والذي يمكن توضيحه في الآتي [13]:

- يساعد هذا النمط على توفير فراغات آمنة يلعب فيها الأطفال بعيداً عن الشوارع .
- يحقق هذا النمط إمكانية فصل حركة المشاة عن السيارات وبالتالي يوفر مكاناً آمناً لمزاولة الأنشطة الاجتماعية المختلفة.
- إمكانية تحقيق ربط مناطق المشاة بالأحياء السكنية بمناطق المشاة في مركز الحي السكني الذي يحتوي على الخدمات العامة للسكان.

كما يحقق هذا النمط وظيفة دور السيارة في الحي السكني بأن تكون أداة خدمة للسكان وليس مظهراً طاعياً على المدينة وذلك بأن يتيح إعطاء أولوية لحركة المشاة. وقد أشارت دراسة إلى أن هذا النمط يؤدي إلى خلق فراغات إيجابية يشعر السكان فيها بالراحة ويستعملونها في أنشطتهم اليومية لأنه يوفر لهم الأمان والإحساس بالأمان ، وفي نفس الوقت يصعب انتشار الجريمة داخل تلك الفراغات لصعوبة دخول غرباء إليها

3-2-6- ملائمة النمط للتكوين المعماري . يتلاءم هذا النمط مع التكوين العمراني لأنه يؤدي إلى تخطيط نابع من معيشة وتقاليد السكان والذي يؤدي بدوره إلى الترابط العمراني كما أن شرط الخصوصية المطلوب تحقيقها ومناخ الصحراء يساهم في التصاق المباني وتحقيق استمرارية للكيان أو النسيج العمراني على عكس التطور العمراني الحالي والذي يتسم بالتمزق أو التفتت، ويساعد الحل المتضام لهذا النمط في تجميع المباني سواء في التجمع السكني أو وضع مجموعات المباني مع بعضها أو حتى على مستوى الشكل العام للمدينة والذي يعتبر أحد الحلول المناخية المناسبة حيث يقل تعرض الأسطح الخارجية لأشعة الشمس الشديدة ، كما يساعد اختلاف ارتفاعات المباني وطرق التجميع إلى تظليل بعض المباني لما يجاورها من مبان أخرى، ومن ثم تقل الطاقة الحرارية النافذة إلى داخل المبني، بالإضافة إلى تظليل الممرات والطرق لحماية المشاة من أشعة الشمس [6]، [9].

3-2-7- الاستعمال والتوزيع . يوفر هذا النمط ممرات للمشاة آمنة ومحمية من أشعة الشمس مع وجود تدرج هرمي بالنسبة للشوارع.

3-2-8- الفراغات يوفر هذا النمط فراغات شبه خاصة تعطي فرصة للتعارف بين السكان ويقوي الروابط الاجتماعية . كما يوفر فراغات داخل المسكن تتحقق فيها الخصوصية التامة أي أن هذا النمط يساعد على توفير سلسلة من الفراغات تبدأ من توفر أماكن للعب الأطفال أمام المساكن ، ثم فراغات لتقابل ولقاء السكان في الخدمات المركزية ثم فراغات على مستوى المدينة أي أن الفراغات في هذا النمط تساعد على

3-1-5- ملائمة النمط للتكوين المعماري: يتلاءم مع طبيعة المنطقة المناخية.

3-1-6- الاستعمال والتوزيع: عدم توفر ممرات للمشاة آمنة ومحمية من أشعة الشمس نتيجة لكون التخطيط موجه لحركة السيارة فقط ويتمشى مع متطلبات السيارة. ولكن يمكن أن يوجه تخطيط هذا النمط لتوفير ممرات آمنة للمشاة واعطاء الأولوية لحركة المشاة وبالتالي توفير أماكن مظلة ومحمية من أشعة الشمس.

3-1-7- الفراغات يمكن توفر فراغات شبه خاصة تعطي فرصة التعارف بين السكان.

3-1-8- الجوانب الاقتصادية: هذا النمط يؤدي إلى زيادة الطلب على الطاقة نتيجة لتعرض معظم واجهات ومساحات المباني لأشعة الشمس طوال اليوم مما يزيد من مدة تشغيل أجهزة التكييف وبالتالي الزيادة في استهلاك الكهرباء ، إضافة إلى استعمال السيارة لقضاء كافة الاحتياجات مهما كانت بسيطة . كذلك الإسراف الشديد في استهلاك المياه لري المساحات الكبيرة المكشوفة والحدائق الخارجية المعرضة لأشعة الشمس المحرقة. ولكن في المقابل هذا النمط الغير متضام يساعد على تحقيق التهوية الطبيعية الجيدة.

3-1-9- دور السيارة: تبرز السيارة في هذا النمط باعتبارها العامل الرئيسي الذي يؤثر على تخطيط هذا النمط ، ولذلك أصبحت الطرقات ومواقف السيارات ومداخل البيوت مرتبطة وقائمة لخدمة السيارة وتسهيل جركتها . وبذلك فقد هذا النمط مظهره الإنساني في توفير سبل الحركة لسكانها من المشاة نظرا لتباعد المساكن عن بعضها البعض لتتسع المجال للسيارة ، واختلت النسب بين ارتفاعات البناء وعروض الطرقات فانحصرت الظلال التي كانت تحمي المشاة.

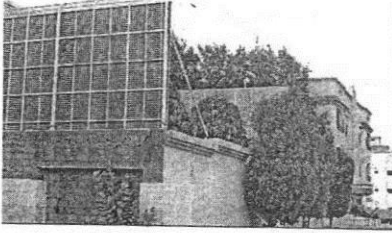
3-1-10- التوافق مع العوامل الاجتماعية لا يساعد هذا النمط على توفير علاقات اجتماعية بين افراد المجتمع بل ساعد على تفكك العلاقات الاجتماعي والقضاء عليها ، وبذلك فقدت الصلات الاجتماعية القائمة على مبدأ التكامل الاجتماعي ، كما لم توفر المباني في هذا النمط الحد الأدنى من العلاقات الاجتماعية بين الأفراد وبالتالي ظهرت مظاهر العزلة الاجتماعية مما أدى إلى ضياع المفهوم الإنساني بأن يكون الإنسان جزء من منظومة اجتماعية متكاملة في إطار الحي أو المدينة ومرتبطة معهم بعلاقة إنسانية في إطار قيم ومبادئ تحكم المجتمع. وفي هذا الصدد تشير دراسة إلى أن تصميم المساكن في هذا النمط أدى إلى عزلها اجتماعيا عن بعضها البعض. كما أصبح تصميم الفراغات الخارجية مهيةاً لحركة السيارات مما أدى إلى العزل الاجتماعي في الأحياء الحديثة وضعف الاتصالات بين السكان الأمر الذي ساعد على إحداث الفجوة بين السكان وساعد على نمو الجريمة في شوارع المدينة [10] .

3-2- نمط البناء الموجه على الداخل

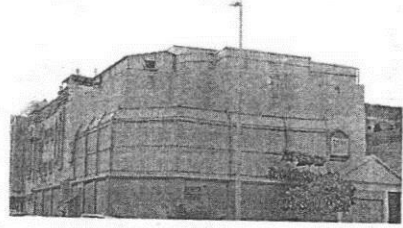
3-2-1- التوافق والتلاؤم مع بيئة الصحراء في مدينة جده : هذا النمط لا يتلائم مع المناخ الحار الرطب لمدينة جده ولكنه يلاءم بيئة الصحراء في المناطق الحارة الجافة ويظهر ذلك من خلال استخدام الفناء الداخلي في هذا النمط الذي يعد من العناصر المعمارية التي عالجت مشاكل البيئة المناخية بنجاح كبير ومشاكل البيئة بشكل عام. ويعتبر تصميم المسكن حول الفناء من افضل الطرق لمواجهة المشاكل البيئية للمناخ وخاصة في المناطق الصحراوية ذات المناخ الحار الجاف ، لان الفناء يعمل كمنظم لدرجات الحرارة داخل المسكن ليلا ونهارا (لأن المدى الحراري كبير يصل الى 20م) ، كما يؤدي الفناء إلى تحقيق التهوية والحماية من الرياح الحارة المحملة بالرمال للمساكن وذلك بتوجيه الفناء أو تشكيل حوائطه بحيث تحقق ذلك.

3-2-2- تحقيق الخصوصية: المسكن في هذا النمط وبإطلالته على الفناء الداخلي يحقق مزايا منها الخصوصية لسكانه والبيئة المحلية الألفف جوا وامكانية التوسع بحسب حجم العائلة، هذا التوجيه إلى الداخل يسمح بتقليل الفتحات الخارجية وانتفاخ كافة عناصر المسكن واقتصار الشارع على حركة المشاة فقط وبالتالي يؤدي استخدام هذا النمط إلى تحقيق الخصوصية البصرية والسومية. ويشير محمود إدريس إلى أن النمط الموجه إلى الداخل يحقق تسلسلا متوازنا بين الفراغات العامة والخاصة ، وأن كل فرد يستحوذ على قدر من الخصوصية بعيدا عن أعين المتطفلين وبمعزل عن الضوضاء ويظهر ذلك بوضوح في المدينة التقليدية حيث يلاحظ أن المباني العامة ومباني الخدمات تخدم التكامل الوظيفي بينها وبين المساكن ويساعد على التواصل الاجتماعي ، وبالتالي تكون الخصوصية جزء من هذا الترابط إذ أن ما يميز هذه المدن هو الانسياب والتواصل بين المستويات المختلفة للفراغات والوظائف والاحترام القائم لكل ما هو عام وخاص [11] .

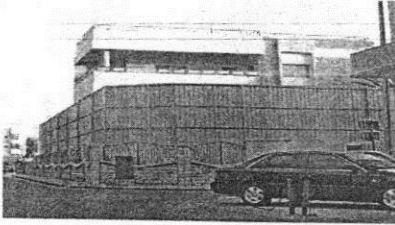
ويشير احمد فريد مصطفى إلى أن قوانين المباني كان لها تأثير كبير في وجود هذا النمط من العمارة غير متناسقة وتطل على الخارج وبالتالي فهي لا تراعي تقاليدنا الإسلامية لان المساكن تكشف بعضها البعض مما اضطر بعض السكان إلى ستر بيوتهم وأحواش مساكنهم لتحقيق الخصوصية [6] شكل رقم (3).



ب- استخدام ألواح صاج موج أعلى السور بارتفاع المسكن



أ- استخدام ألواح صاج موج أعلى السطح



ج- معالجة الفتحات بوضع ستائر عليها د- إحاطة المبنى بالوواح صاج لتغطية الفتحات



شكل رقم (3) الأساليب المستخدمة لتحقيق الخصوصية[5]

3-1-3- الشوارع: شبكة الشوارع متوازية نافذة غير مغلقة النهايات وعروضها لا تقل عن 12 متر مع عمل ردود لحد البناء لا يقل عن 3 أمتار من جانبي الطريق . ويتم تحديد نسبة البناء من إجمالي الموقع في حدود 60% من إجمالي مساحة الأرض مع تنفيذ ردود جانبية من كل جهة تتراوح من 2- 3 أمتار ، كما يتم تنفيذ أماكن الأبواب والشبابيك الخارجية بدون قيود أو تنظيمات بين الجيران ، كما تشترك جميع الوحدات في عناصر الانتقال الرأسية والأفقية والخدمات العامة للمبنى من مناوور وخلافه [7].

وقد أدى هذا النمط إلى امتداد الشوارع وبالتالي إلى زيادة المرور العابر الذي أدى بدوره إلى حركة مرور آلي عالية تعتبر من أكثر مصادر الضوضاء إزعاجاً وقد أشارت دراسة أجريت في بريطانيا أن 84% من السكان يعتبرون أن ضوضاء المرور هي المصدر الأساسي في الإزعاج [8].

3-1-4- العزل ضد الضوضاء والأمان: هذا النمط لا يحقق الهدوء نتيجة لانفتاحه على الخارج. وايضا هذا النمط في معظم الاحيان لا يحقق الأمان نتيجة لعدم وجود فراغات شبه خاصة يستطيع الأطفال اللعب فيها ، وعدم وجود ممرات مشاة آمنة نتيجة لتداخل حركة المشاة مع حركة السيارات. كما تعاني المساكن المفتوحة على الخارج من مشكلات أمنية أهمها السطو على المساكن بغرض السرقة. كما ساعد التخطيط في هذا النمط على انفتاح الأحياء السكنية لكل عابر سبيل مما قلل من حرمتها وجعلها منتهكة من الجميع [9]. الا أنه يمكن تخطيط هذا النمط بحيث يحقق الفصل بين حركة السيارات وحركة المشاة وتوفير فراغات عامة آمنة تسمح بالقيام بالعديد من الأنشطة بأمان تام.

3-1-1- التوافق والتلاؤم مع بيئة ومناخ مدينة جدة : يحقق هذا النمط التوافق والتلاؤم مع بيئة مناخ

المدينة نظرا للرطوبة المرتفعة ، لأنه يتيح اكبر قدر ممكن من التهوية الطبيعية وذلك من اجل تخفيض معدلات الرطوبة النسبية في فصل الصيف إلا أن هذا النمط له سلبيات تمثلت في الآتي [4]:-

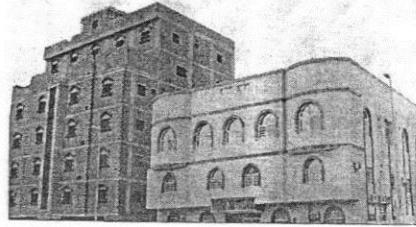
- المساكن في هذا النمط تتعرض للعواصف الترابية والإبهار الخارجي وزيادة المسطحات المعرضة للإشعاع الشمسي.

- يمكن أن تكون الفراغات والشوارع مكشوفة وغير مظلمة مما يحد من الحركة والتنقل وخصوصا في ساعات النهار، لأن الشوارع تمثل نسبة كبيرة من الأرض التي تكون معرضة لاشعة الشمس والعوامل الخارجية.

3-1-2- الخصوصية: هذا النمط لا يحقق الخصوصية المطلوبة للسكان نظرا لعدم وجود اشتراطات

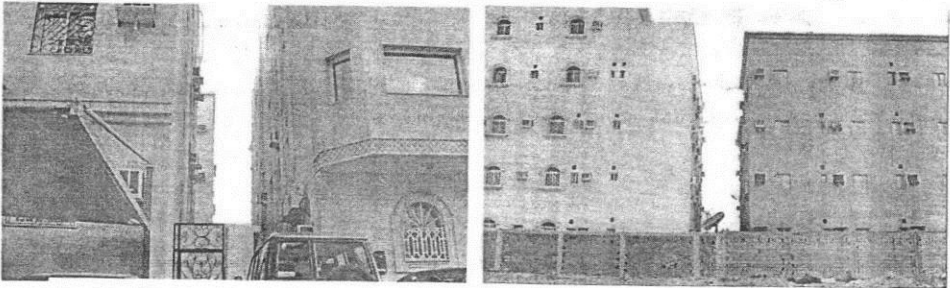
في انظمة البناء المستخدمة تنظم أماكن الفتحات الخارجية والبروزات فيؤدي ذلك إلى جرح خصوصيتها ، ولتحقيق الخصوصية يلجأ السكان إلى عمل سواتر أمام الفتحات أو عدم فتح النوافذ والاعتماد على الإضاءة والتهوية الصناعية لتحقيق العزل البصري المطلوب ، كما أن المسافة بين المباني لا تحقق الخصوصية.

وتشير دراسة عن ازمة الخصوصية في مدينة جدة إلى أن نمط البناء المفتوح على الخارج المتبع في المدينة أدى إلى القضاء على الخصوصية الخارجية، ونتيجة لزيادة ارتفاعات العمارات السكنية لتصبح أربعة ادوار سكنية ودور ارضي مواقف سيارات وبناء فيلا سطح مكونه من دورين على نسبة 50% من مسطح الطابق العلوي كوحدة سكنية واحدة، فأدى ذلك إلى وجود اختلاف في ارتفاعات المباني ففضى ذلك على خصوصية المباني المنخفضة [5] شكل رقم (1)



شكل رقم (1) اختلاف ارتفاعات المباني نتيجة لأنظمة البناء المستخدمة مما أدى إلى القضاء على الخصوصية [5].

ايضا تؤكد الدراسة إلى أن عمل ارتدادات لا تقل عن 2 متر للارتفاعات من طابق إلى ثلاث طوابق، وبارتدادات 3 متر للارتفاعات من أربعة إلى ثمانية طوابق مع السماح بفتح نوافذ عليها فأدى ذلك على كشف جميع الفتحات لبعضها البعض وبالتالي انعدمت الخصوصية [5] شكل رقم (2).



شكل رقم (2) الارتدادات بين المباني ويلاحظ أن المسافة بين الفتحات لا تحقق الخصوصية [5]

الارتفاع الشديد في كمية ونسبة الرطوبة في الهواء نتيجة لموقع المدينة على البحر ، وتتراوح الرطوبة النسبية ما بين 94 ، 100% في فترة الظهيرة خلال الصيف، أما الأمطار فتتميز إلى جانب ندرتها بأنها طارئة وغير ثابتة حيث أن معظمها يسقط على شكل سيول طارئة تنحدر إلى بطون الأودية ومنها إلى البحر وقد بلغ متوسط معدل سقوط الامطار في عام 2010م 14مم، أما الرياح السائدة فهي رياح شمالية وشمالية غربية واحيانا تكون غربية من البحر [1].

1-1 - سمات المباني الملائمة للمناخ في جده: وتتمثل في الآتي [2]

- أ - يراعى أن تكون المباني متناثرة ومتباعدة حتى لا تعوق حركة الهواء.
- ب - بالنسبة لتوجيه المبنى تخضع اعتبارات توجيه المباني في المناطق الحارة الرطبة لاعتبارات الرياح أكثر من الشمس.
- ج - بالنسبة لشكل المبنى: يفضل أن يأخذ شكل المبنى استطالة في اتجاه شرق غرب. يؤدي هذا إلى زيادة مسطح الواجهات الخارجية ويسهل التهوية.
- د - يراعى عند وضع الأشجار مع المبنى أن تكون كافية لتظليل معظمه مع تجنب الأشجار الكثيفة التي تعوق حركة الهواء.
- هـ - نظرا لصغر المدى الحراري اليومي (3- 5 درجات) فإن الغلاف ذو التخلف الزمني الطويل يصبح غير ضروري بل غير مرغوب فيه.
- و - لتلافي تآكل تلك مواد النهو المعدنية يجب تهوية المبنى جيدا باستمرار للتخلص من الرطوبة الزائدة التي تؤدي مع الحرارة إلى هذه النتيجة.
- ز - بالنسبة لتصميم المبنى:
 - الفراغات المعيشية يجب أن تكون لها فتحتين خارجيتين على الأقل.
 - توضع عناصر الخدمة على الواجهات الخلفية غير المواجهة لاتجاه الرياح.
 - تساعد الفتحات الكبيرة العالية التي تمتد من الأرضية إلى السقف في حركة سريان الهواء
 - تكون الشبابيك العلوية متحركة فتسهل عملية التهوية مع مراعاة حمايتها من اشعة الشمس

2- أنماط البناء المستخدمة

تتعدد الأنماط التي يمكن من خلالها تصنيف البناء على أساسه طبقا لمجموعة من الاعتبارات منها ما يتعلق بالارتفاعات كالبناء الأفقي والرأسي ومنها ما يتعلق بالاستخدام (ديني - عمراني سكني - صحي ...) وتهتم هذه الورقة البحثية بدراسة نمط البناء الأفقي والذي يمكن تقسيمه إلى نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج ونمط البناء الأفقي الموجه على الداخل ويمكن توضيحهما فيما يلي:-

1-2- نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج

هذا النمط يعني انتشار المباني بارتفاعات قليلة لا تتعدى ثلاثة ادوار ويمكن أن تصل إلى أربعة ادوار ، تفتح عناصر هذا النمط على الخارج (على الشوارع أو على الارتدادات الجانبية حول المبنى).

2-2- نمط البناء الأفقي الموجه إلى الداخل

وهذا النمط يعني أيضا انتشار المباني بارتفاعات قليلة كالسابق ولكن المباني في هذا النمط موجهة إلى الداخل على أفنية تفتح عليها عناصر المسكن [3].

3- دراسة تحليلية لأنماط البناء الأفقية

1-3- نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج

نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج النموذج الأمثل لعمارة الصحراء في مدينة جدة

إ.د/احمد هلال محمد
استاذ مساعد كلية تصاميم البيئة - جامعة الملك عبدالعزيز
استاذ بقسم العمارة - كلية الهندسة أسيوط

المخلص

يمكن تقسيم أنماط البناء من حيث الارتفاعات إلى قسمين الأول نمط البناء الرأسي والثاني هو نمط البناء الأفقي. ونمط البناء الرأسي يعني الامتداد الرأسي للمباني وفيه تأخذ المباني ارتفاعات كبيرة (أربعة أدوار أو أكثر) وهذا هو النمط السائد في معظم مناطق التعمير، وهذا النوع له إيجابيات وفي المقابل له سلبيات تتغلب على الإيجابيات. أما نمط البناء الأفقي فيمكن تقسيمه إلى قسمين الأول هو نمط البناء المفتوح على الخارج، والثاني نمط البناء الأفقي الموجه على الداخل، وكل منهما له إيجابيات وأيضاً له سلبيات. وتهدف هذه الورقة البحثية إلى دراسة نمطي البناء الأفقي للتعرف على إيجابيات وسلبيات هذه الأنماط، والتعرف على مدى ملائمة كل منهما للمناخ وذلك للوصول إلى النمط الأمثل للملائم لعمارة الصحراء في مدينة جدة بالمملكة. يعتمد البحث على المنهج التحليلي الوصفي لتحقيق الأهداف السابقة ولذلك يتناول في البداية التعرف على سمات مناخ المناطق الصحراوية بمدينة جدة، ثم التعرف على أنماط البناء في المستخدمة، ثم عمل دراسة لإيجابياتها وسلبياتها من خلال تناول مجموعة من المحددات والتعرف على مدى توافق وتلائم هذه الأنماط معها، ثم التعرض لدراسة أمثلة تطبيقية لأنماط البناء المنفذة في بعض المناطق. وينتهي البحث بالخلاصة والتوصيات التي خلصت إلى أن نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج هو النمط الأمثل لعمارة الصحراء في مدينة جدة.

الكلمات المفتاحية: نمط البناء الأفقي الموجه على الداخل، على الخارج، مناخ جدة، سمات المناخ، دراسة تحليلية لأنماط البناء، أمثلة لأنماط البناء.

مقدمة

تقسم أنماط البناء المستعملة طبقاً لمجموعة من الاعتبارات منها ما يرتبط بالارتفاعات كنمط البناء الرأسي ونمط البناء الأفقي ومنها ما يتعلق بالاستخدام كنمط البناء الديني والسكني.....، وهذه الورقة البحثية تركز على دراسة نمط البناء الأفقي فقط الذي يمكن تقسيمه إلى نمط البناء الأفقي الموجه على الخارج ونمط البناء الأفقي الموجه على الداخل بهدف الوصول إلى النمط الأمثل للملائم والمناسب للعمارة في مدينة جدة بالمملكة العربية السعودية.

1- مناخ مدينة جدة (المناخ الحار الجاف).

يتم مناخ مدينة جدة بالارتفاع الكبير في درجات الحرارة في فصل الصيف حيث تصل درجة الحرارة العظمى في الظل إلى 48 م°، وقد وصلت إلى 52 م° في شهر يونيو 2010م، أما النهاية الصغرى في الليل فلا تنخفض عن 20 م°. كما يتم مناخ بقلة السحب وانعدام الغطاء النباتي تقريباً ومن ثم ارتفاع كثافة

الإشعاع المباشر الساقط على هذه الجهات وارتفاع كثافة الإشعاع الأرضي أثناء الليل، ويصل الإشعاع الشامل الأفقي إلى 1000 واط/م²، ويسبب انعكاس ضوء الشمس من الأرض أو من واجهات المباني المطلية باللون الفاتح أزاجاً للبصر وحمله حرارية إشعاعية كبيرة على النوافذ والجدران، هذا بالإضافة إلى







The case of jeddah central unplanned areas. Proceedings, 6th International Space Syntax Symposium, İstanbul, 2007.

Khalil, Husam Eldin (1997): *Studying The Effect Of Layout Configuration On Social Interaction In Residential Environments: A Study Of Three Low And Middle Income Residential Areas In Cairo.* Unpublished Ph.D Thesis. Helwan University, Cairo, Egypt.

Novara, E. (1996): *Providing Services in Brazilian Favelas: The AVSI Experience,* Unpublished Paper Prepared for a World Bank Sponsored Round Table Meeting on the Provision of Services for the Urban Poor in Latin America, December 11-13, Washington.

Shafiei, Kaveh (2007): *Internal commercial streets and the consolidation of large informal neighborhoods: the case of Zahedan, Iran.* Proceedings, 6th international Space Syntax Symposium, İstanbul.

Sobreira, Fabiano (2003): *Squatter Settlements Consolidation: Spatial Analysis In An Agent-Based Environment.* Proceedings of the Space Syntax Fourth International Symposium, London.

Zielenbach, Sean, (2003): *Assessing economic change in HOPE VI neighborhoods.* Housing Policy Debate, Vol. 14, No. 4.

٤. ساهم الحل في تحسين قيم الوصولية للقلب من ١,٣٩ للوضع الراهن إلى ١,٦٥ للمقترح، أي بنسبة تحسن في الوصولية بلغت ١٩%، وهو ما يعني زيادة حيوية القلب، وساهم في تغلغه بصورة أكبر في الشمال والشرق والتي كانت تعاني من عزلة نسبية، وهو ما يتضح بمقارنة الأشكال (٥) و (٦).

جدير بالذكر أن إجراء هذه التدخلات يتطلب هدم عدد محدود من العقارات، وهو بذلك يقدم حلاً يتوافق مع مبادئ الإستدامة، كما أنه أخف ضرراً وأقل تكلفة من هدم كامل المنطقة.

الخلاصة:

تعاملت الدراسة الحالية مع المشكلات ذات الطبيعة الفراغية لتجمع البغدادية العشوائي، وقد أثبت أسلوب تحليل بنية الفراغ أنه أداة فعالة للمصمم والمخطط العمراني في التعامل مع مثل هذه المشكلات، وليس مجرد أداة بحثية، حيث يمكن بواسطته تشخيص مشكلات المناطق العشوائية وتحديد المشكلات في الإتصالية والوصولية بدقة، كما تتيح التقنية اختبار بدائل للحلول وقياس تأثير هذه التعديلات والمفاضلة بينها، حيث أمكن باستخدام هذه التقنية تحسين إتصالية منطقة الدراسة بمحيطها العمراني، بالإضافة إلى تحسين سيولة الحركة خلال المنطقة بدرجة ملحوظة خاصة في الجزء الشمالي من المنطقة وكذلك في الشوارع الرئيسية سواء داخل المنطقة أو حولها. هذه التدخلات لا يتوقع أن تحل بمفردها جميع مشاكل العشوائيات، إلا أنها قد تساهم في إنعاش المنطقة اقتصادياً وعمرانياً وإجتماعياً بجعلها جاذبة للأنشطة وإستثمارات، وهو ما يؤدي تدريجياً إلى رفع مستوي المنطقة وتحسين ظروفها العمرانية، كما أن الإقلال من العزلة يقلل من المشكلات الإجتماعية التي عادة ما ترتبط بالعزلة.

المراجع:

أمانة محافظة جدة (٢٠٠٨): إعداد المخططات التفصيلية للمناطق العشوائية بمحافظة جدة. الإدارة العامة للمخطط المحلي والتجديد الحضري، إدارة شئون المناطق العفوية.
شركة زهير فايز ومشاركوه (٢٠٠٦): مشروع إعداد المخططات التفصيلية للمناطق العشوائية بمحافظة جدة. تقرير إعداد المخططات التفصيلية - منطقة البغدادية.

Budiarto, Luki (2003): *Dwellers and strangers: Socio-cultural entity, space-use, and spatial configuration in kampung settlements of Jakarta, Indonesia*. 4th International Space Syntax Symposium London.

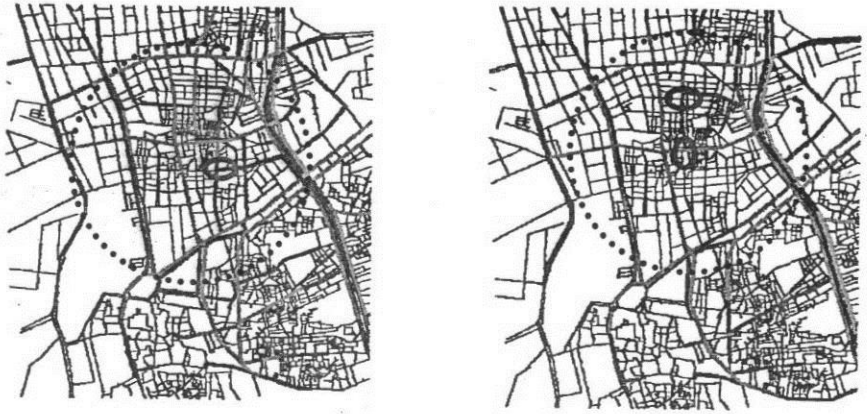
Greene, Margarita (2003): *Housing And Community Consolidation In Informal Settlements: A Case Of Movement Economy*. Proceedings of the Space Syntax Fourth International Symposium, London.

Hillier, Bill & Hanson Julienne (1984): *The Social Logic of Space*. Cambridge University Press, UK.

Hillier, Bill (1996): *Space in the Machine: A Configurational Theort of Architecture*, Cambridge University Press, UK.

Hillier, B, Greene, M & Desyllas, J (1999): *Self generated neighborhoods: the role of urban form in the consolidation of informal settlements*. 2nd space syntax international symposium, Brasilia, 1999.

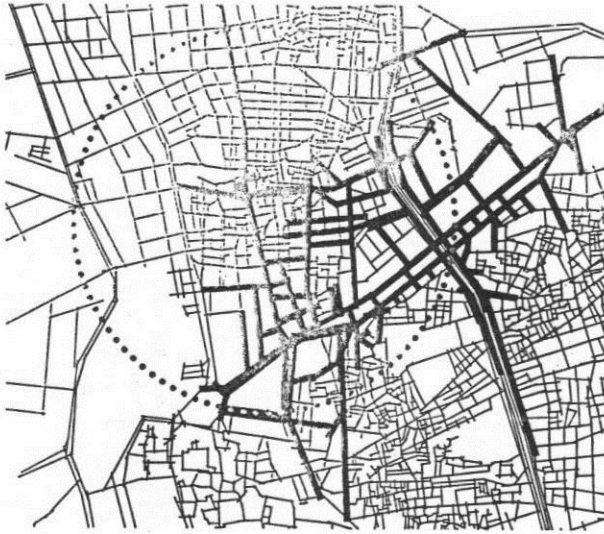
Karimi, K, Amir, A, Shafiei, K, Raford, N, Abdul, E, Zhang, J and Mavridou, M (2007): *Evidence-based spatial intervention for generation of informal settlements*.



شكل رقم (٧) الشوارع المحتمل استخدامها للمرور العابر علي المستوي العام للوضع الراهن . شكل رقم (٨) الشوارع المحتمل استخدامها للمرور العابر للمدي المتوسط للوضع الراهن. الأشكال البيضاء تحدد خطوط غير مكتملة تحتاج إلي استكمال كي تتحسن إتصالية المنطقة بمحيطها العمراني. تدرجات الرمادي تعبر عن أهمية الجزء لحركة المرور العابر. المصدر: الباحث



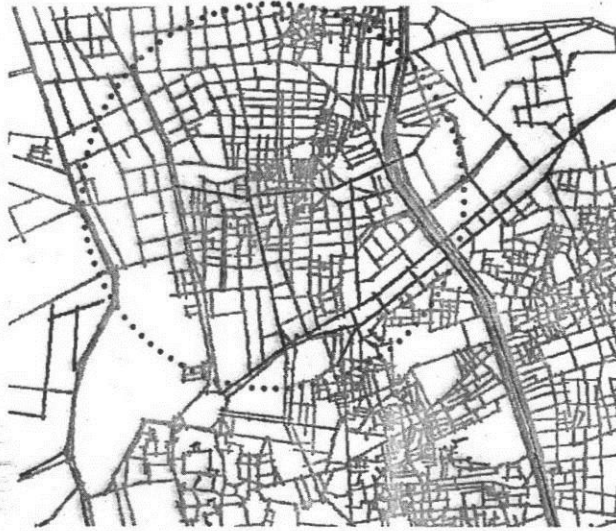
شكل رقم (٩) خريطة الإختيار للحل المقترح ويتضح النجاح في إضافة محور إضافي شرق-غرب وآخر شمال-جنوب لتحصين الربط مع ال عمران المحيط.



شكل رقم (٥) قلب الإنتماج للوضع الراهن للبيغدادية (الباحث)



شكل رقم (٦) قلب الإنتماج للحل المقترح (الباحث)



شكل رقم (٣) خريطة الإنتماج للوضع الراهن للبغدادية (الباحث)



شكل رقم (٤) خريطة الإنتماج للحل المقترح (الباحث)

تم إجراء تحليل تفصيلي (شكل رقم ٤) للتأكد ما سبق، ووجد أن درجة الاندماج البغدادية أعلى من المناطق المحيطة، حيث بلغ متوسط الاندماج للبغدادية فقط ١,١٨. بينما بلغ للبغدادية مع المحيط ٠,٩٨. كما وجد أن درجة التوافق (معامل الارتباط) بين نطاقات الحركة المختلفة للبغدادية بمفردها أعلى منها في حالة إشتغال التحليل علي المناطق المحيطة. فعلي سبيل المثال وجد أن معامل الارتباط لنطاق السير لمدة ٥ دقائق (نصف قطر ٤٠٠ متر) مع نطاق السير العام الذي يشمل كامل الخريطة ضعيف نسبيا ($r=0.28$)، إلا أنه لوحظ تحسن ملحوظ في درجة التوافق عند إقتصار القياس علي شوارع البغدادية فقط ($r=0.541$) وهو ما يعني أن درجة التوافق بين مجالات الحركة المحلية والإنتقالية العامة للبغدادية أفضل منها للمناطق المحيطة، أي أن إتصالية البغدادية مع محيطها العمراني أفضل من إتصالية المناطق المحيطة مع محيطها العمراني.

إلا أنه بالنظر إلي الخرائط أشكال (٣، ٥) يتضح أن المنطقة تعاني من إختلال في توزيع قيم الإندماج، والذي يعد مقياس للوصولية أو سهولة التنقل داخل المنطقة، حيث نجد أن المنطقة يسهل الوصول إليها من جهة الجنوب (شارع المطار) والشرق (شارع الملك فهد) والمتمثل في الخطوط بالرمادي الداكن، بينما نجد أن النصف الشمالي من المنطقة أقل سهولة في الحركة خلاله، كما يضعف إتصاله مع محيطه العمراني، خاصة من جهة الشمال (طريق الملك خالد) والغرب (طريق المدينة).

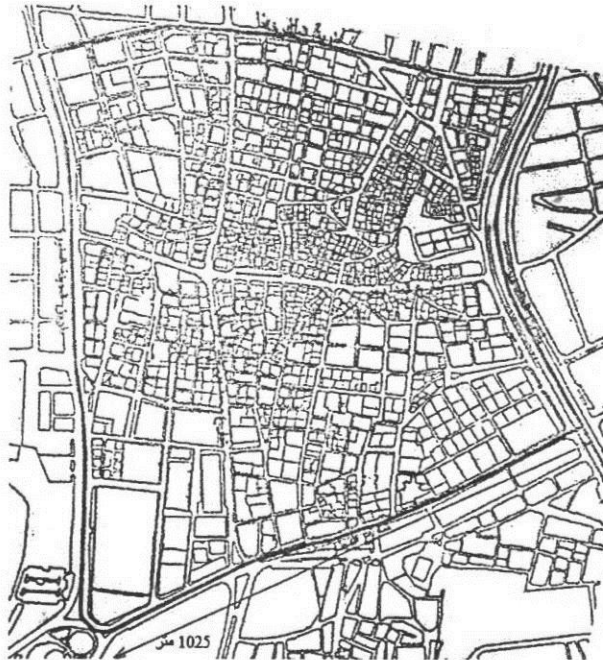
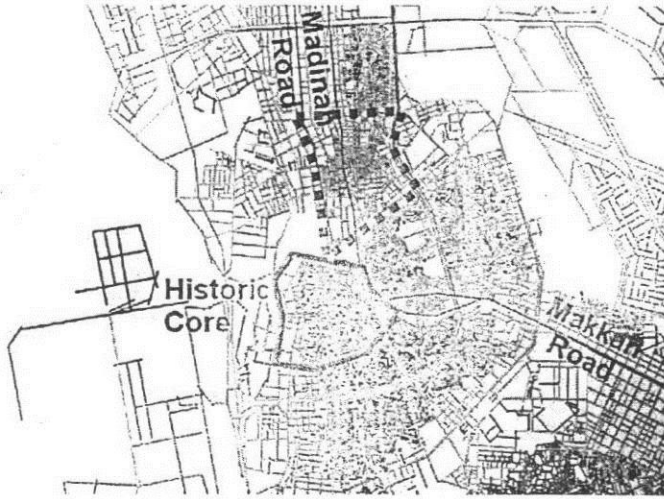
أما علي صعيد البنية الداخلية، فيلاحظ أن قلب الاندماج يتركز في الجزء الجنوبي الشرقي من الحي أما الجزء الشمالي فلا يمر به تقريبا قلب الاندماج، أي أنه أكثر عزلة من الشق الجنوبي. كما يلاحظ أيضا أن طريق المدينة وطريق الملك خالد لا يشكلان جزء من قلب الاندماج. هذا ويعد التشخيص السابق الأساس الذي سيتم البناء عليه للوصول لحلول للمشاكل المشار إليها.

تم تجربة عدد من الحلول اعتمادا علي خرائط الاندماج والتي تقيس جودة الوصلية أشكال (٣) و (٥) في محاولة لتحقيق توزيع متوازن في قيم الوصلية بالمنطقة.

كما تم الإعتداد علي خرائط أشكال رقم (٧) و (٨) والتي تحدد محاور الحركة الهامة التي تربط المنطقة بمحيطها وكذلك محاور الحركة الغير مكتملة والتي يمكن من خلال إستكمالها خلق محاور إضافية تحسن من ربط المنطقة بالعمران المحيط، خاصة في المناطق التي يضعف الربط معها.

وقد أمكن بعد عدة محاولات التوصل إلي حل مقترح أمكن فيه تحقيق ما يلي:

١. زيادة متور عرضي، يجري من الشرق إلي الغرب، ومحور آخر طولي يجري من شمال إلي الجنوب، (شكل رقم ٩) وهو ما يساهم في تدعيم ربط المنطقة مع العمران المحيط من جميع الجهات ويخفف الضغط عن المحورين الحركة الرئيسيين داخل المنطقة (شكل رقم ٧)، وفي نفس الوقت لا يبالغ الحل في زيادة الإتصالية مع المحيط بطريقة تبتد تكامل المنطقة. وقد أمكن الوصول إلي هذه النتيجة من خلال حد أدنى من التدخلات التي لا تخل بطبيعة المنطقة. يمكن ملاحظة الفارق بين الوضع الراهن والمقترح بمقارنة أشكال (٧) و (٩).
٢. أمكن تحسين الوصلية الداخلية بالمنطقة من خلال العمل علي زيادة إنتظام شبكة الشوارع والإقلال من تعرج الشوارع، حيث ساهم الحل في تحسين سيولة الحركة الداخلية والتي تعبر عنيا قيمة الإندماج أو الوصلية والتي بلغت ٠,٩٨ للوضع الراهن وإرتفعت إلي ١,١٣ للمقترح، أي بنسبة تمسح بلغت ١٥%.
٣. لم يقتصر التحسن في الوصلية علي الكم فقط، بل إن الحل ساهم في تحقيق توزيع أفضل اتيم الوصلية في المنطقة وهو ما يمكن ملاحظته بمقارنة أشكال (٣) مع (٤) ومقارنة أشكال (٥) مع (٦).



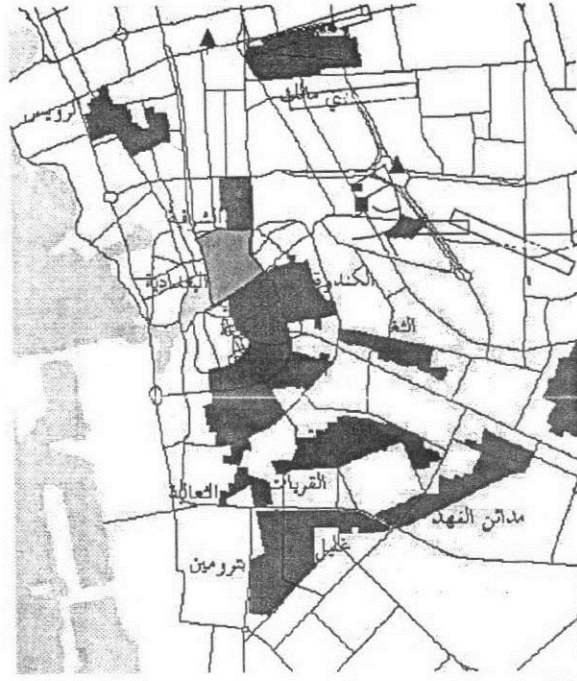
شكل رقم (٢) (أعلى) خريطة تحليل الأقسام موضحا بها منطقة جدة التاريخية والمناطق العشوائية التي تحيط بها ومن
بنيها البغدادية (محاطة بمضلع ذو خطوط مقطعة) المصدر: (Karimi, 2007). شكل رقم (٣) (أسفل) خريطة
تفصيلية لشوارع وتقسيمات الأراضي لمنطقة البغدادية. المصدر: (زهير فايز ٢٠٠٦).

الشوارع بحيث تحقق ربط قلب المنطقة بشبكة شوارع المدينة، أملا في أن يساهم الأسلوب المقترح في الإرتقاء بالمنطقة. كما تعمل الدراسة علي تحسين الوصلية الداخلية. يمثل هذا التوجه البحثي مدخل جديد نسبيا في التعامل مع العشوائيات.

خطوات التحليل:

تم إتباع الخطوات التالية في التحليل:

١. رسم خريطة الخطوط المحورية للمنطقة باستخدام برنامج أوتوكاد إعتمادا علي الخرائط المتاحة، وقد أخذ في الإعتبار أن تكون المنطقة المشمولة بالتحليل أكثر إتساعا من منطقة الدراسة حتي يمكن قياس علاقتها بالمناطق المحيطة، وكذلك لتجنب الخطأ الحسابي الناتج عن ما يسمي "بتأثير الحدود"، وقد بلغ قطر منطقة الدراسة ١٢٥٠م تقريبا بينما بلغ قطر المنطقة المشمولة بالتحليل ما بين ٣ و ٤ كم والتي يعتقد أنها كافية لأغراض الدراسة.
 ٢. تصدير الخريطة إلي برنامج "Depthmap" الذي أستخدم في تحليل بنية الفراغ لإجراء تحليلات علي نوعين من الخرائط هما الخرائط المحورية axial maps وخرائط تحليل الأجزاء segment analysis maps.
 ٣. تحديد مستويات الإنتماج (سهولة الوصلية) لجميع شوارع المنطقة.
 ٤. تحديد درجة ونمط إتصالية المنطقة بالمحيط العمراني، بإستخدام مقياس الإختيار choice والذي يقيس إحتمالية إستخدام مختلف شوارع المنطقة للمرور العابر. تمت قياس هذه الإحتمالية لكل مدي أو مجال من مجالات الحركة علي حده، بدأ من مجال حركة السيارات للمدي البعيد (٢٠٠٠م فأكثر) أو المتوسط (١٦٠٠-١٢٠٠م) أو المحلي (نصف قطر ٨٠٠-٤٠٠م)، والذي يناسب التعبير عن حركة المشاة، حيث أستخدم نصف قطر ٤٠٠م لتحديد إحتمالية استخدام الشوارع للحركة العابرة لمسافة سير في حدود خمس دقائق، وصولا إلي نصف قطر ٨٠٠م لمسافة سير ١٠ دقائق.
 ٥. دراسة العلاقة بين مجالات الحركة المختلفة ودرجات التوافق بينها وتحديد المحاور الغير مكتملة والعمل علي وصلها.
 ٦. تحديد مواطن الخلل في نسق العلاقات الفراغية والتي تحتاج للتدخل للتقويمها.
 ٧. إقتراح عدد من البدائل وإختبار تأثير كل بديل علي إتصالية المنطقة بالمحيط العمراني.
 ٨. إختيار البديل الأفضل.
- تبين الخريطة المرفقة شكل رقم (٢) خريطة الوصلية لمنطقة وسط المدينة والتي تشمل جده التاريخية، والأحياء العشوائية المحيطة، والتي منها البغدادية. تعبر تدرجات اللون بالخريطة عن درجة سهولة الوصلية، حيث تمثل الخطوط بالرمادي الفاتح درجات الوصلية، بينما الخطوط بالرمادي الداكن تمثل شوارع لها أقل درجات الوصلية (مناطق منعزلة).
- يتضح من الخريطة شكل رقم (٢) أن منطقة البغدادية تتميز بأنها أقل عزلة مقارنة بالتجمعات العشوائية المحيطة بالمنطقة المركزية، وأن إرتباط منطقة البغدادية بمحيطها العمراني أفضل نسبيا من إرتباط التجمعات العشوائية الأخرى، ويرجع ذلك إلي الإنتظام والإستقامة النسبية لشوارع المنطقة بالإضافة إلي إحاطة عدد من الشوارع الرئيسية الهامة التي تتمتع بدرجة ووصلية مرتفعة. يخترق المنطقة شارعين متعامدين يمران تقريبا بمنصف الحي ويربطان المنطقة بالأحياء المحيطة. يتسم نسيج المنطقة بجمعه بين منطقة تغلب عليها العشوائية وقطع الأراضي الصغيرة في منتصف الحي، يحيط بها مناطق ذات تخطيط شبه شبكي وتغلب عليها مساحات قطع أكبر علي الأطراف. تتركز مشاكل المنطقة في الجزء العشوائي وتقل في الجزء الشبكي.



شكرا

- يقطن المنطقة نسبة كبيرة من الفقراء وغير السعوديين نظرا لقربها من الخدمات والأعمال بالمنطقة المركزية حيث توفر سكن رخيص لهم.

مميزات المنطقة:

- تتميز المنطقة بوقوعها على شوارع هامة ومحاور حركة رئيسية في المدينة مما يسهل المنطقة للإستفادة من الأنشطة التجارية و الخدمات المميزة للمنطقة ومحيطها العمراني.
- سهولة الوصول إلى المنطقة لوقوعها على محاور هامة.
- إمكانية الاستفادة من تحقيق التكامل بين كل من منطقة الشرفية و الكندرة و العمارة و طيفيا وخدميا نظرا لقربها من المنطقة.
- إمكانية الاستفادة من الأراضي البيضاء بعد هدم وإزالة بعض الأبنية المتدهورة لسد احتياجات المنطقة من الخدمات والمرافق والإسكان.

تحليل بنية الفراغ لمنطقة البغدادية:

سبقت الإشارة إلى أن العزلة والانفصال عن المحيط العمراني يعد من أهم المشكلات التي تواجه المناطق العشوائية وأن تحقيق التواصل مع المحيط يساهم في الحفاظ على حيوية واستمرارية المستقرة. تركز هذه الدراسة على التعامل مع المشكلات الفراغية التي تعاني منها البغدادية كالعزلة وضعف الإتصالية من خلال تدخلات مادية محدودة ومنتقاة بطريقة موضوعية بما يحقق دمجها بباقي أجزاء المدينة، ويؤدي إلى تحسن ذاتي للمنطقة، ينعكس إيجابيا على المناطق المحيطة. تعتمد أستراتيجية الحل على تحسين ربط منطقة الدراسة بمحيطها العمراني، بما يحقق دمجها في المدينة مع الإحتفاظ بشخصية المكان، ويساعد على تطورها إجتماعيا وإقتصاديا. ويتم ذلك من خلال إقتراح تدخلات في النسيج العمراني للمنطقة يتم بموجبها مد بعض

هناك عدد محدود من الدراسات التي تعرضت لمشكلة العشوائيات في مدينة جده، أحدها الدراسة التي قام بها مكتب زهير فايز عام (٢٠٠٦) ودراسة مكتب سيبس سينتاكس المحدودة عام (٢٠٠٧).

وقد قام مكتب زهير فايز بتقديم مقترح لتطوير عدد من العشوائيات بمدينة جده، منها البغدادية. اشتملت الدراسة على دراسة تفصيلية وتحليلية للوضع الراهن بالإضافة إلى مسح إجتماعي واقتصادي لسكان المنطقة. حددت الدراسة مشاكل المنطقة في تدهور حالة الطرق الداخلية والنسيج العمراني ونقص بعض الخدمات إضافة إلى انخفاض كفاءة شبكات المرافق وارتفاع الكثافات. وقد اقترحت الدراسة إقامة منطقة سكنية تجارية استثمارية بعمق يتراوح بين ٥٠ - ١٥٠ م بطول واجهات المنطقة المطلة على الطرق الرئيسية إضافة إلى توفير شارع أو محور ثانوي خلفي لتخفيف الضغط المروري عن الطرق الرئيسية، كما اقترحت الدراسة تحسينات أخرى في مجال الخدمات والمرافق. إلا أن هذه المقترحات غير مدعومة بتبريرات موضوعية.

الدراسة الثانية قام بها (Karimi, 2007) وتم خلالها دراسة العشوائيات المحيطة بالمنطقة المركزية بمدينة جدة بإتباع منهجية تشخيص فراغية بغرض إقتراح إستراتيجية للتدخل الفراغي لتطوير هذه العشوائيات. وقد استخدمت الدراسة تقنيات GIS مع space syntax كأسلوب للتعامل مع العديد من العوامل العمرانية والبيانات الإجتماعية والإقتصادية، وقد خلصت الدراسة إلى أن المشكلة الرئيسية لهذه التجمعات تكمن في ضعف إتصالها بمحيطها العمراني علي الرغم من تميزها ببنية فراغية داخلية قوية، وأن هذا الضعف يعوق تطور العشوائيات إجتماعيا وإقتصاديا.

وصف منطقة الدراسة:

تقع منطقة البغدادية بوسط مدينة جدة، إلى الشمال من جده التاريخية وتبلغ مساحة المنطقة ٩٥,٣ هكتار، ويصل عدد سكانها إلى ١٩٣٩٠ نسمة بكثافة سكانية كلية تبلغ حوالي ٢٠٣ نسمة/ هكتار (أمانة محافظة جدة، ٢٠٠٦)، ويوضح شكل رقم (١) الموقع العام للمنطقة والمناطق المحيطة بها كما يوضح شكل (٢) النسيج العمراني المكون لمنطقة البغدادية. يحيط بالمنطقة عدد من الشوارع الرئيسية الهامة التي تنسم بكثافة الحركة المرورية عليها، أما شبكة الطرق الداخلية بالمنطقة فتتسم بضيقها وتعرجها لافتقارها لأماكن انتظار السيارات مما يعيق حركة السيارات داخل المنطقة.

مشكلات منطقة الدراسة:

يمكن تلخيص مشكلات المنطقة فيما يلي:

- تعاني المنطقة من بعض المشكلات الفراغية من عشوائية النسيج العمراني والعزلة في بعض الأجزاء.
- تعاني المنطقة من تركيز وإزدحام في الحركة المرورية بالشارعين الرئيسيين الذان يقسمان المنطقة.
- إتصالية المنطقة بمحيطها العمراني تحتاج إلى تدعيم.
- تعاني المنطقة من التدهور العمراني، حيث تبلغ نسبة المباني ذات الحالات السيئة والمتدهورة ٣٩% من جملة المباني بالمنطقة، وهو وإن كان علامة علي انخفاض مستوي المنطقة إلا أنه يعد فرصة لتطوير المنطقة، من خلال إزالة جزء من هذه المباني عند الحاجة.
- تعتبر حالة الطرق الداخلية بالمنطقة متوسطة، وتوجد بعض الطرق حالتها متدهوره حيث تنسم بالضيق والتعرج وعدم قدرة على استيعاب الحركة المرورية أو حركة مركبات الطوارئ.
- لا تتوفر بالمنطقة أماكن كافية لانتظار السيارات وهو ما يعيق حركة المرور داخل المنطقة.
- تعاني المنطقة من النقص في بعض الخدمات خاصة الخدمات الثقافية والترفيهية.
- تعاني المنطقة من انخفاض كفاءة شبكات المياه أو الصرف الصحي.
- تعاني المنطقة من عدم وجود نظام منتظم لجمع النفايات الصلبة نظرا لضيق الشوارع الداخلية.
- نقل المساحات الفارغة "الأراضي البيضاء" داخل وخارج المنطقة وهو ما يعيق تطوير وتنمية المنطقة.
- ترتفع الكثافة السكانية بالمنطقة.
- يحيط بالمنطقة عدة مناطق عشوائية من الشمال والجنوب.

الشارع كمقصد للحركة، بينما تعبر قيمة "الإختيار" عن احتمالية اختيار الشارع أو الجزء من الشارع كمسار للوصول من مكان لمكان آخر.

وقد ثبت من خلال عدد كبير من الدراسات أن خصائص "الإندماج" و "الإختيار" ترتبط بكثافات حركة المشاة والسيارات في مختلف الشوارع، والتي تؤثر على تموضع مختلف أنواع إستعمالات الأراضي، حيث وجد أن حركة المشاة والسيارات الرئيسية تزداد كثافتها، وأن الوظائف ذات الطبيعة التجارية تميل إلى التموضع، في الشوارع الأكثر إندماجاً، أو الأسهل في الوصول إليها (accessible) بحكم موقعها وعلاقتها بباقي الشوارع، مما يجعلها جانبية للكثير من حركة السيارات والمشاة، بينما تلائم المناطق المنعزلة الإستعمالات التي تتطلب قدراً من الخصوصية والهدوء كالمناطق السكنية (Hillier, 1996). هذا ويطلق على الشوارع التي لها أعلى قيم الإندماج اسم "القلب المدمج" ويفيد تحديده في فهم التركيب الفراغي للمنطقة محل الدراسة.

وقد أستخدم أسلوب تحليل بنية الفراغ في دراسة التجمعات العشوائية في العديد من دول العالم كالبرازيل، واندونيسيا، وإيران، وشيلي، وبنجلاديش، ومصر، والسعودية، حيث قام (Sobreira, Fabiano, 2003) بدراسة تسع تجمعات عشوائية بالبرازيل، بغرض فهم العلاقة بين حجم التجمع والأبعاد الفراغية والاجتماعية، وقاما بتطوير عدد من النماذج الرياضية لاستخدامها في التخطيط. كما قام (Budiarto, Luki, 2003) بدراسة العلاقة بين بنية الفراغ ونمط الاستخدام في عدد من المستقرات العشوائية بجاكرتا بغية الوصول إلى أوجه الاختلاف والتشابه بين هذه المستقرات، ووجد أن لهذه المستقرات تشكيل منطقي ودرجة وضوح جيدة بالرغم من عشوائيتها، كما وجد أنها مدمجة في المدينة بصورة جيدة. كما قام (Shafiei, Kaveh, 2007) بدراسة التوزيع الفراغي للاستخدامات التجارية بالمستقرات العشوائية بزاهدان. ووجد أن الأحياء العشوائية الكبيرة والمدمجة تقع محالها التجارية على الشوارع جيدة الوصولية على المستوى العام ووجد أن الشوارع الداخلية يمكنها لعب دور الحيوية الاقتصادية من خلال دمج الشوارع التي تقع عليها المحال التجارية المحلية بمحيطها الاقتصادي العمراني الأوسع. كما قام (Khalil, 1997) بدراسة تأثير تشكيل الموقع العام على العلاقات الاجتماعية بين السكان في ثلاث مناطق منهم أحد التجمعات العشوائية بالقاهرة.

كما رصد (Hillier et. al, 1999) ظاهرة الأنشطة الاقتصادية التي تتركز على أطراف المستقرات العشوائية، واستنتج أن تلك الأنشطة يمكن أن تساهم في التحسن التدريجي لمستوى المنطقة العشوائية، بشرط وقوعها على شوارع مدمجة (يسهل الوصول إليها) تكثر بها الحركة، وهي نفس الظاهرة التي أشارت لها (Greene, 2003) في دراستها للعوامل الفراغية التي تؤثر على اندماج التجمعات الهامشية بسنتياجو (شيلي) حيث ووجدت أن "اقتصاد الحدود" أو إقتصاد الحركة يساهم في عملية الدمج، كما وجدت أن الخدمات والمرافق تلعب دوراً في تحفيز عملية الدمج.

وقد تبنت البرازيل أسلوباً للتحسين العمراني من خلال التخطيط الشامل في بيلو هوريزونت (Belo Horizonte) بالبرازيل يعتمد على استخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لربط المخططات العمرانية مع البيانات الاجتماعية والاقتصادية، وهو ما يتيح القيام بتدخلات محسوبة وتحديد تأثير أي تدخل على مكونات المنطقة ككل. ويمكن ملاحظة وجود قواسم مشتركة بين هذا الأسلوب وبين الأسلوب تحليل بنية الفراغ، أهمها التوافق على أن الانفصال عن المحيط العمراني يعد من أهم المشكلات التي تواجه المناطق العشوائية وأن عملية الارتقاء يجب أن تهدف إلى تحقيق التواصل والتكامل العمراني والاجتماعي والاقتصادي مع المناطق المحيطة والمدينة، بالإضافة إلى التكامل العمراني - الفراغي داخل المستقرة للحفاظ على حيوية واستمرارية المستقرة. إلا أن الإختلاف هو في التقنيات المستخدمة لتحقيق هذا الهدف (Novara, E, 1996).

كما قام (Karimi, 2007) بدراسة لعدد من المناطق العشوائية بالمنطقة المركزية بمدينة جدة بغرض تطوير هذه العشوائيات التي تنسم بالتكدس والركود والمشكلات الاجتماعية والعمرانية المختلفة، استخدم فيها أسلوب يجمع بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتحليل بنية الفراغ (space syntax). ووجد أن المشكلة الرئيسية لهذه التجمعات تكمن في ضعف اتصالها بالمحيط العمراني لهذه التجمعات بالرغم من تميزها ببنية فراغية داخلية قوية. وأنه يمكن معالجة هذه المشكلة من خلال تدخلات مادية محدودة ومنقاة بما يحقق دمجها بباقي أجزاء المدينة، وهو ما يؤدي إلى تحسن ذاتي للعشوائيات، إضافة إلى تأثيره إيجابياً على المناطق المحيطة. وتوصل لمقياس يطلق عليه "معامل التحول" كمؤشر مساعد للتصميم واتخاذ القرار.

مقدمة:

تمثل المناطق العشوائية مشكلة تعني منها أغلب دول العالم ومنها المملكة العربية السعودية، فعلى الرغم من ارتفاع متوسط الدخل للسكان ووجود مساحات تسمح بالامتدادات العمرانية المخططة ظهرت المناطق العشوائية في المدن الكبرى بالمملكة العربية السعودية بوضوح ونمت وتوسعت بصورة تدعو لعدم تجاهل هذه الظاهرة. ففي مدينة جدة تنتشر المناطق العشوائية بكثرة حيث بلغ عددها ٥٠ منطقة عشوائية بمساحة إجمالية بلغت ٥٥ كم^٢ تقريباً ويقطن بها حوالي مليون نسمة.

وقد بدأ ظهور العشوائيات حول سور المدينة القديمة للتجاوب مع الطلب المرتفع والمفاجئ على المساكن عقب حرب أكتوبر ١٩٧٣ وما صاحبه من إزدياد فرص العمل والتجارة والتي شجعت الهجرة الداخلية والخارجية إليها بأعداد كبيرة ساهمت في زيادة الطلب على المساكن، وبالرغم من مشاكلها، فإن هذه المناطق العشوائية ساهمت في توفير السكن الرخيص لمحدودي الدخل من العائلات السعودية والعمالة الأجنبية على حد سواء.

مشكلة البحث:

يؤثر وجود المناطق العشوائية بمدينة جدة سلبياً على المجتمع حيث تعاني هذه المناطق العديد من المشكلات العمرانية والاجتماعية والاقتصادية التي لا يقتصر مجال تأثيرها على المناطق العشوائية فقط ولكن يمتد إلى مستوى المدينة ككل، حيث تمثل العشوائيات بؤراً منعزلة لا تتكامل مع مناطق المدينة، كما تتردى بها حالة الطرق والفراغات والمرافق والخدمات العامة والمباني، كما تتسم باختلال التركيب الأمري وتركز العمالة الفقيرة وغير القانونية وانتشار الجريمة بمختلف أنماطها وضعف المستوى الأمني مما جعلها ملجأ للخارجين عن القانون بالإضافة إلى تدني المستوى الاقتصادي وفرص العمل.

وعلى الرغم من أن أسلوب الإزالة قد ثبتت عدم جدواه في التعامل مع ظاهرة العشوائيات إلا أن أمانة مدينة جدة تبنت منهج الإزالة ووضعت قيد التنفيذ خططا لإزالة بعض الأحياء العشوائية تشمل علي نزع ملكيات المناطق العشوائية وإزالة المباني وإعادة تخطيط وتنظيم المنطقة وتزويدها بالمرافق والخدمات، وقد تم إنشاء شركات استثمارية مهمتها تنفيذ مشاريع استثمارية سكنية وتجارية مناسبة بها على أن يتم تعويض أصحاب العقارات المنزوعة من خلال التملك أو المساهمة في هذه المشاريع الاستثمارية. جدير بالذكر أن هذا المدخل لا يحل المشكلة، ولا يراعي مصالح القاطنين من غير الملاك والذين سيضطرون إلى النزوح إلى مناطق جديدة بحثاً عن مسكن رخيص وهو ما سيؤدي حتماً إلى تكوين عشوائيات جديدة في مناطق أخرى، بالإضافة إلى أن هذا التوجه يتناقض مع التوجهات العالمية التي تنادي بالإرتقاء بالمناطق العشوائية.

ويقترح الباحث استراتيجيات بديلة تهدف إلى الإرتقاء بالمناطق العشوائية من خلال تدخلات محدودة تؤدي إلى دمج هذه المناطق في محيطها العمراني لتصبح جزء متكامل مع هيكل المدينة وتكون بيئة فعالة صالحة للسكن والعمل من خلال إستخدام تقنيات تحليل بنية الفراغ Space Syntax، ويتم تطبيق هذا الأسلوب على أحد الأحياء العشوائية المنتشرة بالمدينة وهو حي البغدادية العشوائي.

أدبيات دراسة:

يعد أسلوب تحليل بنية الفراغ (space syntax) من الأساليب الحديثة التي تنقل التعامل مع البيئة المشيدة إلى آفاق جديدة من التحليل والفهم والتصميم، حيث يمكن بواسطته فهم وتفسير العديد من الظواهر الاجتماعية والاقتصادية والسياسية المرتبطة بالعمران، حيث يقدم تقنيات يمكن بواسطتها تحليل مختلف أنماط الفراغات العمرانية بأي درجة من التعقيد أو البساطة أو الانتظام أو العشوائية من خلال تجريد النسيج العمراني إلى أطول وأقل عدد ممكن من خطوط الرؤية التي تمر بجميع فراغات التجمع ثم يقوم برنامج Depthmap بحساب عدد من القيم الرقمية الموضوعية لكل خط، بعضها محلي (أي خاص بخصائص كل خط على حدة وعلاقته بالفراغات المتاخمة له) كالإتصالية وبعضها عام (أي خاص بعلاقة الفراغ بجميع فراغات المنظومة الفراغية) كالإندماج والإختيار والوضوح (Hillier & Hanson, 1984)، وهي خصائص تعبر عن الأهمية النسبية للشوارع وما إذا كان مندمجة (integrated)، أي أن الوصول إليها يسير (accessible) أم أنها منعزلة يصعب الوصول إليها (segregated). وتعتبر قيمة "الإندماج" عن جانبيه الشارع أو الجزء من

التعامل مع التجمعات العشوائية باستخدام تقنيات تحليل بنية الفراغ دراسة حالة حي البغدادية بجده¹

دكتور/ حسام الدين محمد بكر خليل
أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية، كلية الهندسة بالمطرية، جامعة حلوان
husamb@link.net

ملخص البحث:

تعاني مدينة جده من ظاهرة إنتشار العشوائيات والتي بدأت في الظهور عقب حرب ١٩٧٣ نتيجة للطفرة الإقتصادية التي شهدتها المنطقة، حيث بلغ عددها بالمدينة حوالي ٥٠ تجمع عشوائي، يقطن بها حوالي مليون نسمة. وقد تبنت امانة المدينة مبدأ إخلاء العشوائيات وإزالتها ومن ثم تطويرها وهو ما يتوقع أن يزيد من تعقيد المشكلة. تقترح الدراسة استراتيجية بديلة تهدف للإرتقاء بالمناطق العشوائية من خلال تدخلات محدودة تؤدي إلى دمج هذه المناطق في محيطها العمراني لزيادة حيويتها باستخدام تقنيات تحليل بنية الفراغ Space Syntax، وقد تم تطبيق الأسلوب علي حي البغدادية العشوائي وأمكن بواسطته تحديد مشكلات المنطقة والمتمثلة بالتوزيع الغير متوازن لشوارع مرتفعة الوصلية والتي تتركز في الجزء الجنوبي الشرقي من المنطقة في حين أن النصف الشمالي يتسم بالعزلة، بالإضافة إلي عدم كفاية الروابط مع المحيط العمراني. وقد أمكن تطوير مقترح يعالج هذه المشكلات وتم إختياره بواسطة التقنية المقترحة والذي ساعد علي تحسين سهولة الوصلية للمنطقة كما ساعد علي تعزيز ربط المنطقة بمحيطها العمراني خاصة من جهة الشمال والغرب، وبذلك تكون الدراسة قد أثبتت فاعلية استخدام تقنيات تحليل بنية الفراغ في الإرتقاء بالعشوائيات من خلال تدخلات محسوبة، ويأمل الباحث أن تساهم في زيادة حيوية المنطقة عمرانيا وإجتماعيا وإقتصاديا.

كلمات الفهرسة:

جده - البغدادية - التجمعات العشوائية - الإرتقاء - تحليل بنية الفراغ - العزلة - الوصلية

¹ البحث مستخلص من دراسة بحثية مدعومة من جامعة الملك عبد العزيز بجدة، معهد البحوث والاستشارات مازالت قيد الإعداد بعنوان "توظيف تقنيات تحليل البناء الفراغي في تنمية المستقرات العشوائية: دراسة تطبيقية لمنطقة البغدادية العشوائية بجدة" للفريق البحثي المكون من ، د. جاهد تارم، د. حسام الدين محمد بكر، د. ماجد كمال عطية، أ.د. محمد عصاد نور الدين. وقد قام الباحث بإعداد دراسات الجزء الخاص بتحليل بنية الفراغ في هذه الدراسة، وهو الجزء الذي استخلص منه هذا البحث.







- Lechner N., "Heating, Cooling, lighting, Design Methods for Architecture", John Wiley & Sons, N.Y., 1999.
- Magwood, C., etal., "More about Straw Bale Building: A complete guide to designing and building with straw", New Society Publishers London, 2005.
- Minke, G., "Building with Straw: Design and Technology of a Sustainable Architecture", Ein Konstruktionshandbuch Publishers, Germany, 2005.
- Muneer, T., "Solar Radiation and Day Light Models", Architectural Butter Worth, London, 1998.
- Palmer, A., "EcoBuilding: Eagle County Efficient Building Code", McGraw-Hill Book Company, New York, 2001.
- Snell, C., & Callahan, T., "Building Green: A Complete How-To Guide to Alternative Building Methods (Earth Plaster, Straw Bale, Cordwood, Cob, Living Roofs)", Lark Books & Shelter Publishing, New York, 2006.
- Wayne, C., etal., "Energy Management Handbook", Fifth Edition, McGraw-Hill, 2007.

- التعاون بين الهيئات و القطاعات المختلفة ولاسيما المركز القومي للبحوث، أكاديميه البحث العلمى، إتحاد الصناعات ، جهاز شئون البيئه ، جهاز الخدمة الوطنية بالقوات المسلحة ، معهد الدراسات البيئية ، لدعم مشروع قومى يسعى لتوفير وحدات إقتصادية صديقة للبيئة .
- عمل بدائل لمقاومة الحريق في المطبخ الخاص بالبيت المصنوع من قش الرز، عمل بدائل لمقاومة الرطوبة في الحمام الخاص بالبيت المصنوع من قش الرز، عمل دراسة مستوفاة عن مقارنة تكاليف العمارة والانشاء بين البيت المصنوع من قش الرز وبين البيوت التقليدية

المراجع:

- التقرير التجميعي الثالث {Third Assessment Report (TAR)} الصادر من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغيرات المناخية IPCC Inter Governmental Panel on Climate Change ، جهاز شئون البيئة، 2006، ص 29.
- تقرير رصد نوعية الهواء، برنامج المعلومات و الرصد البيئي ،قطاع نوعية البيئة، جهاز شئون البيئة، مصر، 2005، ص 29.
- تقرير السياسات اللازم إتباعها لتخفيف الأضرار الصادر من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغيرات المناخية، جهاز شئون البيئة، مصر، 2006، ص 52.
- توجيهات دول الإتحاد الأوروبي رقم 2001/91 الصادرة في 16 ديسمبر 2002 بشأن كفاءة الطاقة ، جهاز شئون البيئة، مصر، 2005، ص 149.
- نرمين مختار محمد ،(العمارة وتدوير المخلفات - قش الازر كأحد الحلول لتصميم مساكن اقتصادية صديقة للبيئة في مصر) رسالة دكتوراه ،جامعة القاهرة - قسم الهندسة المعمارية ، 2008 .
- Aynn, J.E., et al., " Architectural Interior Systems, Lighting, Air Conditioning, Acoustics", Van Nostrand N.Y., 2000.
- Bruce King, et al., Load Bearing Straw Bale Construction, Elsevier publishing Company LTD, New York, 2003.
- Crowley, J., & Zimmer, L., " Practical Passive Solar Design ", McGraw hill Company, 2004.
- Danials, K., " The Technology of Ecological Buildings ", Backhander Publisher for Architecture, Munich, 1995.
- David R., " Green Building ", Crosby Lockwood Staples Ltd Publisher, London, 2000.
- Eisenberg, D., " Straw Bale Construction and the Building Codes", New Society Publishers, UK, 2000.
- Givoni, D., Man, 'B., " Climate and Architecture ", Science Publisher, London, 2000.
- Hodge, B., " Building Your Straw bale Home: From Foundations to the Roof", Princeton Architectural Press, Australia, 2005.
- King, B., " Buildings of Earth and Straw Structural Design for Rammed Earth and Straw-Bale", Architecture Der Strohhallenbau Publisher, 2005.
- Kranz, H., " Standardization and Technology with shape ", Birkhauser publisher for Architecture, Berlin, 2000.
- Lacinski, P., & Bergeron, M., " Serious Straw Bale: A Home Construction Guide for All Climates", Chelsea Green Publishing Company, 2000.

- الدعوة إلى تصحيح بعض المفاهيم حول إمكانيات قش الأرز حيث أثبتت نتائج الأبحاث العملية كفاءة العزل الحراري حيث أن ($R=40-45$)، ($U=0.13$)، و العزل الصوتي (40ديسيبل) ، وقوة تحمل الصدمات (2000كجم/م^2) عند كثافة جافة أقل من (112كجم/م^3) وذلك عند أسوأ الحالات حيث أن طرق البناء باستخدام قش الأرز تمر بمرحلة الإختبارات والمعالجات أثناء التصنيع ومنها إختبارات الحريق، مقاومة الصدمات، العزل، الحماية من الآفات والحشرات، والخواص الحرارية والصوتية.

- ثبت باستخدام برامج الحاسب الآلي المختصة بالتحليل البيئي أن البناء باستخدام بالات قش الأرز يحقق بيئة داخلية صحية بإحداث تكامل ما بين كل من: الراحة الحرارية، الإضاءة الطبيعية، التهوية الطبيعية، التقليل من معدلات الرطوبة والوضوءاء فبالتطبيق على النموذج التصميمي محل الدراسة وجد أن زيادة سمك الحوائط قلل من معدلات الإكتساب الحراري والصوتى بنسبة (35%) ، وإنعدمت ظواهر السطوح والبريق نهائيا، وزيادة معدلات تبريد كتلة المبنى لإستغلال كتلة المبنى ذاتها في تخزين البرودة الناتجة عن التهوية الطبيعية ليلا ليستفاد منها نهارا .

- أوضحت نتائج دراسته مقارنة الجدوى الإقتصادية التي قام بها المركز القومي للبحوث ما بين طرق البناء المختلفة أن نسبه وفر التكاليف يعادل 40% نظرا لإنخفاض تكلفة البناء باستخدام بالات قش الأرز وإمكانية الإعتدال على الجهود الذاتية في البناء ، كذلك توفير الطاقة بنسبة تصل إلى 70% لكفاءة الأداء الوظيفية، إرتفاع معدلات الراحة البيئية ، وإمكانيات حفظ وترشيد وإنتاج الطاقة.

7- التوصيات:

- القيام بأبحاث مشتركة بين التخصصات الهندسية المختلفة لوضع أساليب تطبيق تكنولوجيا البناء باستخدام بالات قش الأرز ، كذا عمل دراسات متكاملة للنواحي البيئية والإقتصادية والإنتاجية وإمكانيات التصنيع والصيانة والتشغيل .

- إستكمال الدراسات الخاصة بوضع المعايير التصميمية والبيئية لمباني قش الأرز التي تتناسب مع الخصائص المناخية للأقاليم في مصر بإعتبارها من القطاعات المؤثرة على الإقتصاد المحلي.

- دعوة المستثمرين ورجال الأعمال إلى تمويل مفتوح وسريع بلا قيود لهذة النوعية من المشروعات البيئية والتكنولوجية بالإشتراك مع الخبرات العلمية والأكاديمية لبناء نموذج تجريبي لإختباره عمليا قبل تعميمه على المستوى المحلي.

- إعداد كود متخصص بالبناء باستخدام قش الأرز وإدراج البالة المصرية المضغوطة في المواصفات المصرية كذا دعم وتسهيل الإعراف بأسلوب البناء والتراخيص.

- توفير ودعم المكابس والمصانع المختصة بضغط بالات قش الأرز لإنتاج الأحجام والأشكال المختلفة للبالات ، وتسهيل إجراءات التصنيع والنقل والتخزين من خلال الإستعانة بالخبرات في كافة القطاعات أثناء مراحل البناء المختلفة .

وقد أجرى المركز القومي للبحوث دراسات الجدوى الإقتصادية ووجد أن نسبة وفر التكاليف يعادل 40% ، نسبة معدلات توفير الطاقة تصل إلى 70% مقارنة بمبيلاتها من الأساليب التقليدية المعاصرة للبناء .

6- النتائج:

- أظهرت العديد من الدراسات ضرورة تغيير الأنماط التقليدية المتبعة في مجال البناء و التشييد وصولا إلى مباني أكثر إستدامة لمواجهة مشكلات التكلفة العالية للطاقة والمخاوف البيئية والقلق العام حول ظاهرة "المباني المريضة حيث تستهلك مواد البناء عالية الإستهلاك للطاقة سواء في مرحلة التصنيع أو التركيب أو حتى الصيانة 65% من إجمالي الإستهلاك الكلي للطاقة بجميع أنواعها، وتتسبب في 30% من إنبعثات الصوبة الزجاجية.

- أثبتت الدراسات العملية و النظرية إلى أن تقنية البناء بإستخدام باللات قش الأرز هي الأكثر ملائمة للبيئة المصرية لإنخفاض التكلفة، سرعة البناء، البناء بالجهود الذاتية، المساهمة في التنمية الاجتماعية، كفاءة العزل الحراري و الصوتي، التوافق مع الطبيعة المناخية والبيئية، إمكانيات إعادة للتوير. علاوة على إرساء فكرة العمارة الخضراء التي تهتم بالعلاقة بين المباني و البيئة وذلك بإستخدام خامات طبيعية صديقة للبيئة وتحقيقاً لمبدأ الاستدامة .

- للمساهمة في حل مشكلة "السحابة السوداء" والتلوث كان من الضروري تقليل معدلات التلوث البيئي و إتخاذ العديد من الإجراءات للحد من غازات الاحتباس الحراري في القطاعات المختلفة فبالرغم من أن ظاهرة التغيرات المناخية ظاهرة عالمية إلا أن مصر تعد من أكثر البلاد تأثراً حيث يتم حرق 3 مليون طن سنوياً من قش الأرز جدول(6،7).

إجمالي مساحة المزروعة	١٠٤ مليون طن
إجمالي كمية قش القذاعة	٣ مليون طن
ما تم كسبه	١٠١.٠٦٠.١٢ طن
ما تم قومه	١٠.٧٣.١٤٤ طن
ما تم تشييده	٦٤٩.٥٥٨ طن
كميات المستدة	٩٤٢.٧ طن
كميات المهدية	١٠٠٤ طن
كميات تروية	١٠٠ طن

جدول(٧):الوضع الحالي لتوزيع كميات القش.

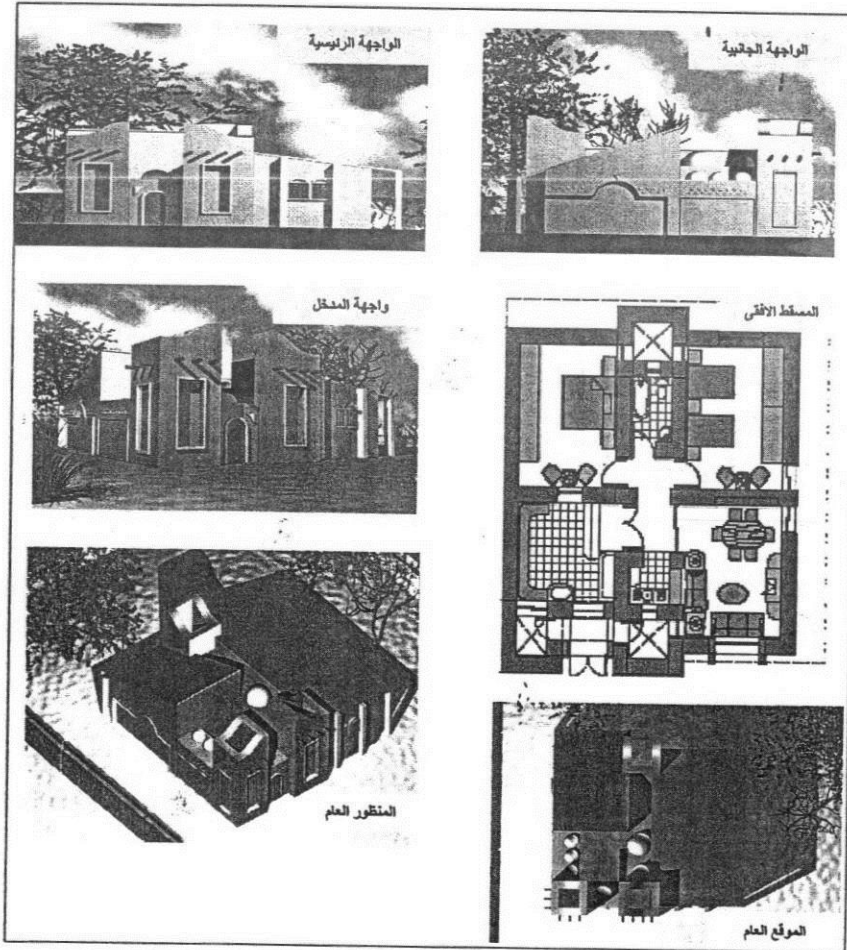
السنة	كمية القش المنتجة	كمية القش التي تم تدويرها
2002/2001	2.48 مليون طن	1.5 مليون طن
2003/2002	2.86 مليون طن	1.7 مليون طن
2004/2003	3.00 مليون طن	1.9 مليون طن
200٥/200٤	٣.٢١ مليون طن	٢ مليون طن
200٦/200٥	٣.3٤ مليون طن	٢.10 مليون طن
200٧/200٦	٣.٦ مليون طن	٢.٢ مليون طن

جدول(٦): كميات قش الأرز المنتجة.

- اتجهت أنظار العالم إلى الحفاظ على الطاقة و ذلك بالحد من إستخدام خامات الحديد والأسمنت التي تستخدم في المباني الهيكلية بكميات كبيرة ومع ارتفاع أسعار مواد البناء المتزايد سعياً لتقليل الأثر البيئي للبناء و رفع معدلات ترشيد و حفظ وإنتاج الطاقة بإستخدام التقنيات الفنية المتاحة و استخدام مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة .

5- نموذج البناء باستخدام بالات قش الأرز كوحدة بنائية صديقة للبيئة :

يجدر الإشارة إلى قيام المركز القومي للبحوث بإعداد نموذج تجريبي شكل (16) لإختبارة عمليا قبل تعميمه على المستوى المحلي باستخدام بالات قش الأرز كوحدة بنائية صديقة للبيئة حيث أجريت العديد من التجارب العملية على الخامات المصرية ومقارنتها بنتائج التجارب العالمية للتوصل إلى تصميم الشكل النهائي للنموذج المصري و مدى إمكانية تطبيق الطرز المعمارية الملائمة للبيئة المصرية.



شكل (16) :التصميمات المعمارية للنموذج المقترح من قبل المركز القومي للبحوث.
تصميم المركز القومي للبحوث ، فريق قش الأرز ، قسم الهندسة المدنية ، مصر ، 2007.

4- كفاءة طرق البناء باستخدام قش الأرز:



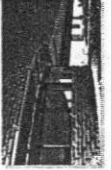


تم إجراء دراسة مقارنة بين الاستخدامات المختلفة للقش بما يتناسب مع البيئة المصرية جدول (3) للتوصل إلى أكثر الطرق كفاءة للبناء من حيث الكفاءة الوظيفية، البيئية، الجمالية، والإقتصادية.

جدول (3): دراسة مقارنة كفاءة طرق البناء باستخدام قش الأرز.

الملائمة للبيئة المصرية	طوبىة القش	ألواح القش	بالات القش	المقارنة بين طرق البناء باستخدام قش الأرز
البناء باستخدام الطوبىة أكثر ملائمة لتشابهها مع طرق البناء الإعتيادية.	2	7	2	سهولة التصميم
ألواح قش الأرز و الطوبىة يسمحان بتعدد الألواح بحد أقصى خمسة ألواح أما البالات تستخدم للإرتفاع بمسافة دورين.	3	2	4	الإمكانات الإنشائية
تعتمد البالات على الجهود الذاتية ، الطوبىة تحتاج لأداء التجارب التطبيقية ، أما الألواح فإنها تحتاج إلى تقنية خاصة.	2	7	2	إمكانات التصنيع
تميز الألواح و الطوبىة بالكفاءة الوظيفية نظرا لكون البالات تهرى إلى حد ما من المساحات الداخلية.	2	2	4	الكفاءة الوظيفية
يتوافر في مصر قش الأرز بمعدل ثلاثة مليون طن يتم حرقها سنويا.	3	7	2	توفر الخامات
لا تحتاج البالات إلى عمالة لأنها تعتمد على الجهود الذاتية و يتناسب البناء بالطوبىة مع كفاءة العمالة المحلية بعكس الألواح.	3	7	2	كفاءة العمالة
تشارك طرق البناء كافة في حفاظها على الطابع المحلي.	2	2	2	الحفاظ على الطابع المحلي
لا تحتاج البالات إلى فترة طويلة بحد أقصى ثلاثة أسابيع .	3	7	2	زمن استغراق البناء
تشارك طرق البناء كافة في الاعتماد على جماليات البناء باستخدام قش الأرز.	2	2	2	الكفاءة الجمالية
تشارك طرق البناء كافة في كفاءة التصميم البيئي لإستخدام قش الأرز كأحد المخلفات الزراعية.	2	2	2	كفاءه التصميم البيئي
تعتبر البالات الأفضل في إعادته للتدوير لسهولة إجراءات الصيانة وإعادة الإستخدام.	3	3	2	إمكانات إعادة التدوير
تمتاز البالات بإمكانيات و سهولة الصيانة و الإستبدال و التدوير	4	4	2	إمكانات الصيانة
تشارك طرق البناء كافة في كفاءة حفظ الطاقة.	2	3	2	حفظ الطاقة
تعد البالات أرخص الخامات المستخدمة في البناء.	7	2	2	التكليف
وجد أن أكثر الطرق ملائمة للبيئة المصرية "بالات قش الأرز"	2	5	1	التقييم
كفاءة أقل من المتوسط	5	كفاءة عالية جدا		1
كفاءة منخفضة	6	كفاءة عالية		2
كفاءة منخفضة جدا	7	كفاءة أعلى من المتوسط		3
		كفاءة متوسطة		4

إعداد الباحثة

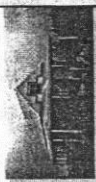




تابع جدول (2) : دراسة مقارنة لمباني قش الأرز محل الدراسة

المبنى	المصمم المعماري / سنة الإتمام	الموقع / المساحة	نوع الطابق للمبنى / نوع السقف	طريقة البناء / الأسلوب الإنشائي	المميزات الهيكلية	رسائل حفظ الطاقة	معدل حفظ الطاقة
	Low Harrison منازل بيلي 2002	Joshua Tree National Park, California USA 1,000 square feet	الطابق البيني Flat & Vaulted roof	Straw Bale Load bearing	- ملاب الهواء - مسك العازل - تغطية السقف - الراحة الحرارية - العشاء الداخلي	- استخدام العوازل التمسدية - تعدد استخدامات البنية للأداء - تقليل معدلات الانكسار - الحراري	%79
	Steen Bainbridge & Eisenberg, لجنة القرن التكنولوجية 2001	Gumstah South Australia 750 square feet	طابق لحيد Hip roof	Straw Bale Load bearing	- التواء المنحرف - متوية العمل - المتحركة - مسك العازل	- الإضاءة على متوية العمل في عدة توجيه الهواء.	%55
	HOK LEED المسكن الأخضر 2000	Santa Clarita USA	طابق لحيد Smart Roof	Straw Bale Load bearing	- تكسيات العمل - مسك العازل - العزل المتحرك - الزجاج المتلصق	- استخدام العازل في إعادة الإنعاش الحراري و التسخين الشمسي - إمكانية توليد الصوتي و تقليل الإطلال الحراري.	%89
	Tom Hahn المبنى الأخضر 2006	Bexar County Canada	طابق لحيد Smart Roof	Straw Bale Load bearing	- مسك العازل - التواء البنية - العزل الترامي - مسك العازل	- استخدام العوازل التمسدية - الإضاءة على الإنشاء و التورية الطبيعية و تقليل معدلات الانكسار الحراري (السقف المتحرك) التسخين و التقلية الطبيعية.	%100
	ModCell 2007	Santa Monica USA 1,000 square feet	طابق لحيد Smart Roof	In-Fill Straw-Bale Construction	- ملاب الهواء - مسك العازل - تغطية السقف - الراحة الحرارية - الراحة الحرارية	- استخدام العوازل التمسدية - التعويض المتحركة - التسخين و التقلية الطبيعية.	%91

3- نماذج الأمثلة العالمية لنظم البناء باستخدام قش الأرز

نظرا لعدم وجود تجارب تطبيقية سابقة في مجال البناء بقش الأرز على المستوى المحلي كان من الضروري التعرف على الخبرات السابقة للتوصل إلى أكثر الطرق الملائمة لطبيعة البيئة المصرية على كافة المستويات الاقتصادية والاجتماعية والتقنية.

جدول (2) : دراسة مقارنة لمباني قش الأرز محل الدراسة

محل حقله	المبنى	المصمم المعماري / سنة الإنشاء	الموقع / المساحة	نوع الطبق المعماري / نوع السقف	طريقة البناء / الأسلوب الإنشائي	المسلمات البنوية	وسائل حفظ الطاقة
%69		Carolyn Roberts consultant Jon Ruez منزل سكني عائلي 2006	PIMA Country 1200 sq. ft	الطابق الكعبي pitched roof	Straw Bale Load bearing	- توجية الفتحات - مسك العناصر - تغطية السقف - الراحة الحرارية - القاء الداخلي	- استخدام المسقات - التسمية - الإحاطة على التهوئة - الطينية
%66		Enasion Carrizo مبنى سكني لداري 2000	Ciudad Obregon, Mexico 800 square feet	الطابق الرأسي Flat Roof	Straw Bale Load bearing	- البناء الداخلي - مسلمات الفتحات - مسك الحائط - الراحة الحرارية	- تحديد مساحات البنوية - إلقاء الداخلي - استخدام المسقات - التسمية
%74		Christian van Zyl منزل (4 غرف نوم) 2001	Orania, Northern Cape, South Africa 178 m2	الطابق الأفقي roof sheeting	Straw Bale Load bearing	- فترة التفتت - مسك الحائط - تغطية السقف - التوجية للشمس - القاء الداخلي	- إطفائ مساح الانتقال - مكاتب المنزل المصوتي - الأفران التسمية
%92		Gernot Minke, منزل ذو السطح المصوتي 2003	Forstmehren, Germany 8.20 m. diameter, 5 m. high	Dome laminated beams and plywood strips with the straw bales placed in-between this structure		- مسك الحائط - القبة المبرية - شكل القبة	- استخدام الخلايا التسمية - دراسة معدلات تفتت الهواء داخلها
%61		JBC - Jock Jacober كوخ مسكني 2001	Colorado Ski USA 2300 sq. ft	الطابق المسلي slip roof	Straw Brick	- ملاقف الهواء - مسك الحائط - تغطية السقف - التوجية للشمس - الراحة الحرارية	- التسقيف و التغطية الطينية - معالجة إسبالت التيارات الهوائية

3-2- بناء الحوائط :

- البناء ببالات قش الأرز:

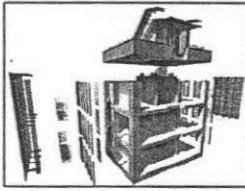
في نظام الحوائط الحاملة يتم وصل البالات ببعضها رأسياً باستخدام أقصاب مسلحة بدءاً من مستوى الأساسات بقطر لا يقل عن 1.2 سم وأفقياً بمسافة لا تزيد عن 30 سم بغرض التثبيت وضبط إرتزان الحوائط شكل(11). هذا ويربط الصف الأول للبالات بالأساسات باستخدام أسياخ حديدية أما الصفوف التالية للبالات تدبس بالصف الأول باستخدام أقصاب من الخشب أو الحديد. وبصفة عامة يتميز القش بالعزل الحراري حيث أن $R=40-45$ ، $U=0.13$ ، والعزل الصوتي 40ديسيبل ، وقوة تحمل 2000كجم/م² عند كثافة جافة أقل من 112كجم/م³، (Eisenberg , 2000)

- ألواح القش المضغوط:

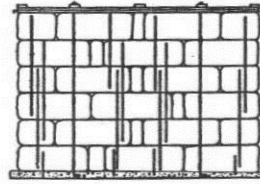
تستخدم ألواح القش كحوائط خارجية ودخالية في صورة هياكل خرسانية أو خشبية أو معدنية حيث يمكن إنشاء الهيكل والكمرات خارج الموقع، ويمكن إنشاء السقف قبل تركيب الألواح أو أثناء البناء كذا يوجد وحدات جاهزة كلية يتم تركيبها بالموقع شكل (12).

- طوبة قش الأرز:

تصميم الهيكل الخرساني أو المعدني بالطريقة المعتادة في البناء شاملة الأعمدة والكمرات والسقف.



شكل(12) : تركيب ألواح القش.



شكل(11) : رص بالات القش.

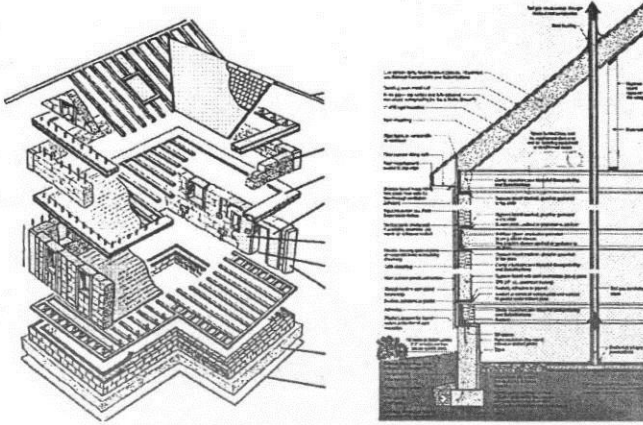
4-2- الأسقف :

يجدر الإشارة إلى أنه يمكن استخدام كافة أنواع الأسقف، ومنها السقف المستوي ، السقف المستوي المائل ، سقف الجمالون، السقف المزروع، القبة والقبولت. إلا أنه في حالة البناء بنظام الحوائط الحاملة باستخدام بالات القش يفضل استخدام السقف الهرمي. (Lacinski, 2000)

5- التركيبات القنبية والتشطيبات :

بالنسبة إلى الأعمال الصحية توضع أنابيب الغاز والمواسير داخل حوائط البالة داخل جرابيات مغلقة لمنع التسرب داخل الحائط كما يتم عزل الأنابيب البارزة عن حوائط البالة. أما بالنسبة إلى الأعمال الكهربائية توضع الكابلات في قناة (معدنية أو بلاستيكية صغيرة) بين شقوق البالات وتثبت النقاط الكهربائية بالأوتاد الخشبية وتحاط الأنابيب المارة بالحوائط بغلاف بلاستيكي لمنع التكثيف، (King, 2005) .

تتووع خامات تشطيب مباني قش الأرز إلى أنه يفضل استخدام المواد البيئية من أمثلة الجير والطين ،البياض الأسمنتي ، بياض الجير ، البياض الطيني .



شكل(8): طريقة الحوائط الحاملة

شكل(7): تثبيت الألواح بالأساسات

2-3-2 مقاسات الوحدة:

- البناء ببالات قش الأرز:

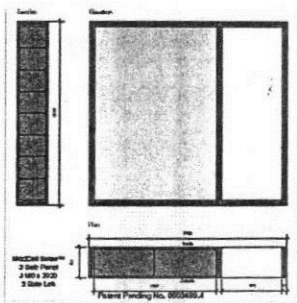
تبلغ أبعاد البالة الكبيرة $60 \times 1.00 \times 40$ سم و وزن 34-45 كجم أما البالات الصغيرة فأبعادها $46 \times 1.00 \times 36$ سم ووزن 23 كجم، (Bruce King, 2003)، شكل (9).

- ألواح القش المضغوط:

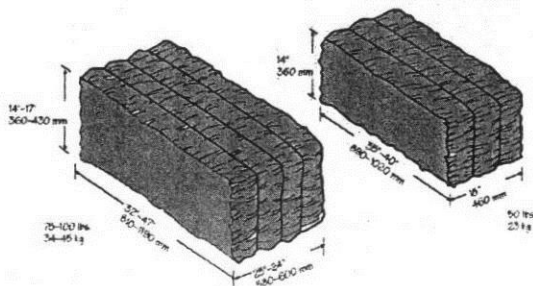
تتوقف أبعاد الألواح على جهة التصنيع، معامل الانتقال الحراري، المواصفات الفنية، الخصائص البيئية، نوع التشطيب، الأبعاد المطلوبة و من أشهر الأنواع EPS, SIP, XPS، شكل (10)، وبصفة عامة يتراوح سمك الألواح ما بين (1.6-2.5 م).

- طوبة قش الأرز:

الأبعاد مطابقة لأبعاد الطوب الشائعة $24 \times 12 \times 6$ سم وتتميز بكثافتها خاصة النوع الخفيف ذي الكثافة 950 جراما.



شكل(10) : سمك ألواح القش.



شكل(9) : أبعاد بالات القش.

شكل(5) ، حيث يضغط القش تحت درجة حرارة عالية بغرض لصق الألياف.

- طوبة قش الأرز:

توصل التعاون ما بين أجهزة معهد البيئة وجامعة عين شمس من حيث التطبيق سنة2002إلى توظيف القش في صناعة أنواع من الطوب بإستخدام قش الأرز تحت ظروف حرق و ضغط ملائمة تتناسب مع إمكانية الإنتاج الكمي لتشجيع المصانع المصرية لتحويل خطوط إنتاجها لإنتاج طوبة مصنعة من قش الأرز.



شكل(5): الواح القش المضغوط.

شكل(4): طريقة كيس قش الارز.

ويجدر الإشارة إلى أن طرق البناء كافة تمر بمرحلة الإختبارات والمعالجات أثناء التصنيع ومنها إختبارات الحريق، مقاومة الصدمات، العزل، الحماية من الآفات والحشرات، والخواص الحرارية والصوتية.

2-2 مرحلة الأساسات:

- البناء ببالات قش الأرز:

يشترط أن يتساوى عرض الأساسات مع عرض البالاة فيتم الحفر إلى منسوب -2.5م ثم الإختيار ما بين أنواع الأساسات ومنها أساسات الحجارة ،أساسات الأبيار ، الأساسات الخرسانية ، وأساسات إطارات السيارات. (Magwood,2005)

- ألواح القش المضغوط:

تختلف مرحلة الأساسات بإستخدام ألواح القش المضغوط بتوافر بانوهات مخصصة للتثبيت بالأساسات من خلال كانات و باكيتات وخوابير شكل(7)، هذا ويتم تصنيعها بإستخدام تقنية المباني الجاهزة .

- طوبة قش الأرز:

البناء بإستخدام طوبة قش الأرز لا يختلف عن طرق الإنشاء المعتادة بإستخدام الطوب.

2-3-1 نظم الإنشاء:

- البناء ببالات قش الأرز:

تتعدد نظم الإنشاء بإستخدام بالات قش الأرز فيوجد نظام الحوائط الحاملة الأكثر شيوعا شكل (8) ، الحوائط الحاملة المدعمة بالإطار خفيف الوزن ، الحوائط الهيكلية ، النظام الهجين .

		الحدائق، القبب والفولتات فى المناطق منحمة الزلازل		الحوائط الأخرى ذو مقاومة جيدة للزلازل	وتربة وملية ورمل أو زلط	
احتياج لعمالة ماهرة	يتسم بالمتانة حتى فى المناخ الرطب وتصاله بالأرض	الأساسات ،البترومات ، الحوائط الماندة، الأرضيات ، الحوائط الخارجية فى المناطق منحمة الزلازل	الكتلة الحرارية جيدة جدا ، ونخفاض العزل	يستخدم للمبنى الحاملة بمستخدم كأساسات للحوائط الأخرى وهو ذو مقاومة ضعيفة للزلازل	أحجار جافة وتغطى بخليط من الرمل والاسمنت والجير و/أو الطين	الحجر
التشكيل محدود فالحوائط عامة مستوية يتكف سريعا بالرطوبة.	يمكن عمل حوائط بتخالفات مختلفة يتصل جيدا مع الدعامات الخشبية	للحوائط الخارجية والداخلية مع اختلاف المناخ	ضعف للكتلة الحرارية والعزل	يستخدم كمادة مائلة	القش أو رقائق الخشب	Slip straw
تقنية جديدة غير معروفة تتطلب قش طويل ، تتلف سريعا بالرطوبة.	يمكن عمل حوائط بتخالفات قليلة ، يمكن عمل نحتية ومنحنية .	للحوائط الداخلية والمظلات والحوائط الخارجية فى المناخ الحار	فقر العزل ونخفاض الكتلة الحرارية (تزداد مع سمك البياض)	يستخدم كمادة مائلة	ترباطونية قش طويل ،الواح خشب	Clay Wattle
ضرورة الجفاف للتام للخشب ، تتعرض المونة للتصدع	سهولة تصميم وزخرفة الحوائط والألوان	للحوائط الخارجية والداخلية	عزل جيد ،الكتلة الحرارية متوسطة	يستخدم كمادة مائلة، للمنشآت الحاملة الصغيرة فقط بضعف مقاومة للزلازل	خشب مقطع لأطوال قصيرة سونة تشمل (جير-اسمنت -تربة طينية -رمل)	ألياف الاشخاب Cordwood masonry

وفيما يلي عرضا لمرحلتى البناء باستخدام قش الأرز فى مجال الإنشاء و العمارة شاملة الإنشاء بطوية
القش ، ألواح من القش المضغوط ، بالإضافة إلى الإنشاء ببالات القش بدءا من مراحل التصنيع وصولا
إلى إنتاج مبانى قش الارز (Hodge,2005)

2-1 مرحلة التصنيع

- البناء ببالات قش الأرز:

يتم كبس و ضغط قش الأرز باستخدام المكابس اليدوية أو الآلية ،شكل(4) لإنتاج بالات القش بأشكال
وأحجام مختلفة منها البالات ذات الخيطين (نصف الباله) ، البالات ذات الثلاثة خيوط (الباله) ، بالات
الأركان، البالات المستديرة. (Minke,2005)

- ألواح القش المضغوط:

تصنع بالمصانع تحت ظروف ضغط وحرارة وكبس خاصة فيوجد منها عدة أنواع من الالواح
(Compressed Straw Panels-Compressed -Agriculture Fiber (CAF) - Gassing Weather Resist).

2- البناء باستخدام قش الأرز

بالمقارنة بين وسائل البناء الطبيعية المختلفة وبالدراسات العملية و النظرية انتفت العالم إلى تقنية البناء باستخدام قش الأرز حيث أنها ليست بالتقنية الحديثة بل إنها عادت لتكسب الشعبية وتثبت مميزات إستخدامها من سرعة البناء، إنخفاض التكلفة، معدلات العزل العالية، الحفاظ على الطاقة، البناء بالجهود الذاتية، المساهمة في التنمية الإجتماعية، التكيف مع أنواع المناخ المختلفة، مقابلة إحتياجات الساكن المؤقت و الدائم، تدوير المخلفات كأحد المشكلات الأساسية التي يعاني منها المجتمع بصفة عامة،(نرمين،2008).

جدول (1): المقارنة بين خواص خامات المبنى البيئي البديل .

التقنية	مادة البناء المستخدمة	الخواص الانشائية	الخواص الحرارية	التطبيقات	المميزات	العيوب
البناء ببالات القش	بالات القش،أسياخ حديد لتكبيس البالات	يستخدم للمباني الحاملة والهيكلية وهو ذو مقاومة جيدة للزلازل	عزل ممتاز وانخفاض الكتلة الحرارية	للحوائط الخارجية لمختلف أنواع المناخ وهو يقلل إحتياجات الساكن المؤقت او الدائم	سرعة البناء ، غير مكلف لتوافر القش، كمتنج ثانوى فلتاض، يحقق قيم عزل عالية مع الحفاظ على الطاقة لفترات طويلة ، تساهم عملية البناء في التنمية الاجتماعية للمنطقة	لا توجد مشكلة كطريقة للبناء لكنها تحتاج كود خاص يتوافق مع البيئة المقام فيها واختيار التسطيب المناسب بالإضافة الى ضرورة الحماية من الرطوبة والامطار والتخزين السليم للبالات
مباني الطين Cob	تربة طينية عرمل، قش	يستخدم للمباني الحاملة والهيكلية وهو ذو مقاومة متوسطة للزلازل	الكتلة الحرارية جيدة وانخفاض العزل	للحوائط الخارجية للمناخ المعتدل أو المشمس،للحوائط الداخلية وأسوار الحدائق	ذو كفاءة انشائية، مرونة في التصميم يتماسك جيدا مع المواد الأخرى	يحتاج لعمالة ماهرة ، بطء التنفيذ
الطوب اللين Adobe	تربة طينية عرمل، قش أو الياق أخرى	يستخدم للمباني الحاملة والهيكلية وهو ذو مقاومة ضعيفة للزلازل	الكتلة الحرارية جيدة وانخفاض العزل	للحوائط الخارجية للمناخ المعتدل أو المشمس،للحوائط الداخلية ، الأسوار ،القبب والفولتات	سرعة البناء	تصنيع وتخزين بلوكات الطوب يحتاج لسراغ كبير ومناخ جاف ، ينهار بالزلازل
Rammed Earth	تربة طينية غسبية كبيرة من الرمل،سخلوط بالاسمنت و حديد للتسليح	يستخدم للمباني الحاملة وهو ذو مقاومة جيدة للزلازل	الكتلة الحرارية جيدة جدا ، وانخفاض العزل	للحوائط الخارجية للمناخ المعتدل أو المشمس،اسوار الحدائق	ذو كفاءة	يحتاج لعمالة وميكة مكلف يستخدم مواد غير طبيعية
Earthbag	Woven polypropylene a feed sacks يملأ بتربة طينية	يستخدم للمباني الحاملة ، كأساسات	الكتلة الحرارية جيدة جدا ، وانخفاض العزل	أساسات لمنشآت بلاحوائط الخارجية ،اسوار	سرعة البناء للنسبي تستخدم مواد طبيعية يتم دراسة متانة المنشأ	تد من حمايتها من الشمس المباشرة ، لم يتم دراسة متانة المنشأ

- الوصول الى معايير كفاءة طرق البناء المختلفة لإستخدامات قش الارز.
- عرض النموذج التصميمي المقترح للبناء بإستخدام بالات قش الأرز كوحدة بنائية صديقة للبيئة محليا.

1 - البناء البيئي البديل

يعرف البناء البيئي البديل Alternative Ecological Building بأنه أحد طرق البناء التي تعتمد على إستخدام المخلفات البيئية كمواد بديلة لتحقيق مبدأ الإستدامة وذلك عن طريق تدوير المخلفات و إعادة استخدامها، و يعد البناء البيئي البديل بإستخدام المخلفات الزراعية إحدى هذه الطرق التي تسعى لتحقيق ما يلي(Palmer, 2001):

- توافق المبنى مع الموقع و المناخ بإستخدام مواد البناء البديلة المنتجة محليا والصديقة للبيئة.
- تحقيق التوازن البيئي بالإعتماد على الموارد الطبيعية وصولا لأقل معدلات الإستهلاك للموارد الغير متجددة سعيا لحماية و تحسين البيئة الطبيعية المحيطة.
- جودة أسلوب البناء للتكامل مع الأداء الاقتصادي والاجتماعي والبيئي للمبنى بإستخدام المواد الحميدة بيئيا لتقليل معدلات التلوث البيئي والحفاظ على تكامل النظام البيئي.
- تحقيق مبدأ كفاءة الحفاظ على الطاقة بالإعتماد على مصادر الطاقة الجديدة و المتجددة .
- تحقيق بيئة داخلية صحية بإحداث تكامل ما بين كل من: الراحة الحرارية، الإضاءة الطبيعية، التهوية الطبيعية، التقليل من معدلات الرطوبة والوضواء.
- تحقيق التكامل ما بين المتطلبات الإنشائية، التصميمية، البيئية سعيا لتقليل تكاليف الإنشاء والتشغيل والصيانة بالإعتماد على البناء بالجهود الذاتية.
- تصميم المباني وإنشائها بأسلوب يجعلها هي نفسها أو بعض عناصرها في نهاية عمرها الافتراضي مصدرا وموردا للطاقة للمباني الأخرى.
- الوصول للحد الأقصى في عمليات إعادة إستخدام وتدوير المخلفات الزراعية و المواد و مخلفات المباني سعيا للترشيد من إستهلاك الطاقة و لخفض تكلفة البناء و التشغيل.
- دراسة مفاهيم الجودة في تخليق البيئة المبنية من خلال رفع معدلات ترشيد و حفظ وإنتاج الطاقة بإستخدام التقنيات الفنية المتاحة و إتخاذ كافة الإحتياطات تحول دون سوء إستخدام مواد البناء.

1-2 خامات المبنى البيئي

تتعدد خامات المبنى البيئي فيوجد مباني الطين، الطوب اللين، الحجر، قش الأرز، الخشب، الطوب الهجين وغيرها من الخامات الطبيعية الغير معناد إستخدامها في مجال البناء ومنها : Earth bags, Rammed earth, Clay wattle, Cord wood masonry. ولكل من هذه المواد خواصة الإنشائية و الحرارية(Snell, and others,2006) ، وتطبيقاته المختلفة، كما تتنوع مميزاتها و عيوبها، جدول(1).

- به عالميا وفقا لتقديرات البنك الدولي مسببة أضرار بالبيئة تقدر بحوالي 2.5مليار دولار سنويا بما يعادل 5 % من إجمالي الناتج المحلي لمصر. (تقرير رصد نوعية الهواء جهاز شئون البيئة، 2005)
- تقدر مخلفات قش الأرز حاليا بنحو 3،6 مليون طن سنويا، يتم تدوير نحو 1.5 مليون طن فقط في عدة مجالات أهمها إنتاج الأسمدة العضوية والأعلاف والورق أما باقي مخلفات القش فيتم حرقها في الحقول للتخلص منها وهي السبب الرئيسي لظهور السحابة السوداء وإصابات الاختناق التي تحاصر بصفة خاصة سكان مدينة القاهرة الكبرى. (تقرير جهاز شئون البيئة، 2006)
 - التكلفة العالية للطاقة والمخاوف حول ظاهرة "المباني المريضة"، فقد أوضحت الدراسات المصرية أن التلوث الناتج عن إصدار غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن استهلاك الصناعة للطاقة هو 26.7% بينما ذلك الناتج عن الإستهلاك السكني والتجاري هو 10.10% من 94 مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة لإستهلاك الطاقة البترولية. (تقرير جهاز شئون البيئة، 2006)
 - يعاني قطاع البناء والتشييد في مصر من مشكلات بيئية، إقتصادية، وظيفية، الأمر الذي يتطلب تغيير الأنماط التقليدية المتبعة في تصميم وتنفيذ مبانيها لجعلها أكثر إستدامة حيث أن استخدام مواد البناء عالية الإستهلاك للطاقة سواء في مرحلة التصنيع أو التركيب أو حتى الصيانة تستهلك 65% من إجمالي الإستهلاك الكلي للطاقة بجميع أنواعها، وتتسبب في 30% من إنبعاثات البيت الزجاجي الضارة. (تقرير رصد نوعية الهواء جهاز شئون البيئة، 2005)

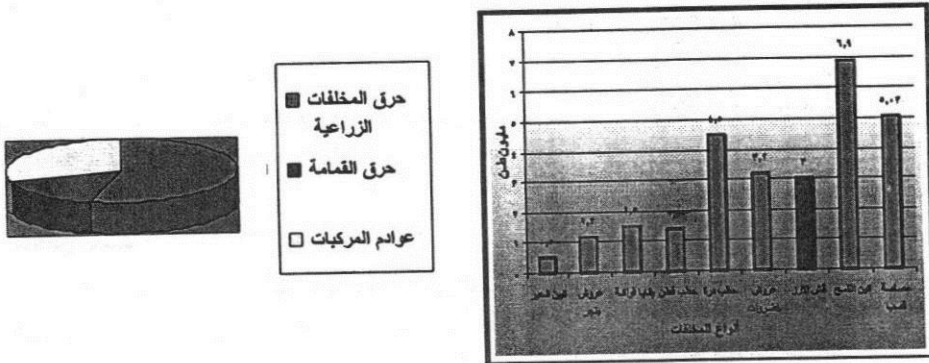
أهداف البحث:

- تناول إستخدامات قش الأرز في مجال الإنشاء و العمارة بعدة طرق منها الإنشاء بوحدة مصنعة من القش (الطوبية - Straw Brick)، ألواح من القش المضغوط (Straw Panels)، بالإضافة إلى الإنشاء ببالات القش (Straw Bale) وصولا إلى أكثر الطرق ملائمة للبيئة المصرية.
- الإستفادة من التجارب المتوافقة مع طبيعة البيئة المصرية وتبني إبتكار جديد في مجال إستخدام قش الأرز بقطاع البناء و التشييد من خلال التعرف على الخبرات السابقة في هذا المجال وصولاً إلى الإستخدام الأمثل الذي يحافظ على الموارد ولايهدرها تحقيقا للإستغلال الأمثل لمصادر الطاقة الجديدة و المتجددة .
- إرساء مبادئ التنمية المستدامة وكفائه أداء الأنظمة البيئية لتقليل الأثر البيئي للبناء من خلال عمليات التصميم والتنفيذ والإستخدام مع تحقيق الجمال التصميمي، الكفاءه الوظيفيه، الراحة البيئية، التنمية الإجتماعية، خفض التكلفة، حفظ وترشيد إستهلاك الطاقة.

منهج البحث:

منهج تحليلي مقارنة يعتمد إلى الوصول إلى هدف البحث من خلال:

- المقارنة بين خامات المبنى البيئي البديل.
- دراسة مقارنة بين طرق قش الأرز وصولاً إلى أفضل الطرق المتوافقة مع البيئة المصرية.



شكل (1): كمية المخلفات الزراعية في مصر
شكل (2): نسب الملوثات المسببة لظاهرة السحابة السوداء.

المشكلة البحثية

تكمن المشكلة البحثية في " تزايد معدلات التلوث البيئي و ارتفاع تكلفة مواد البناء و إستفاد مصادر الطاقة مما دعت الحاجة إلى البحث عن حلول بديلة صديقة للبيئة تساهم في حل المشكلات الإجتماعية، البيئية، والإقتصادية، فالأمان والعدالة البيئية لم تعدا قضيتا ترف ولكنها أصبحت ضرورة ملحة يزداد الوعي بهما تدريجياً وقد أدى ذلك إلى زيادة اهتمام الرأي العام بهما كما هو الحال في أغلب دول العالم- فبالرغم من ان ظاهرة التغيرات المناخية ظاهرة عالمية إلا أن تأثيراتها محلية، شكل(3- 1، ب، ج) - لذا فإنه من الضروري تقليل معدلات التلوث البيئي و اتخاذ العديد من الإجراءات للحد من غازات الاحتباس الحراري في القطاعات المختلفة بمصر " .



شكل(3- 1، ب، ج): مظاهر التلوث المسؤولة عن التغيرات المناخية في مصر

وعليه فإن أسباب هذه المشكلة تنحصر في التالي:

- الآثار البيئية الناجمة عن الإنبعاثات الصناعية بقطاع البناء و التشييد و حرق المخلفات الزراعية و وما يترتب عليهما من تهديد البيئة بالملوثات و المخلفات و تدمير أنظمتها الحيوية و استنزاف مواردها الطبيعية حيث تجاوزت معدلات تلوث الهواء عن عشرة أضعاف نسبة التلوث المسموح

تحسين كفاءة الناتج المعماري البيئي باستخدام تدوير المخلفات

د.م. نرمن مختار محمد

باحث بقسم الهندسة المدنية والمعمارية بالمركز القومي للبحوث

E-mail: nermin_farag@yahoo.com

ملخص البحث :

تتجه أنظار العالم حاليا إلى العمارة البيئية والمباني الصديقة للبيئة بإعتبارها أحد أهم الإتجاهات الحديثة التي تدعو لإرساء مبادئ التنمية المستدامة وكفاءة أداء الأنظمة البيئية سعيا لتقليل الأثر البيئي للبناء خلال عمليات التصميم والتنفيذ والإستخدام مع تحقيق الجمال التصميمي، الكفاءة الوظيفية، الراحة البيئية، التنمية الاجتماعية، خفض التكلفة، حفظ وترشيد إستهلاك الطاقة. يهدف البحث إلى التعرف على تجارب التنمية العمرانية بتدوير المخلفات الزراعية (قش الأرز) والقضاء على المشاكل البيئية الناتجة من عملية حرق المخلفات، وتلوث البيئة، واستخدام هذه المخلفات كمادة بناء في إنشاء وحدات سكنية لمحدودي الدخل، حيث تستغل مميزات وخواص القش في تقليل كل من التكلفة واستهلاك الطاقة، والحفاظ على المصادر الطبيعية وتقليل استهلاك الأخشاب ومواد البناء الأخرى .

مفاتيح البحث:

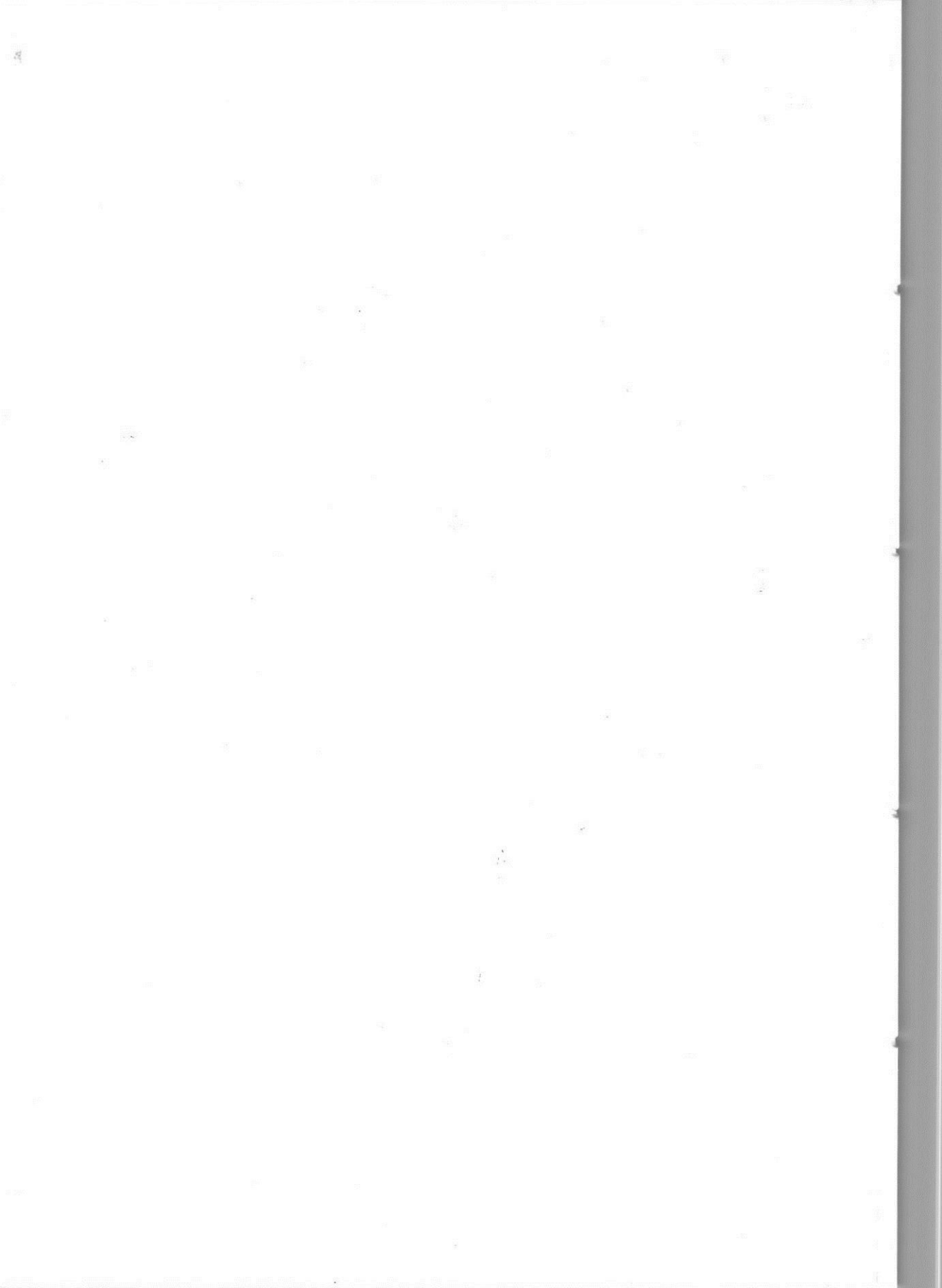
المبني الصديق للبيئة، تدوير المخلفات الزراعية، البناء بإستخدام قش الأرز، كفاءة أداء المبني البيئي.

المقدمة

تشكل حماية البيئة و الإستخدام المتوازن للموارد الطبيعية جزءا لا يتجزأ من عملية التنمية المستدامة حيث عقدت العديد من المؤتمرات البيئية الدولية التي تنادى بخفض معدلات التلوث وبالأخص في قطاع الإنشاء ، والذي يعد من أكثر القطاعات الملوثة للبيئة والمستهلكة للطاقة خلال مراحلها المختلفة بدءا بمرحلة تصنيع مواد البناء وصولا إلى مراحل التنفيذ والبناء .

ويجدر الإشارة إلى أن مصر تعتبر من أكثر دول العالم تضررا من أثار التغيرات المناخية الناتجة عن التلوث فبدراسة التقرير التجميعي الثالث (Third Assessment Report (TAR) الصادر عن الهيئة الحكومية الدولية المعنية بالتغيرات المناخية (IPCC) International Panel on Climate Change عام 2006، شكل(2،1)، ووجد أن حرق المخلفات الزراعية في شهرى أكتوبر ونوفمبر من كل عام مسؤولة عن 42 % من ظاهرة السحابة السوداء بينما نسبة عادم السيارات والإشعاعات الصناعية 23 % من الظاهرة ، ونسبة حرق القمامة 12 % . (Third Assessment Report (TAR),2006)





- [21] Rahmana, N. & Abu-Atiya I. (2010) 'Radon exhalation from building materials for decorative use', *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 101, no. 4, pp. 317-322.
- [22] Sedin, D. & Hjelte, I. (2004) *The Radon Situation in Sweden*, Gammadata, Sweden.
- [23] The Report of (UNSCEAR) United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation, (2000) United Nations, New York.
- [24] Walley-ElDine, N., El-Shershabya, A., Ahmed, F. & Abdel-Haleem A. (2001) 'Measurement of radioactivity and Radon exhalation rate in different kinds of marbles and granites', *Applied Radiation and Isotopes*, vol. 55, no.1, pp. 853-860.
- [25] Wang, L., Pereira, N. & Hung Y. (2005), *Advanced air and noise pollution control*, Humana Press, New Jersey.
- [26] WHO: *handbook of indoor radon*, (2009), WHO Press, Geneva.

Indoor Radon Control Systems

Abstract

Radon is a natural radioactive gas that normally exists in the environment, its presence within normal rates does not constitute any danger. However, the problem emerges when its concentration increases, usually these increased rates of concentration occur in indoor environments and when there is relatively low level of fresh air, therefore, Radon is considered an indoor air pollutant. It has been discovered that being exposed to high levels of Radon for long time causes hazardous health problems, and accordingly, there has been an increasing awareness and concern worldwide about Radon. Environment, health, and energy experts have conducted several studies, the subjects of these studies varied; some investigated the levels of Radon inside buildings; others examined the impact of Radon on health; while other studies were concerned about eliminating the levels of Radon in the indoor environment. Since the danger of Radon increases inside buildings, therefore the specifications of designing and executing buildings will play a role in eliminating and controlling Radon. This paper aims at increasing the awareness about the dangerous effects of Radon on health, and investigating the causes of increasing its rate, as well as demonstrating methods of eliminating and controlling its rate. This paper applies an analytical methodology which structures the paper into four parts. Part one is a general review, part two discusses the research problem which is the increasing rate of indoor Radon concentration and figuring out its causes, the third part analyzes and categorizes the indoor Radon control systems, while part four represents the conclusion and the recommendations of the research.

المراجع

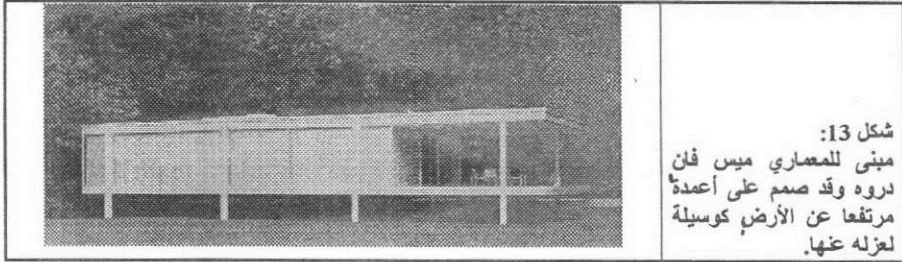
- [1] *A citizen's guide to Radon: the guide to protecting yourself and your family from radon*, (2009), Environmental Protection Agency (EPA), USA.
- [2] Abd El-Zaher, M. & Fahmi, N. (2008), 'Studying the variation of radon Level in Some Houses in Alexandria City', in *Proceedings of Radiation Physics & Protection Conference*, Egypt, Cairo, pp. 339-347.
- [3] Abdel-Ghany, H. (2005), 'Variability of radon concentrations in different compartments of dwellings in Egypt', *Medical journal of Islamic world academy of sciences*, vol. 15, no. 4, pp. 153-156.
- [4] Abu-Jarad, F. & Al-Jarallah M. (1986) 'Radon in Saudi Houses', *Radiation Protection Dosimeters, Oxford Journals*, vol.14 no.3 pp.243-249.
- [5] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, (2008), *Public health statement: Radon*, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta.
- [6] Al-Azmi, D., Abu-Shady, A., Sayed, A. & Al-Zayed, Y. (2008) 'Indoor Radon in Kuwait', *Health Physics*, vol.94, no.1, pp. 49-56.
- [7] Blaine, T. (2008), 'Radon', *The invisible environment fact sheet series*, The Ohio State University, Ohio.
- [8] *Building radon out: A step by step guide on how to build radon resistant homes*, (2001), Environmental Protection Agency (EPA), USA.
- [9] Dyess, T. (1993), *Designs for new residential HVAC systems to achieve Radon and other soil gas reduction*, U.S. Environmental Protection Agency, North Carolina.
- [10] ElMehdi, H., & Rashed B. (2009) 'Indoor Radon Concentration in the City of Sharjah, United Arab Emirates', in *proceedings of World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*, Germany ,Munich, pp. 609-611.
- [11] Environmental Health & Engineering Inc., (2008), *Assessing exposure to Radon and radiation from Granite countertops*, Environmental Health & Engineering Inc., Massachusetts.
- [12] Hanson, B. (2005), *Radon resistant new construction (RRNC) efficiency testing*, Kansas State University, Kansas.
- [13] Hassib, G., Hussein M., Amer H. & Piesch E. (1993) 'Assessment of radon concentration in Egyptian dwellings by using a passive technique', *Nuclear Tracks and Radiation Measurements*, vol. 22, no. 1, pp. 341-344.
- [14] http://www.fixradon.com/maps/pages/D_01_world_radon_by_country.htm, [Accessed: May 2010]
- [15] Hussein, A. (2008), 'Radon in the environment: friend or foe?', in *Proceedings of the 3rd Environmental Physics Conference*, Egypt, Aswan, pp. 43-52.
- [16] *Indoor Air Quality Guide: Best Practices for Design, Construction and Commissioning* (2009) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., USA.
- [17] Jalbert, P. (2004), 'National Radon Results: 1985 to 2003', Environmental Protection Agency (EPA), USA.
- [18] *Radon control methods*, (2005), Department of Health at State of Connecticut, Hartford.
- [19] *Radon: A guide for Canadian homeowners*, (2007), CMHC and Health Canada, Manitoba.
- [20] *Radon: What the public and policymakers need to know*, (2009), University of Kentucky, Lexington.

- تواجد الرادون في الهواء الجوي عادةً ما يكون بدرجات وتركيزات منخفضة لا يخشى من أثرها وما يخشى منه هو التركيزات المرتفعة للرادون داخل المباني المغلقة.
- يصدر الرادون من التربة الموجودة أسفل المبنى و المياه الجوفية المستخدمة في تغذيته وبعض خامات البناء المصنوعة من الصخور أو المواد ذات الأصل معدني، وينفذ الرادون الى المبنى عبر المسام والشقوق الموجودة في هيكله الإنشائي وجسمه، أو يدخل عبر شبكات المياه والغاز، والرادون غاز لا لون له ولا رائحة و لا يشعر به السكان، لذلك لا يمكن الكشف عنه بالحواس البشرية، كما أن تلوث الهواء به لا يحرك الرغبة في تجديد الهواء.
- المصدر الرئيسي للرادون داخل المبنى هو التربة المقام عليها بينما دور خامات البناء في تكوين الرادون يعتبر ثانوي وهامشي بالمقارنة مع المصدر الرئيسي، وعلى الرغم من أن الابحاث تؤكد ان دور خامات البناء في تحديد مستوى الرادون ثانوي إلا أنها لا تنفي إنبعاث الرادون منها، وهو ما يدعو للحبطة عند استخدام مواد ينبعث منها الرادون.
- يعتمد معدل تركيز الرادون داخل المبنى على عدة عوامل بعضها يتعلق بالبيئة الموجود فيها المبنى وبعضها يتعلق بمواصفات المبنى من حيث التصميم والإنشاء وبعضها الآخر يتربط بسلوكيات استخدام المبنى، كذلك فإن المباني ذات البدروم يتوقع أن تزداد فيها معدلات تركيز الرادون عن غيرها، وكذلك المباني الممتدة أفقياً بارتفاع منخفض.
- تتفاقم مشكلة الرادون في المنازل عن باقي المباني لسببين الاول هو أن فترات التعرض للرادون تكون أطول في المنازل حيث يقضي بها السكان أغلب الوقت، والثاني هو سلوكيات الاستخدام والتدفئة والتكييف وجودة الإنشاء التي تعمل على زيادة مستوى الرادون داخل المنازل.
- من الطرق الأكثر شيوعاً للكشف عن الرادون وقياس مستواه؛ أو لا استخدام عبوات الكربون النشط، ثانياً استخدام أفلام تتبع جسيمات الفاء، وثالثاً الأجهزة الالكتروستاتيكية.
- تتلخص فكرة التحكم في الرادون داخل المباني حول استخدام ثلاثة أساليب ولكل أسلوب وسائل متنوعة، الأسلوب الاول يعمل على إنقاص تركيز الرادون داخل المبنى والثاني يسعى إلى تقليل معدل تسرب الرادون من الخارج الى داخل المبنى أما الثالث فيستهدف الحد من الرادون خارج أو داخل المبنى.
- عملية فتح نوافذ المبنى لإمرار تيار الهواء الخارجى الى داخله تعتبر وسيلة فعالة لإنقاص معدلات تركيز الرادون بداخل المبنى بدرجة دراماتيكية، ويمكن أيضاً تقيية الهواء من الرادون بصورتين الاولى هي التخلص من الرادون في صورته الغازية بينما الثانية تكون عن طريق التخلص من وليدات الرادون في صورتها الصلبة.
- سد الشقوق والفجوات الموجودة في المبنى يعمل على تقليل معدلات تسرب غاز الرادون إلى المبنى كما يعمل على تقليل التحرك الذاتي للهواء.
- تعتمد فكرة انشاء مباني مقامة للرادون على ابتكار نظام لتمرير اغاز الرادون من التربة الي الهواء الجوي دون المرور بالمبنى، وفي حالة كون التربة تحتوي على تركيزات عالية من الرادون والعناصر المشعة فإن الحل المناسب لهذه المشكلة هو القيام بعملية إحلال للتربة بأخرى غير ملوثة.
- التطبيق العملي لاساليب التحكم في الرادون قد يقتصر على أحدها فقط دون الباقي وقد يمتد ليشتمل على بعض أو كل هذه الأساليب وذلك تبعاً لحجم المشكلة والإمكانيات المتاحة، كما أن عملية التحكم في تركيز الرادون داخل المباني تتشابه في كثير من النقاط مع عملية التحكم في الرطوبة داخل المباني.

2-4- التوصيات

- عقد برامج توعية على المستوى المحلي حول أضرار ملوثات الهواء داخل المباني بصفة عامة و عن الرادون بصفة خاصة مع التأكيد على أهمية تجديد الهواء داخل المساكن كوسيلة بسيطة وفعالة للتخلص من الملوثات.
- إجراء دراسات موسعة حول مستويات تركيز الرادون في المساكن في مصر حتي يمكن تحديد واقتراح الوسائل المناسبة للتحكم فيه وتقليل معدلاته.
- إعادة النظر في اشتراطات البناء فيما يتعلق بمواصفات المناور الخدمية في المساكن، وتقييم مدى كفاءتها في توفير تهوية جيدة لمناطق الحمامات والمطابخ.
- إخضاع خامات البناء المصدرة للرادون لاختبارات دقيقة لتحديد مدى ملائمتها للاستخدام وإدراج النتائج في الأدلة والكتيبات الخاصة بكودات ومواصفات البناء.

تسرب الرادون داخل المبنى فرفعه عن الأرض بمسافة كافية يقلل من وصول الرادون داخل المبنى وخاصة انه أثقل من الهواء فلا يتحرك لأعلى كما يعمل تيار الهواء المار في الفراغ اسفل المبنى على التخلص من الرادون وعدم تركيزه أسفل المبنى.



شكل 13:
مبنى للمعماري ميس فان دروه وقد صمم على أعمدة مرتفعا عن الأرض كوسيلة لعزله عنها.

3-7- إحلل التربة الملوثة

إذا كان الرادون يصدر أساسا عن طريق طبقة التربة السطحية فإنه من الممكن عن طريق إحلل هذه الطبقة التخلص من المصدر وبالتالي التخلص من نسبة كبيرة من الرادون، إلا أن هذه الوسيلة تعتبر مكلفة وتكون أكثر كلفة و صعوبة بالنسبة للمباني المقامة فعلاً، وينبغي التعرف على محتوى التربة من المواد المشعة ومعدل تدفق غاز الرادون منها قبل القيام بعمليات التشييد أو اتخاذ قرار باستبدال التربة، فإذا كان المعدل مرتفع فإنه يستدعي إزالة الطبقة السطحية من التربة. [25]

3-8- استخدام مواد بناء خالية من الرادون

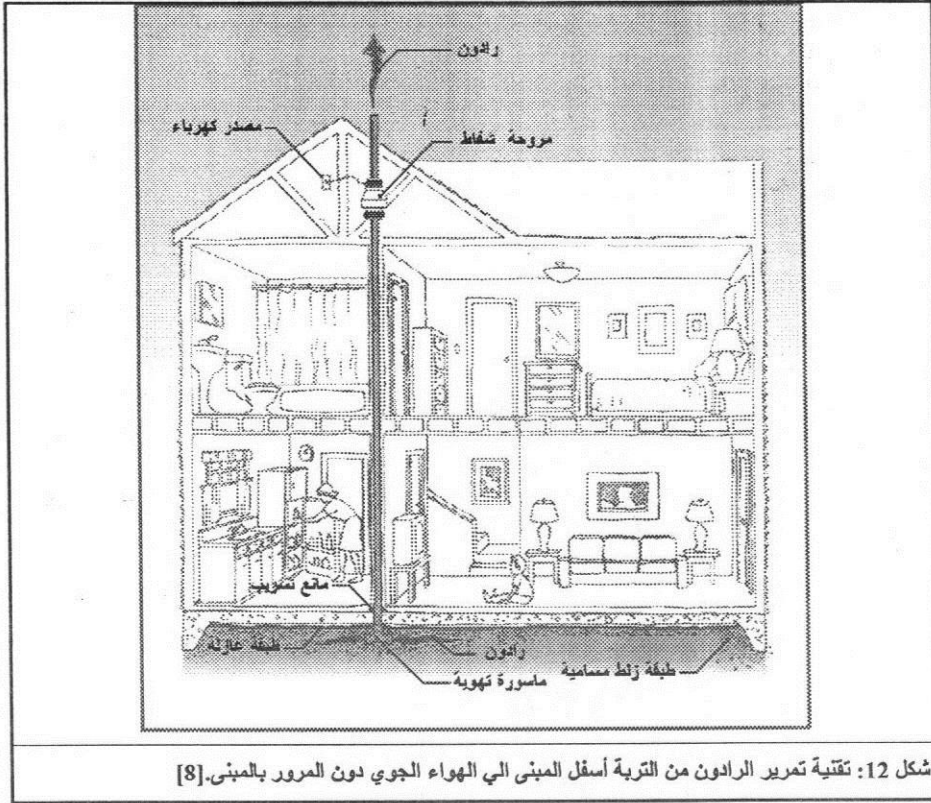
وفي حالة كون مصدر غاز الرادون هو المواد المستخدمة في البناء فإنه من الممكن إما إزالة هذه المواد تماماً واستبدالها بغيرها [25,26] ، وإذا ما تعذر ذلك لكونها تمثل جزءاً أساساً من المبنى، فإنه يصبح من اللازم عزلها عن طريق أنواع معينة من الطلاء ذي المسامية المنخفضة، وإن كان هذا لا يمثل إزالة فعلية للمصدر. وباستعراض الدراسات والتجارب التي تنقش أساليب التحكم في الرادون وجد أن التطبيق العملي لها قد يقتصر على أحدها فقط دون الباقي وقد يمتد ليشتمل على بعض أو كل هذه الأساليب وذلك تبعاً لحجم المشكلة والإمكانيات المتاحة، حيث أن بعضها يناسب المناطق ذات التركيزات المنخفضة للرادون والبعض يناسب المناطق الأعلى تركيزاً، كما أن بعضها يستلزم تطبيقه أن يكون المبنى تحت الإنشاء والبعض الآخر يناسب المباني المقامة ، ومن الناحية الاقتصادية تلاحظ أن بعضها يتحقق بكلفة بسيطة بينما الباقي يستلزم تكاليف وإمكانيات مرتفعة.

4- النتائج والتوصيات

4-1- النتائج

- الرادون (Radon-222) غاز مشع يتواجد في كل مكان في الطبيعة وينتشر في تربة الأرض التي هي مصدره الرئيسي ، ولا تكمن خطورة غاز الرادون فيه ولكن تكمن في ولدياته وهي أجسام صلبة ينتج عنها جسيمات ألف وأشعة جاما وعند استنشاقها تستقر في الرئة وتلف خلاياها.
- ظهرت مستويات الرادون في مصر بمعدلات منخفضة بالنسبة لباقي البلدان حيث أن تقدير مستوى الرادون بها كان 9 بيكريل/م³ في المتوسط و 24 بيكريل/م³ كقيمة عظمى.
- وقد لوحظ أثناء إجراء هذا البحث وجود ندرة نسبية في الدراسات المحلية التي تتناول هذا الموضوع والتي تقدم قياسات للرادون داخل المباني في مصر و لوحظ أيضاً محدودية العينات التي تقاس في الأبحاث المحلية وذلك مقارنة بالأبحاث التي تجرى عالمياً وعربياً بهذا الشأن.
- دراسة وتطبيق موضوع التحكم في الرادون بصورة متكاملة على المستوى المحلي تستلزم وجود قياسات أكثر شمولاً لمستويات الرادون في المدن المصرية.

- يتم توفير طبقة من التربة الصلبة والمسامية أسفل المبنى وتكون من الزلط مثلاً، وبسبك يتناسب مع معدل انبعاث الغاز من التربة، ودور هذه الطبقة هي جذب الغاز المنبعث من أسفل المبنى إليها وتسهيل عملية تحركه منها وإليها وتسمى هذه الطبقة "طبقة التهوية".



شكل 12: تقنية تمرير الرادون من التربة أسفل المبنى الي الهواء الجوي دون المرور بالمبنى. [8]

- يتم وضع طبقة من البلاستيك أو البولي إيثيلين أو غشاء غير مسامي عازل للرطوبة أعلى الطبقة السابقة مع صب دكة من الخرسانة العادية أعلاها وبذلك نضمن عدم مسامية هذه الطبقة يتم حجز الغاز في الطبقة السابقة وهي طبقة التهوية.
- يتم تسريب الغاز المحجوز داخل طبقة التهوية عن طريق أنابيب أو مواسير رأسية يتم وضعها في الاعتبار خلال التنفيذ وتستمر هذه الأنابيب بكامل ارتفاع المبنى وتتجاوزه قليلاً كأسلوب مشابه لأسلوب تنفيذ المداخل.
- يتم عزل هذا المسار تماماً حتى لا يتسرب منه الغاز للمبنى، مع وضع شفطات أو مراوح على الأنابيب لسحب أو طرد الغاز المتجمع في طبقة التهوية إلى أعلى المبنى.

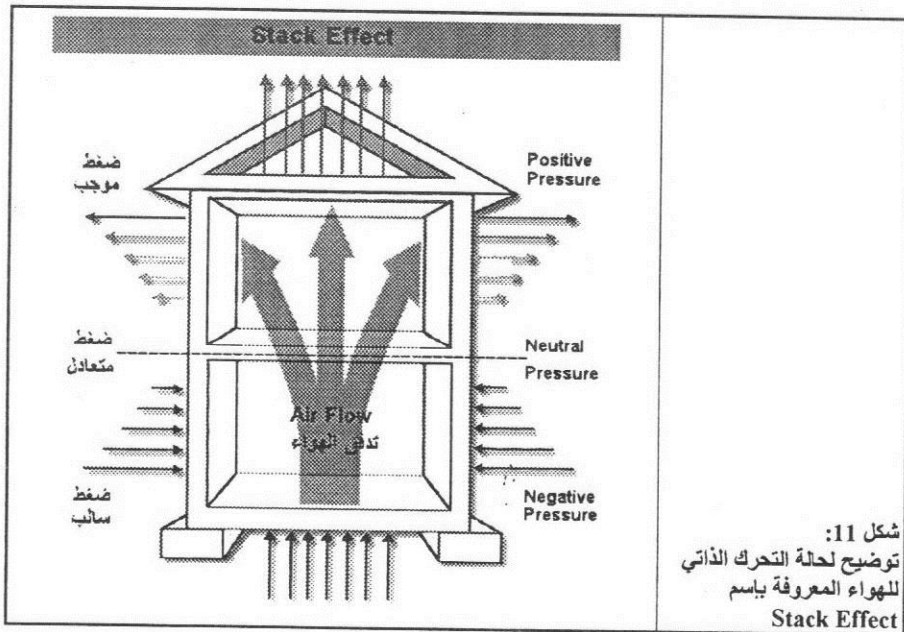
3-6- رفع المبنى على أعمدة

ظهرت فكرة رفع المبنى على أعمدة والتخلص نهائياً من اتصاله بالأرض في عدد من الاتجاهات المعمارية وطبقها العديد من المعماريين (شكل 13)، وقد كان لهم دوافع مختلفة فمنهم من وجد فيها وسيلة لعدم فقد مساحة الأرض المقام عليها المبنى وتركها للاستعمال الخارجي، ومنهم من استخدمها كوسيلة فعالة للتخلص من الرطوبة وتأثير المياه الجوفية على المبنى، ولعل صلاحية هذه الفكرة تمتد لتكون وسيلة فعالة أيضاً لتقليل

وهناك سبب آخر لزيادة معدلات تسرب الغاز إلى داخل المبنى وهو حالة التحرك الذاتي للهواء التي تعرف بـ (Stack effect) وتحدث هذه الحالة عندما تكون درجة الحرارة داخل المبنى أدفأ منها بالخارج فيتصاعد الهواء الساخن لأعلى نافذاً من الفتحات والشقوق العلوية ليحل محله هواء بارد مستمد من الطبقات السفلية للمبنى (شكل 11)، وهذا التأثير يعمل على شفط كميات كبيرة من الغاز الموجود بالترربة، ويمكن تقليل حدوث هذه التأثير عن طريق سد المنافذ العلوية التي يخرج منها الهواء الساخن والسفلية للمبنى التي يدخل منها الهواء البارد من التربة. [8]

3-4- سد منافذ تسرب الغاز الى المبنى

سد الشقوق والفتحات الموجودة في المبنى يعمل على تقليل معدلات تسرب غاز الرادون إلى المبنى نسبة الرادون فيه سواء أكانت الفتحات أسفل المبنى وتسبب تسرب الغاز أو أعلى المبنى وتسبب حالة الـ (Stack-effect) التي تؤدي لامتناس غازات التربة، ويكون ذلك في الأدوار التي تتصل إتصالاً مباشراً مع التربة كالدور الأرضي أو البدروم مع العمل على زيادة كثافة دهان حوائط هذه الأدوار وخاصة إن كانت سائدة للتربة خلفها كما يفضل عمل طبقة دهان إيوكسية، كما يعمل العزل الجيد للرطوبة في هذه أرضيات وحوائط هذه الأدوار على منع تسرب غاز الرادون أيضاً.



ولكن سد شقوق وفتحات المبنى إن كان منطقياً من الناحية النظرية إلا أنه من الناحية العملية قد يكون صعباً ومكلفاً كما أن هذه الشقوق والفتحات تتجدد دوماً مع استقرار المبنى لذلك لا يمكن الإعتماد عليها بمفردها كوسيلة وحيدة للتحكم في الرادون داخل المباني. [18]

3-5- تمرير الغاز من التربة إلى الغلاف الجوي دون المرور داخل المبنى

تعتمد فكرة هذه الوسيلة على تمرير الغاز من التربة إلى الغلاف الخارجي دون المرور بالمبنى، وفيما يلي توضيح للفكرة العامة لتطبيق هذا النظام (شكل 12) [8,9] علماً بأنه يتم تطبيقه في عدة بلدان بصورة ناجحة:

مساحة الفتحات وموقعها وتوجيهها كلها أمور تؤثر على حركة وتيارات الهواء داخل المنزل وهناك من الحلول والأفكار الكثير لاستقطاب الهواء وتميره داخل المبنى. وقد يستعصي في بعض الأماكن داخل المبنى توفير التهوية الطبيعية وعندها يمكن للجوء للتهوية الصناعية لحمل الهواء النقي والتخلص من الهواء الملوث [26]، والخلاصة أن وسائل التحكم في تهوية المباني يمكن اعتبارها جميعاً وسائل للتحكم في تركيز الرادون أيضاً.

3-2- تنقية الهواء الداخلي

حيث أن الضرر لا يكمن من غاز الرادون في حد ذاته، ولكن يكمن في نواتج تحلله أو وليداته وهي عبارة عن جزيئات صلبة تتعلق في الشوائب الموجودة بالهواء، وتنقية الهواء من الرادون يتم بأسلوبين الأول هو التخلص من الرادون نفسه في صورته الغازية والثاني هو التخلص من وليداته أو نواتج تحلله، والتخلص من غاز الرادون يكون عن طريق استخدام مرشحات الهواء أو الفلاتر المعتمدة على الكربون النشط* الذي له قدرة هائلة على إمتصاص الرادون وهي نفس التقنية المستخدمة في المفاعلات النووية كإجراء احتياطي تجاه تسرب الغازات المشعة منها، ولكن هذا الأسلوب يعتبر مكلف ويتطلب استخدام كميات كبيرة من الكربون النشط [25].

أما التخلص من نواتج تحلل الرادون فيتم عن طريق استخدام أجهزة تنقية الهواء من الشوائب ونواتج الرادون، وتسمى هذه الوسائل بـ Particulate Matter (PM) Control Devices وهي عبارة عن منقيات للهواء أحد أنواعها الكتروستاتيكي (شكل 10)، عند تدفق الهواء إليها تقوم بالتقاط الشوائب الحاملة لشحنات كهربية ساكنة، وحيث أن نواتج الرادون تحمل شحنات كهربية فإنها تتجذب ويتم احتجازها وفصلها عن الهواء، وهو أسلوب يعطي نتائج جيدة ولكن من سلبياته أن فعاليته لا تظهر إلا في الأماكن الصغيرة ذات الحجم المحدود من الهواء [25].



شكل 10: نماذج من منقيات الهواء الإلكتروستاتيكية

3-3- تحقيق توازن في الضغط بين داخل المبنى و خارجه

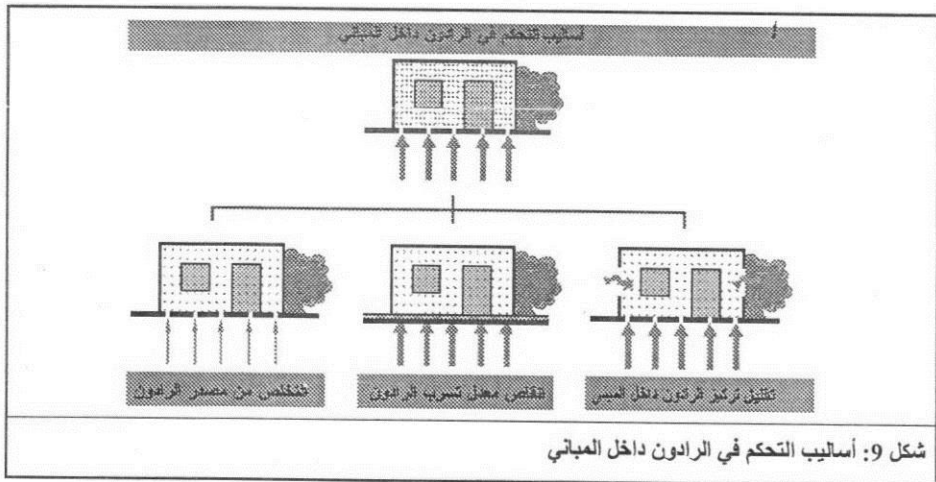
إن هذا الموضوع يعنى بالحالة التي يكون فيها المبنى مغلقاً ولا يوجد تبادل هواء مباشر بين المبنى والخارج حيث ينشأ في هذه الحالة فرق ضغط طبيعي بين المبنى وخارجه، وبصفة عامة يكون ضغط الهواء داخل المبنى أقل من ضغط الهواء في التربة الموجودة أسفله، وحيث أن الهواء ينتقل من الضغط الأعلى إلى الضغط الأقل فإن الهواء يتسرب من التربة ذات الضغط الأعلى إلى المبنى [8]، ويمكن علاج هذه المشكلة عن طريق أنظمة التكييف والتبريد داخل المبنى ويمكن التغلب على هذه المشكلة عن طريق التصميم والتشغيل المناسب والسليم لأنظمة التكييف والتهوية الصناعية [2].

* الكربون النشط هو كربون قد تم معالجته وزيادة مساميته ومساحته السطحية لتكون لديه قدرة أعلى على التفاعل و الإمتصاص، ويستخدم في مجالات صناعية متعددة منها صناعة مرشحات الماء والهواء.

دراسة تطبيقية لقياس تركيزات الرادون داخل فراغات عدد من المنازل في مصر وخلصت الى أن تركيزات الرادون داخل الحمامات والمطبخ أعلى بدرجة ملحوظة من تركيزاته في فراغات النوم والمعيشة. [2,3]

3- أساليب و وسائل التحكم في الرادون داخل المباني

يتبع الكتابات والتجارب التي تناقش هذا الموضوع وجد أن هذه الوسائل تتعدد وتتنوع، وفكرة هذه العملية تدور حول فكرة التخلص من الملوثات في البيئة والتي عادة تكون لها ثلاثة أساليب للتعامل معها؛ الأسلوب الأول يكون عن طريق تقليل نسبة الملوثات في البيئة والأسلوب الثاني عن طريق حجب وصول الملوثات إليها والثالث يتعامل مع مصدر التلوث للتخلص منه أو تقليله، وعلى هذا الأساس تم تحليل أساليب التحكم في الرادون داخل المباني إلى ثلاثة أساليب أساسية (شكل 9):



الأسلوب الأول: إنقاص تركيز الرادون داخل المبنى: يعتمد هذا المحور على وسيلتين للتحقيق؛ الوسيلة الأولى وهي الأبسط عن طريق زيادة نسبة الهواء النقي داخل المبنى بالتهوية الطبيعية أو الصناعية وهو ما يعني إنقاص تركيز الرادون فيه، أما الأسلوب الثاني وهو الأصعب نسبياً فعن طريق تنقية هواء المبنى من الرادون الموجود.

الأسلوب الثاني: تقليل معدل تسرب الرادون من الخارج الى داخل المبنى: ويعتمد هذا المحور على أربعة وسائل للتحقيق؛ الأولى هي مقاومة تسرب الغاز الى المبنى عن طريق سد المنافذ التي يتسرب منها الغاز، والوسيلة الثانية هي تقليل اتصال المبنى بالتربة، أما الوسيلة الثانية فهي تقليل معدل إحلال الهواء الداخلي بالهواء الملوث بالرادون والممتص من التربة، والثالثة هي إيجاد مسار لتسرب الغز من التربة الى الهواء الخارجى دون المرور على المبنى.

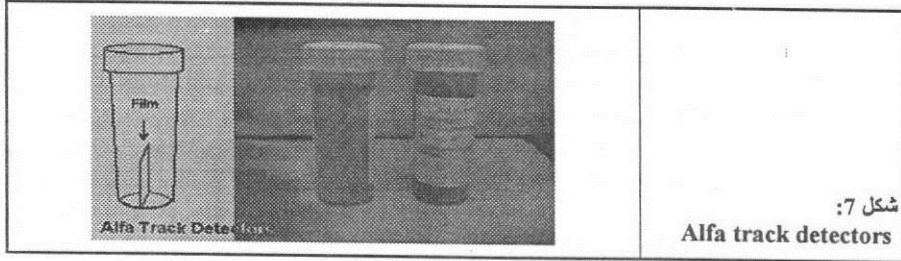
الأسلوب الثالث: تحديد مصادر الرادون خارج أو داخل المبنى: ويعتمد هذا المحور على وسيلتين للتحقيق؛ الوسيلة الأولى هي إحلال التربة الملوثة بمصادر الرادون في حالة زيادة معدلات تركيز الملوثات بدرجة قد يصعب مقاومتها بالطرق الأخرى، أما الوسيلة الثانية فهي تقليل المصادر الداخلية للرادون والناجعة من استخدام مواد بناء وتشطيب تمثل مصدراً للرادون.

وفي ما يلي توضيحاً لوسائل التحكم في الرادون داخل المباني:

3-1- زيادة نسبة الهواء النقي داخل المبنى

إن عملية فتح نوافذ المبنى لإمرار تيار الهواء الخارجى الى داخله تعتبر وسيلة فعالة لإنقاص معدلات تركيز الرادون بداخل المبنى بدرجة دراماتيكية، حيث أن ذلك يعمل على طرد الهواء الداخلى الملوث وإحلال الهواء الخارجى النقي محله، ولا شك أن التصميم المعماري للمبنى يلعب دوراً هاماً في كفاءة تحقيق ذلك، حيث أن

يمكن إستنتاج تركيز الرادون عن طريق تتبع أثر جسيمات ألفا المنبعثة منه وذلك باستخدام وسائل معينة تسمى (Alfa track detectors) (شكل-10)، حيث تعتمد فكرتها على استخدام أفلام بلاستيكية معالجة بطريقة معينة، وعند اصطدام جسيمات ألفا بهذه الأفلام تترك أثراً عليها حيث يتم بعد ذلك أخذ العينات لقراءة وتحليل حجم الأثر بها ومن ثم التعرف على مستوى الرادون (شكل 7). [19,25,26]



استخدام أجهزة تسمى (Electret ion chambers EIC) وهي الوسيلة الأكثر دقة عن سابقتها، وتعتمد فكرتها بصورة مبسطة على وجود قرص مشحون بشحنة الكترولستاتيكية موجبة بها و يوضع على ارتباط بفلتر صغير ماص للرادون، وعند تحلل غاز الرادون وانبعثت نواتجه ذات الشحنات الكهربية السالبة وانجذبت نحو القرص يحدث انخفاض بقدر معين في الجهد الكهربي للقرص، وهو ما يعطي دلالة عن كمية النواتج وبالتالي كمية الرادون في المكان (شكل 8). [19,25,26]



2-6- الرادون في المنازل

على الرغم من أن الرادون يتواجد داخل جميع المباني سواء السكنية أو العامة إلا أن معظم الدراسات تتركز على دراسة وقياس وعلاج مستويات تركيزه في المنازل، حيث أن المنازل تتفاقم فيها المشكلة على المستويين المستوى الأول هو زيادة تركيز غاز الرادون والمستوى الثاني هو فترة التعرض له، فالمنزل هو المبنى الذي يقضي بداخلها الإنسان فترات طويلة من حياته وخاصة فترات النوم وبالتالي تكون أطول فترات التعرض للرادون بداخل المنزل، وكما أن معايير سلوكيات الاستخدام والتدفئة والتكييف وجودة الإنشاء التي سبق تناولها بالشرح عادة ما تكون على مستويات أقل داخل المنازل عنها في المباني العامة، ولكن بصفة عامة لا تختلف أساليب التعامل مع المشكلة بين مبنى وآخر وما يصح على المباني السكنية يمكن أن يصح على المباني العام على الأقل من الناحية النظرية.

وقد تختلف تركيزات الرادون من غرفة إلى غرفة داخل المنزل الواحد، وينظره سريعة على الحالة في مصر نجد أن منطقة المطبخ والحمام أكثر الأماكن داخل المنزل المصري عرضة لتواجد تركيزات مرتفعة من غاز الرادون لأسباب متعددة منها أن هذه المناطق عادة ما تكون أقل في مستوى التهوية عن باقي غرف المنزل وذلك بسبب ضيق فتحات التهوية بها بالإضافة إلى إطلالها عادة على مناور ضيقة. لا يتيح القدر الكافي من التهوية الطبيعية بالإضافة إلى احتوائها على مصالر أخرى لغاز الرادون الناشئة عن طريق إمدادات المياه والغاز الطبيعي الموجودة بها، يضاف إلى هذا تأثير كميات السيراميك والرخام والجرانيت المستخدمة في تشطيب هذه الفراغات، وقد أجريت

أما عن الأسباب المتعلقة بتصميم المبنى وتنفيذه فنجد أن المباني ذات البدروم يتوقع أن تزداد فيها معدلات تركيز الرادون عن غيرها، وبنفس المنطق نتوقع أن المباني الممتدة أفقياً بارتفاع قليل تزداد فيها تركيزات الرادون عن تلك المرتفعة على مساحة أقل، كذلك فإن خامات الإنشاء والتشطيب تؤثر في مستوى مسامية المبنى وبالتالي معدل تسرب الرادون إليه فمثلاً الحوائط ذات البلوكات المفرغة معدل تسربها للرادون أعلى من المصمتة بينما الخرسانة ثبت أنها سدودية وتمنع تسرب الرادون من خلالها، كل ما سبق يصح بفرض ثبات باقي العوامل الأخرى المؤثرة.

وقد ترتبط الأسباب بسلوكيات استخدام المبنى التي تتعلق بمعدل تجديد الهواء داخل المنزل ووعي المستخدمين بقيمة التهوية الجيدة للمبنى حيث يؤدي ذلك إلى خفض نسبة تركيز الرادون بدرجة كبيرة، وخاصة أن ارتفاع معدلات تركيز الرادون لا يشعر بها الساكن ولا تحرك رغبته في تجديد الهواء كونه لا راحة له. ولا شك أن التصميم المعماري يلعب دوراً هاماً في المساعدة على تحقيق التهوية بكفاءة وبسرعة، وكنيجة بديهية يمكن الإشارة أنه كلما قل معدل التهوية داخل المبنى مع ثبات العوامل الأخرى يزداد تركيز الرادون، وفي البيئات القاسية يكون هناك دوماً توقع لتفاقم المشكلة حيث يقل تعريض المباني للهواء الخارجي بهدف التدفئة أو التبريد وحجب الهواء الخارجي بغرض توفير الطاقة المستهلكة في ذلك.

كما أن هناك عوامل أخرى تؤثر في تركيز الرادون في الأبنية منها درجة الحرارة، فعندما تكون درجة الحرارة داخل الأبنية أعلى منها خارجها يولد فرقاً بسيطاً في الضغط وهو الأمر الذي يؤدي إلى شطف هواء التربة الواقعة تحت المنزل إلى الداخل ويصاحب هذا رفع لتركيز الرادون في الداخل.

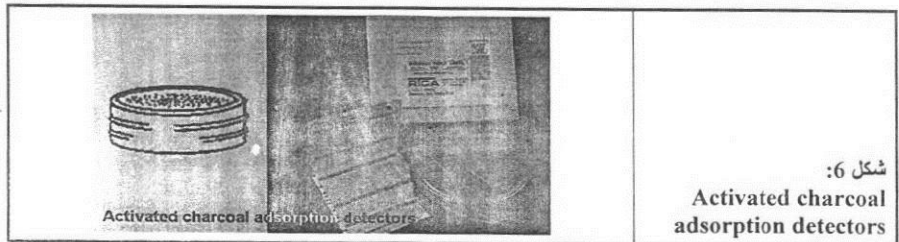
2-5- الكشف عن الرادون في المباني

كون الرادون غاز عديم اللون والرائحة يعني أنه لا يمكن كشفه بالحواس البشرية، لذلك يعتمد أسلوب الكشف عنه بشكل رئيسي على كشف الأشعة المرافقة لتفككه وتفككه وليداته، وتوجد عدة تقنيات وأجهزة تقوم بهذا الدور، ولكن عملية الكشف عن الرادون وقياس تركيزه تتطلب بالإضافة إلى أجهزة القياس وعباً وتصوراً يتيح توقع النتائج والحكم عليها.

فغالباً ما تزداد معدلات تركيز الرادون في الأدوار السفلية من المباني بصفتها الأكثر إتصالاً وقرباً من تربة الموقع التي هي المصدر الرئيسي للرادون داخل المبنى، وتزداد درجة التركيز في الأدوار السفلية كأدوار البدروم المحاطة بالتربة أو الدور الأرضي وبالعكس تكون أقل في الأدوار العلوية من المبنى وذلك لسببين الأول هو قربها من مصدر الغز والثاني هو ثقل غاز الرادون عن الهواء مما يجعله يتركز في الطبقات السفلية منه [4]، وقد يختلف تركيز من بيت لآخر في نفس الموقع ومن وقت لآخر في نفس اليوم أو السنة، لذلك يستلزم قياس معدلاته بدقة زمنياً طويلاً قد يصل إلى سنة ولا يقل عن ثلاثة أشهر.

وهناك عدة طرق للكشف عن الرادون وقد أوردت وكالة حماية البيئة الاميريكية (Environmental Protection Agency, EPA) في أدلتها الارشادية 15 طريقة للكشف والقياس [25]، فيما يلي توضيح للثلاثة الأكثر شيوعاً منها:

عن طريق جمع عينة من غاز الرادون من مكان أو أكثر داخل المبنى وذلك باستخدام عبوات محكمة الغلق تحتوي على الكربون النشط تسمى (Activated charcoal adsorption detectors)، حيث يتم فتح العبوة بعد تسجيل تاريخ بداية الاستخدام عليها ووضعها في المكان لفترة زمنية معينة ثم يتم غلقها جيداً وتدوين التاريخ ثم إرسالها الي المعمل لتحليل وقياس مقدار الرادون الممتص (شكل 6). [19,25,26]



شكل 6:

Activated charcoal adsorption detectors

وبنظرة سريعة على بعض مواد البناء المصدرة للرادون، تشير دراسات سابقة إلى أن السيراميك يعد أحد مصادر الرادون لاحتوائه على عناصر اليورانيوم والثوريوم، كما أن الرخام والجرانيت المستخدمان في تشطيب المباني يجب أن يخضعا لاختبارات مستمرة لدراسة تأثيرهم الإشعاعي [3] ، وقد أجريت في مصر دراسة لقياس النشاط الإشعاعي لعدد 60 عينة الرخام والجرانيت المحلية والمستوردة المستخدمة في مجال تشطيب المباني في مصر، وأشارت الدراسة أن هناك تفاوت واضح بين نتائج قياس العينات المختبرة من حيث درجة احتوائها على عناصر اليورانيوم والثوريوم وبالتالي درجة انبعاث الرادون منها، ولكن الدراسة خلصت إلى أن المستوى الإشعاعي للعينات المختبرة يقع في حدود القيم المقترحة وفقاً لتقرير لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري لسنة 1993 (UNSCEAR 1993) وان استخدام هذه العناصر في مجال التشطيب والديكور يعد مقبولاً. [24]

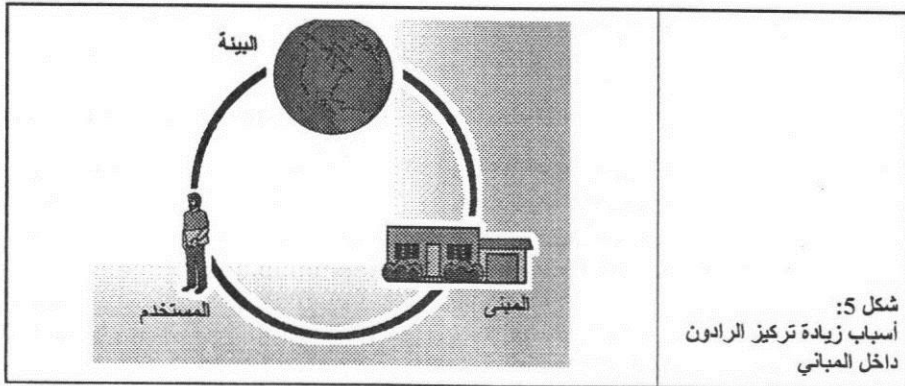
وبصفة عامة تخلص الدراسات والتقارير إلى ما سبق الإشارة إليه وهو أن المصدر الرئيسي للرادون داخل المبنى هو التربة المقام عليها وأن دور خامات البناء فيها أقل من أن يراعى أو يهتم به، ولكن يري البحث أن هناك نقطة هامة ينبغي أن تؤخذ في الاعتبار عند العمل بهذه النتائج، وهي أن هذه الأبحاث لا تنفي دور خامات البناء في زيادة تركيز الرادون، فبنظرة على الوضع في مصر نجد أن الموضوع يحتاج نظرة أكثر شمولية ولا يتعامل فقط مع الخامة بصورتها المطلقة وإنما يجب أن يدرسها في واقع استخدامها.

فالمشكلة قد تأخذ صورة أكثر أهمية إذا كان كامل البناء بالخرسانة كما هو في مصر والدول العربية على خلاف أوروبا وأميركا مصدر الكثير من هذه الدراسات والأبحاث حيث يستخدمون الأخشاب بنسبة أكبر وخاصة في المباني السكنية، كذلك إنتشرت ظاهرة استخدام السيراميك في التشطيب في بلداننا بدرجة كبيرة وأصبح السيراميك أحياناً يغطي كامل أرضيات المنزل بالإضافة إلى حوائط المطبخ والحمامات، وظهر في المجتمع الراقي ولع باستخدام الرخام والجرانيت في أرضيات المنازل وواجهاتها.

وإذا كانت الأبحاث تؤكد أن دور خامات البناء في تحديد مستوى الرادون ثانوي إلا أنها لم تنفي انبعاث الرادون منها [21]، وإذا علمنا أنه لم تحدد حتى الآن مستويات أمانة للرادون، فإتبه من الأحوط العمل على تقليل هذه المستويات والتخلص من أسبابها، وخاصة إذا كان استخدام خامات بناء تحتوي على الرادون أمراً غير ضروري ويوجد له بدائل أخرى آمنة ومناسبة.

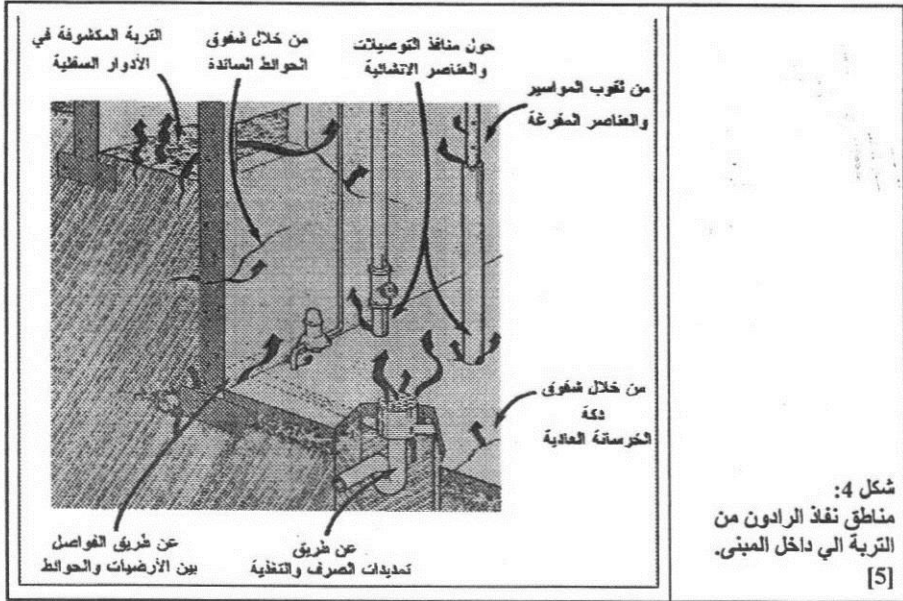
4-2- أسباب زيادة تركيز الرادون داخل المباني

يعتمد معدل تركيز الرادون داخل المبنى على عدة عوامل بعضها يتعلق بالبيئة الموجود فيها المبنى وبعضها يتعلق بمواصفات المبنى من حيث التصميم والانشاء وبعضها الآخر يترابط بسلوكيات استخدام المبنى (شكل 5).



وعن الأسباب المتعلقة بالبيئة فتمثل في طبيعة التربة المقام عليها المبنى ومدى تركيز العناصر المشعة كاليورانيوم أو الراديوم فيها، كذلك الخواص الميكانيكية للتربة ومدى مساميتها التي تؤثر على معدل انطلاق غاز الرادون منها، كذلك نوعية المياه التي تغذي المبنى سواء كانت مياه جوفية أو غير ذلك. [8]

لكونها تنفذ غازات التربة ومنها الرادون ولا تنفذ الهواء النقي بدرجة مكافئة، فكون الرادون غاز خامل لا يتفاعل يجعله ينفذ بحرية عبر هذه المسام الضيقة (شكل 4). [1,5,8]



كما يمكن أن يصل الرادون للمبنى عبر شبكات المياه التي تغذيه وخاصة إذا كان تغذية المبنى بالمياه تعتمد بصورة مباشرة على مياه الآبار الجوفية التي تحتوي على نسبة من غاز الرادون، ويمكن أيضا أن تمثل إمدادات الغاز الطبيعي سبيلا لدخول الرادون للمبنى، هذا بخلاف أن جميع هذه التوصيلات يصابها نسبة إضافية من الفتحات والثقوب اللازمة لتمرير التوصيلات وهو ما يزيد من مسامية المبنى. وعلى الرغم من أن المصدر الرئيسي للرادون هو التربة وهي مصدر خارجي إلا أنه على وجه آخر قد يكون هناك مصدر داخلي للرادون ناشئ عن طريق استخدام مواد بناء أو تشطيب ينبعث منها الرادون وتعمل على زيادة مستواه، داخل المبنى. [1,5,8]

2-3 خامات البناء كمصدر للرادون

إن التوقع بأن تمثل بعض خامات البناء مصدراً للرادون هو أمر بديهي، فالرادون مصدره تربة الأرض وهي مصدر لكثير من خامات البناء سواء الطبيعية أم الصناعية، و مواد البناء ذات المصادر المعدنية تكون أعلى في احتوائها على الرادون كالجرانيت والبازلت والزلط وغيرها من الصخور التي تحتوي على كميات من العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم والراديو، ولا يختلف الأمر مع المواد المصنعة من تلك العناصر مثل الأسمنت والسيراميك وغيرهما. وفي الماضي كان هناك اعتقاد أن مواد البناء هي المصدر الرئيسي للرادون داخل المباني إلا أن الدراسات الحديثة أثبتت أن تأثير مواد البناء في زيادة نسبة الرادون داخل المباني قليل نسبياً إذا ما قورن بالمصدر الخارجي، إلا أن هناك خروج عن هذه القاعدة ظهر في الخرسانة السويدية المستخدم فيها نوع من الطفلة الحجرية والمعروفة باسم (Swedish Alum Shale Concrete) حيث وجد فيها نسب عالية من الراديو، الذي هو مصدر الرادون. [25]

نتيجة أخرى وهي أن مستويات الرادون داخل المبني تتقارب مع تلك المقاسة خارجه مرجعة ذلك إلى اعتدال المناخ في مصر وبالتالي عدم غلق المنازل المصرية وكفالية التهوية الطبيعية بها. [13]

ولكن دراسات محلية أحدث أجريت حول هذا الموضوع أظهرت نتائج مختلفة عن القيم الواردة بتقرير لجنة الأمم المتحدة، حيث أجري بحث سنة 2005 لقياس مستوى الرادون في القاهرة وتم اجراؤه على ستة منازل في مختلف غرف المنزل، وقد أظهرت النتائج قياسات لتركيز الرادون تتراوح بين 47 بيكريل/م³ و 84 بيكريل/م³، علما بأن القياسات المرتفعة سجلت في مناطق الحمامات والمطابخ بهذه المنازل. [3]

كما نشر بحث آخر سنة 2008 عن قياس مستويات الرادون في مدينة الإسكندرية وأجرى على عينة من عشرة منازل في مناطق مختلفة من المدينة، وظهرت قياسات تتراوح بين 38 بيكريل/م³ و 120 بيكريل/م³، كما أكدت الدراسة على أن أدنى مستويات الرادون في مناطق المعيشة بينما كانت أعلى مستويات الرادون وجدت في مناطق الحمامات، وأشارت الدراسة أن سبب ذلك ربما يكون في وجود مصادر للمياه والغاز في الحمامات وطبيعة خامات البناء والتشطيب بها ونقص التهوية أيضاً. [2]

وقد لوحظ وجود ندرة نسبية في الدراسات المحلية التي تتناول هذا الموضوع والتي تقدم قياسات للرادون داخل المباني في مصر، حيث أن هذه القياسات هي بداية البحث والتطوير في هذا المجال وهي التي تحدد طبيعة و حجم المشكلة وبالتالي أسلوب التعامل معها، كما لوحظ أيضاً محدودية العينات التي تقاس في الأبحاث المحلية وذلك مقارنة بالأبحاث التي تجرى عالمياً، وعربياً بهذا الشأن، حيث تجرى عادة عمليات مسح ميداني لعدد كبير من العينات ففي السويد مثلاً أجريت دراسة لقياس الرادون على 1360 منزل [22]، وفي دراسة أخرى أجريت عن الرادون داخل المنازل في السعودية كان عدد العينات 400 عينة [4]، وفي بحث في الكويت استخدمت 300 عينة لتقدير النتائج [6]، وفي بحث أجري في الإمارات العربية في مدينة الشارقة فقط استخدمت عينات وصلت إلى 61 منزل [10].

ومما سبق وفي حدود ما أجري من دراسات يمكن استنتاج مايلي؛ أو لا أن مشكلة الرادون داخل المباني في مصر بصفة عامة أقل منها في دول أوروبا وأمريكا، وثانياً أن تركيز الرادون في بيئة المدن المصرية ليس مرتفعاً وبالتالي قد لا يمثل السبب الرئيسي في حالة زيادة تركيز الرادون داخل بعض المباني المصرية، ثالثاً تكثيف الدراسات والقياسات في عدد أكبر من المناطق مع الأخذ في الاعتبار دور خامات البناء وكفالية التهوية داخل المبني.

2- الرادون داخل المباني

2-1- مصادر الرادون داخل المباني

التربة الموجودة أسفل المبني تعد المصدر الرئيسي لغاز الرادون، حيث أن معظم الرادون المنبثق إلى الوسط الخارجي ينتج عن الطبقة العليا للأرض أو ما يسمى بقشرة الأرض، وتلعب مواصفات وخواص التربة الدور الهام ولكن ليس الوحيد- في تحديد المستوى النهائي لتركيز الرادون داخل المباني، وذلك على أساس الخواص الميكانيكية للتربة ونسبة العناصر المشعة فيها ومدى مساميتها وقابليتها لتحرير الرادون منها. [19,25]

كما أن إمدادات المياه تعد هي المصدر الثاني لدخول الرادون إلى المباني ولكنها أقل في الأهمية ولا تشكل خطورة إلا في المناطق التي تستخدم مياه الآبار بشكل مباشر، فمياه الآبار الباردة تستقبل الرادون من التربة وعند خروجها وتسخينها تنطلق منها كمية الرادون السابق إمتصاصها، أما في حالة مياه الشبكات العامة فالمشكلة تتلاشى حيث أن فترة معالجة وتخزين ونقل المياه كافية لتفكك الرادون ووليداته قبل الوصول للمباني، كذلك فإن مواد البناء سواء الطبيعية أو المصنعة التي مصدرها التربة والصخور مثل (الإسمنت، الحجر، السيراميك، الجرانيت... وغير ذلك) تحتوي على مواد مشعة ذات منشأ طبيعي مثل اليورانيوم والراديوم وبالتالي فهي تولد قدر من الرادون. [19,25]

2-2- كيف يدخل الرادون إلى المباني؟

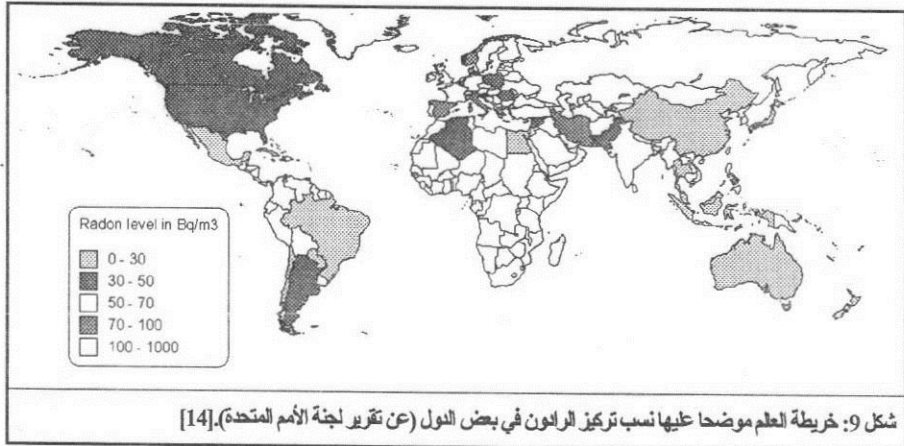
المنفذ الرئيسي لدخول الرادون للمبني هو المسام والشقوق الموجودة في هيكله الإنشائي وجسمه، وخاصة تلك الشقوق الموجودة في المناطق السفلية القريبة من التربة مثل أرضية المبني وحواظ البدروم الساندة، ولا يقصد هنا بالمسام والشقوق فتحات المبني أو نوافذه العادية ولكن يقصد بها الشروخ الشعيرية والتقوُّب الصغيرة وذلك

عدد من خبراء البناء بوضع مجموعة من المواصفات والأدلة الفنية لإنتاج مباني مقاومة للرادون وأطلقت مصطلح (Radon-resistant New Construction, RRNC) أو البناء الجديد المقاوم للرادون. [12,17] وقد أصبح تحقيق إشتراطات الحماية من الرادون في المباني الجديدة من الأمور الروتينية عند تصميم وإنشاء المنازل في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية. وقد يكون إلزاميا في بعض الأحيان، وفي عام 2009 نشرت منظمة الصحة العالمية دليل بشأن الرادون داخل المباني يحتوى على توصيات وأساليب للحد من الأثار الصحية الناشئة عن التعرض للرادون داخل المباني، وقد أوصت المنظمة بتشريع وتطبيق قوانين في مجال البناء للحد من مستويات الرادون في المباني الجاري إنشاؤها. [26]

ومما سبق يمكن استخلاص نقطة هامة وهي أن مفهوم الجودة في مجال البناء والتصميم المعماري أصبح يحمل معايير جديدة وأصبح الأمان الصحي أحد أهم هذه المعايير، والمشكلة على الرغم من بساطة التعامل معها - كما ستوضح الأجزاء التالية من هذه الدراسة - إلا أنها تتطلب وعياً لإدراك مدى خطورتها وتفعيل جدية التعامل معها.

1-6- الوضع المحلي بالنسبة لمشكلة التلوث بالرادون

يتواجد الرادون في كل مكان على سطح الأرض وبمعدلات ومستويات مختلفة تبعا لطبيعة التربة ومحتواها من مصادر الرادون، وما يهم موضوعنا ويعنيه هو مستوى تركيز الرادون داخل المباني، وقد قدمت لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) في تقريرها لسنة 2000 (UNSCEAR 2000) تصورا تقديريا لمتوسط تركيزات الرادون في بعض مناطق العالم وذلك بناء على المعلومات المتاحة والدراسات التي أجريت في كل منطقة لقياس مستويات تركيزات الرادون داخل المباني (شكل 3). [23]

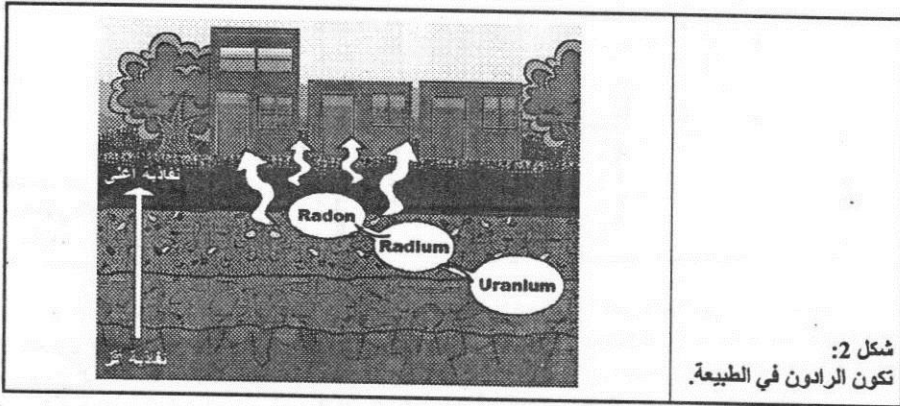


وقد ظهرت أعلى متوسطات قياس الرادون على مستوى العالم في بعض بلدان شمال وشرق أوروبا مثل السويد وفنلنده وتشيكوسلوفاكيا وبعض بلدان أوروبا الأخرى حيث تجاوزت متوسطات القيم 100 بيكريل/م³ بينما تجاوزت القيم العظمى حد 1000 بيكريل/م³، كما ظهرت قياسات مرتفعة نسبيا في أمريكا الشمالية وبعض مدن أمريكا الجنوبية، وهو ما يدل على حجم مشكلة الرادون في هذه البلدان ويبرر اهتمامهم المتزايد بها، وقد اشتمل التقرير على قياسات للرادون الداخلي في ثلاث دول أفريقية هي مصر والجزائر وغانا، وظهرت مستويات الرادون في مصر بمعدلات منخفضة بالنسبة لباقي البلدان حيث أن تقدير مستوى الرادون بها كان 9 بيكريل/م³ في المتوسط و 24 بيكريل/م³ كقيمة عظمى. [23]

وفي دراسة نشرت سنة 1993 عن قياس مستويات الرادون داخل وخارج المساكن في بعض المدن المصرية، أشارت الدراسة إلى أن مستويات الرادون المقاسة تراوحت بين 3-47 بيكريل/م³ وأوردت الدراسة أيضا

الموجودة بها الى الغلاف الجوي ليتواجد بصورة طبيعية في الهواء (شكل 2)، ولكن تواجده الرادون في الهواء الجوي عادةً ما يكون بدرجات وتركيزات منخفضة لا يخشى من أثرها وخطورتها الصحية حيث يكون متوسط مستوى الرادون في الهواء الخارجي (Outdoor Air) حوالي 10 Bq/m^3 وهي قيمة ضئيلة [19]، وبظل ما يخشى منه دوماً هو التركيزات المرتفعة للرادون في الهواء الداخلي (Indoor Air) حيث وجد أن نسبته داخل المبنى مقارنة بنسبته خارجه تكون أعلى بدرجة تتراوح من ثلاثة إلى عشرة أضعاف [1].

و يتراوح المستوى الأكثر تكراراً للرادون داخل المباني بين $30-100 \text{ Bq/m}^3$ بمتوسط قدره 45 Bq/m^3 ، ولكن قد يتجاوز حد 200 Bq/m^3 ، ويصل تركيز الرادون لأقصى مستوياته في الأماكن رديئة التهوية مثل المناجم والكهوف وما شابهها حيث سجلت في بعض الحالات قيم نادرة تصل إلى 3000 Bq/m^3 ، وتعد مشكلة التلوث بالرادون مشكلة بيئية عامة تمس كل مناطق الأرض، وحتى إن كانت هناك مناطق تقل فيها طبيعياً معدلات الرادون فهذا لا يعنى أنها بعيدة عن المشكلة لكون مستوى تركيز الرادون داخل المباني لا يعتمد فقط على نسبة الرادون في البيئة الطبيعية وإنما يعتمد على عدة عوامل أخرى منها ما يتعلق بالبيئة وسلوكيات السكان وبصفات العمران والمباني. [17]



شكل 2:
تكون الرادون في الطبيعة.

1-5- الوعي والاهتمام المتزايد بالرادون

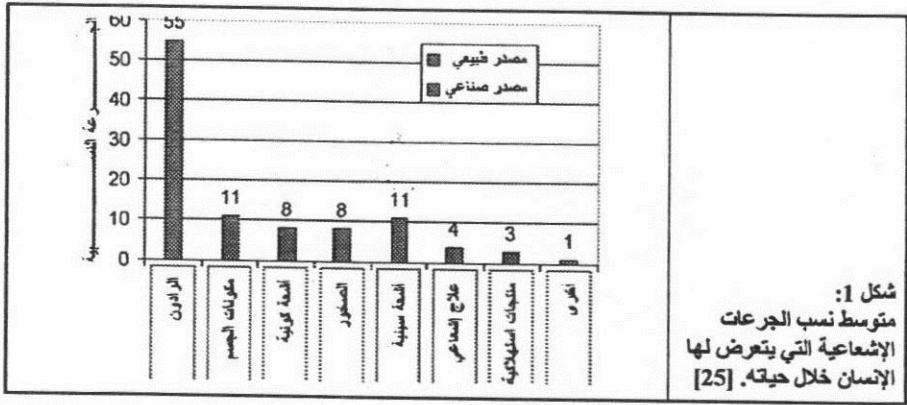
في الأونة الاخيرة زاد الإهتمام العالمي متمثلاً في منظمة الصحة العالمية وهيئاتها بموضوع الرادون وأضراره الصحية ونادت المنظمة في تقريرها حول الرادون بتنفيذ برامج متنوعة على المستويات المحلية والإقليمية للحد من مخاطر تعرض السكان لمستويات مرتفعة من الرادون، وأوصت المنظمة بزيادة برامج التوعية من أخطار الرادون والتعريف بسبل مقومته، وقد اعتمدت المنظمة القيمة 100 بيكريل/م^3 كمستوى مرجعي للرادون، وأوصت بالألا يتجاوز أبداً مستوى التركيز 300 بيكريل/م^3 إذا استعصى بلوغ المستوى السابق في ظل الظروف الخاصة بكل موقع، علماً بأنه لا توجد حتى الآن مستويات أمانة معروفة علمياً لتركيز الرادون، ولكن يظل الأمر المنطقي أن المستوى الأمثل هو الموجود في البيئة بصورة طبيعية و كلما زاد عن ذلك دون كلما زادت خطورة التعرض له والعكس صحيح. [26]

وقد انتشر الوعي بهذا الموضوع خارج نطاق خبراء الصحة والبيئة ليشمل السكان والعاملين في مجال البناء لكون المستويات المرتفعة لتركيزات الرادون توجد داخل المباني وليس في الهواء الطلق، وبالتالي أصبح العاملين في مجال البناء طرفاً رئيسياً في الموضوع وخاصة إذا عرفنا أن أسلوب تصميم وتنفيذ المبنى يلعب دوراً هاماً في زيادة مستوى تركيز الرادون داخل المبنى أو الحد منه، وشمل الوعي مجال الاستثمار والتقييم العقاري في بعض البلدان وأصبح مستوى الرادون داخل المبنى يشكل معياراً في تحديد صلاحيته للسكن ومن ثم قيمته [1].

ومع بدايات تسعينيات القرن الماضي زاد الاهتمام بدراسة وسائل التحكم في الرادون وإنتاج مباني مقاومة له، وقد قامت وكالة حماية البيئة الاميريكية (Environmental Protection Agency, EPA) بالتعاون مع

1-2- تأثير الرادون على الصحة

إن تعرض الإنسان للعنصر المشعة نرأياً يعد أمراً ضراً، وتختلف طبيعة هذه الأضرار وحجمها تبعاً للجرعة والفترة التي يتعرض لها الإنسان، فالجرات المرتفعة لها أضرارها والمنخفضة لها أضرار أخرى، ويعتبر التعرض لغاز الرادون أحد صور التعرض لجرعات منخفضة من العناصر المشعة والتي تعتبر أحد مسببات أمراض السرطان [26]، وتشير الدراسات أن أكثر من نصف الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها الإنسان طيلة حياته يكون مصدرها الرادون [19,25] (شكل 1).



ولا تكمن خطورة غاز الرادون فيه بحد ذاته ولكن تكمن في الاجسام الغير غازية التي تنشأ عن تفككه وتسمى بوليدات الرادون (Radon Daughters) أو نواتج الرادون (Radon Progenies) وهي جزيئات صلبة مشعة لا تتواجد في الطبيعة إلا حيث يوجد الرادون ويؤدي تحلل تلك الوليدات إلى انبعاث جسيمات ألفا وأشعة جاما [20,25]، وحيث أن هذه الوليدات تلتصق بكل ما تقابله من شوائب في الهواء وتستقر عليها فإنها إذا تم استنشاقها تصل إلى الرئة وتستقر على خلاياها مما قد يسبب تلف خلاياها واحتمال إصابتها بمرض السرطان لا قدر الله [16,20,26]، بينما قد ينفذ الرادون إلى الجسم من خلال الشرب عن طريق الجهاز الهضمي ولكن لا يعد بخطورة نفاذه عن طريق التنفس، وتشير الدراسات بصورة أقرب إلى الإجماع إلى أن استنشاق وليدات الرادون هو السبب الثاني في الإصابة بسرطان الرئة عند البشر بعد التدخين [3].

1-3- وحدات قياس مستويات الرادون

تقاس درجة إشعاعية الرادون بوحدة تسمى بيكريل (Becquerel) ورمزها (Bq) وهذه الوحدة تشير إلى معدل تفكك أو تحلل جزيء واحد من الرادون في الثانية، والدلالة على مستوى تركيز الرادون في حجم معين من الهواء أو الماء تنسب هذه الوحدة إلى وحدة ججوم للدلالة على مدى التشبع بغاز الرادون لتكون وحدة قياس مستوى الرادون هي بيكريل/م³ (Bq/m³)، وهذه الوحدة هي التي تستخدم في البلدان التي تتبع النظام المتري في القياس بينما تستخدم البلدان الأخرى وحدة للقياس هي البيكوكوري (Pico Curie) ورمزها (pCi) وتنسب إلى اللتر كوحدة ججوم لقياس التركيز لتكون وحدة قياس مستوى الرادون هي بيكوكوري/لتر (pCi/l)، علماً بأن 37 Bq/m³ = 1 pCi/l [19].

1-4- أين يتواجد الرادون؟

يتواجد الرادون في كل مكان في الطبيعة حيث أن مصدره الرئيسي هو قشرة الأرض وما تحتويه من عناصر مشعة كالراديوم واليورانيوم [19,20,25,26]، ويتسرب الرادون من قشرة الأرض عن طريق الشقوق

ويعتبر تلوث الهواء من أخطر صور ملوثات البيئة التي تهدد صحة الإنسان، وينشأ ذلك عن اختلاط الهواء بمواد ملوثة إما في صورة غازات أو أبخرة أو حبيبات صلبة، ويزداد الموضوع خطورة داخل المباني المغلقة التي تقل فيها معدلات تجديد الهواء، حيث إن تركيز هذه الملوثات عادة ما يكون أعلى وبالتالي أشد ضرراً على الصحة، وملوثات البيئة الداخلية كثيرة منها على سبيل المثال غاز أول أكسيد الكربون وغاز الفورمالدهايد ومركبات الرصاص، ولكن وجد أن غاز الرادون يعتبر أهم وأخطر أنواع ملوثات البيئة الداخلية في المباني، وذلك لكون هذا الغاز مشعاً وقد يسبب سرطان الرئة، كما أن التركيزات العالية الضارة من هذا الغاز لا تتواجد غالباً إلا داخل المباني.

وقد أصبح موضوع التحكم في الرادون وإنتاج مباني مقاومة له أحد اهتمامات منظمة الصحة العالمية التي نشرت عدة تقارير حول هذا الموضوع، وقد نادت المنظمة بتكثيف الدراسات حول تتبع مناطق المستويات المرتفعة للرادون وتحديد الأساليب المناسبة للتحكم فيه ومقاومته، كما نادت أيضاً بضرورة تشريع اشتراطات بنائية تضمن جدية تطبيق هذه الأساليب وإنتاج مباني مقاومة للرادون، وعليه يتضح أن الدافع وراء إجراء هذا البحث هو المساهمة في التوعية بأضرار الرادون وضرورة التحكم فيه والبحث على إجراء سلسلة من الأبحاث المحلية حول هذا الموضوع، ويحتوي هذا البحث على دراسة موجزة حول أسباب ارتفاع مستوى الرادون داخل المباني ويستعرض أهم الأساليب المتبعة حتى الآن للتحكم في الرادون داخل المباني.

أهداف البحث

1. التوعية بخطورة غاز الرادون داخل المباني.
2. تتبع ودراسة أسباب تركيز غاز الرادون داخل المباني.
3. دراسة وتحليل وعرض النظم والأساليب المستخدمة للتحكم في غاز الرادون داخل المباني.
4. استخلاص النتائج وتقديم المقترحات والتوصيات بشأن تصميم مباني آمنة من غاز الرادون.

منهجية البحث

لتحقيق الأهداف السابقة يتبع البحث منهجية تحليلية تقسمه إلى أربعة أجزاء؛ الجزء الأول يمثل نظرة عامة على الموضوع ومفاهيمه ويهدف للتوعية بأهميته، والجزء الثاني من البحث هو المسؤول عن توضيح مشكلة البحث وهي زيادة مستويات تركيز غاز الرادون داخل المباني عن طريق شرح أسبابها وكيفية حدوثها، أما الجزء الثالث فيمثل الموضوع الرئيسي للبحث وهو التحكم في الرادون داخل المباني حيث يستعرض ويحلل الأساليب والطرق المستخدمة في هذه النظم، وأخيراً يأتي الجزء الرابع وهو خلاصة البحث التي تشمل على نتائجه وتوصياته في سبيل تصميم وإنتاج مباني آمنة من الرادون.

1- الرادون

1-1- ما هو الرادون؟

الرادون (Radon-222) غاز نبيل خامل عديم اللون والطعم والرائحة، وهو عنصر كيميائي مشع يرمز له بالرمز (^{222}Rn) وعدده الذري هو 86 في الجدول الدوري، وينتج الرادون عن التحلل الإشعاعي للرايوم (^{226}Ra) الذي هو نفسه نتاج التحلل الإشعاعي لليورانيوم (^{238}U , ^{235}U)، وكون الرادون غازاً خاملاً مثل غازات الهيليوم والنيون والزينون يعني أنه نادراً ما يتفاعل لذلك يمكنه أن ينتشر وينفذ بحرية عبر كل المواد المسامية المنفذة للغازات [15,25,26].

و يتواجد الرادون في كل مكان في الطبيعة وينتشر في تربة الأرض التي هي مصدره الرئيسي وينساب منها الي سطح الأرض وما فوقه من مباني، وذلك من خلال الشقوق والتجاويف الموجودة في التربة أو المباني أو من خلال إمدادات المياه الجوفية والآبار التي تمتص الرادون من التربة، وعلى الرغم من أن للرادون عدة تطبيقات مفيدة في عدة مجالات من أهمها استشعار الزلازل [15]، إلا أنه يعرف كأخطر ملوثات البيئة كونه يؤثر سلباً على صحة الإنسان [26].

التحكم في الرادون داخل المباني

محمد نبيل غنيم

أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة

mohammed_ghonim@yahoo.com

ملخص البحث

الرادون غاز مشع ينتشر في البيئة بشكل طبيعي ولا يمثل تواجد بمعدل طبيعي أي خطورة وإنما تكمن المشكلة في زيادة مستويات تركيز الرادون في البيئة، وعادة ما تكون هذه المستويات الزائدة داخل المباني المغلقة حيث تقل معدلات تجديد الهواء الداخلي نسبياً، لذلك يعتبر الرادون هو أحد أهم ملوثات البيئة الداخلية للمباني (Indoor Air Pollution)، حيث وجد أن التعرض لمستويات مرتفعة من الرادون ولفترات طويلة يسبب أضرار صحية خطيرة للإنسان.

وقد زاد في الآونة الأخيرة الوعي والاهتمام العالمي بموضوع غاز الرادون واجريت دراسات عديدة من قبل خبراء البيئة والصحة والطاقة وقد تفرعت أهداف واتجاهات هذه الأبحاث، حيث يهدف بعضها لقياس تركيزات الرادون داخل المباني ويسعى البعض الآخر لدراسة تأثيرها على الصحة بينما مجموعة منها تبحث في مجال الحد من وتقليل مستويات الرادون في البيئة الداخلية، وبما أن الموضوع تزداد خطورته داخل المبنى فمن الطبيعي أن يكون لمواصفات المبنى من حيث التصميم والتنفيذ دوراً في هذا الموضوع، وهو ما يجعل موضوع التحكم في الرادون والحد من آثاره وثيق الصلة بمجال البناء والعمارة.

وتستهدف هذه الورقة البحثية التوعية بخطورة غاز الرادون وتتبع أسباب زيادة مستوياته داخل المباني ووسائل خفضها والتحكم فيها، وقد اتبع البحث منهجية تحليلية تقسمه إلى أربعة أجزاء؛ الجزء الأول يمثل نظرة عامة على الموضوع ومفاهيمه، والجزء الثاني من البحث يناقش مشكلة البحث وهي زيادة مستويات تركيز غاز الرادون داخل المباني مع شرح مصادرها وأسبابها، والجزء الثالث يطل ويصنف نظم التحكم في الرادون داخل المباني، وأخيراً الجزء الرابع هو خلاصة البحث التي تشمل على نتائجه وتوصياته.

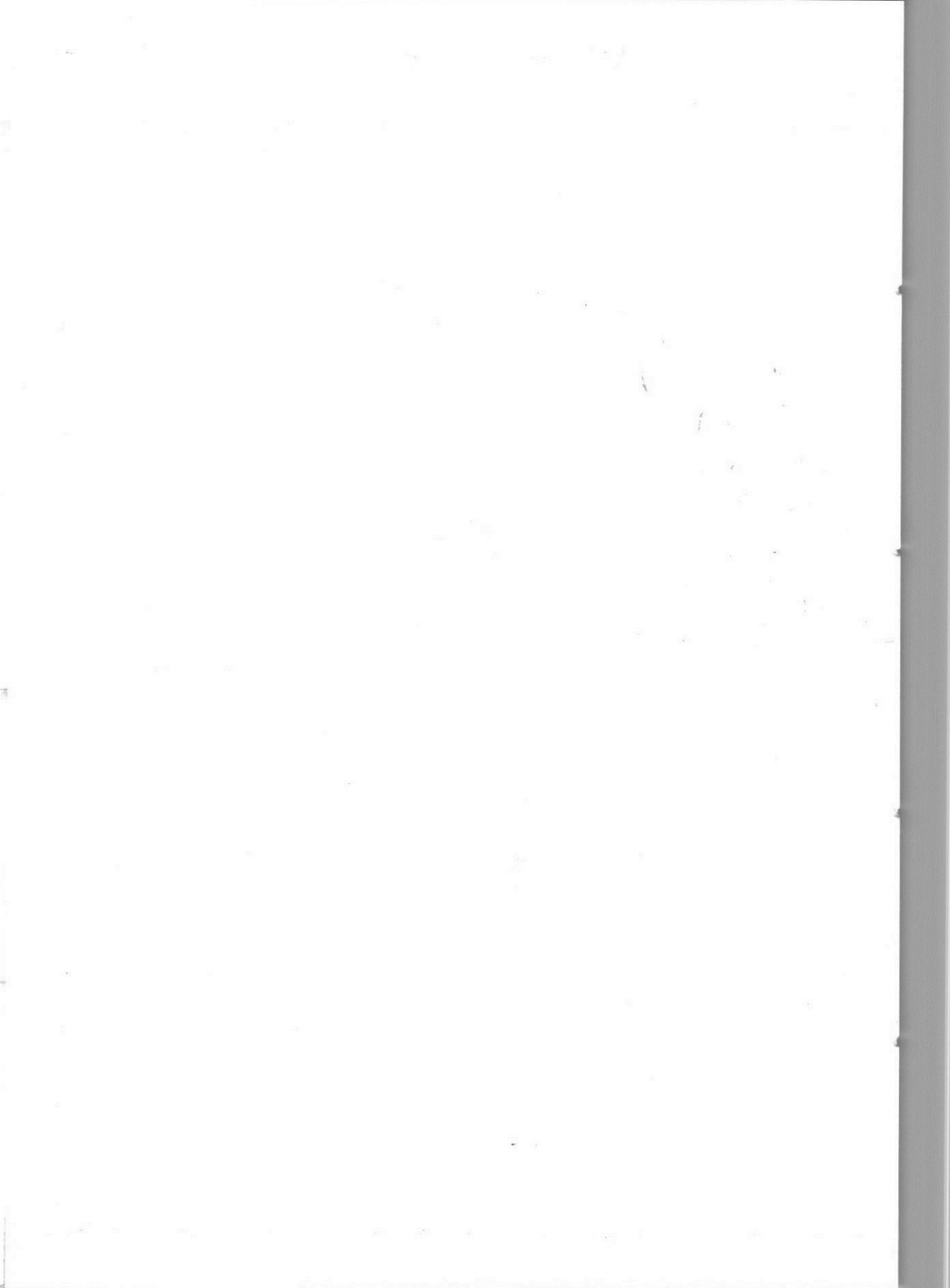
الكلمات المفتاحية

التلوث البيئي - تلوث الهواء الداخلي - الرادون - المباني الآمنة صحياً - المباني المقاومة للرادون.

تمهيد

أصبح التلوث البيئي قضية عالمية منذ منتصف القرن الماضي بعد نهاية الحرب العالمية الثانية، ويعنى التلوث البيئي دخول ملوثات على البيئة تؤدي إلى اضطرابها وعدم استقرارها وبالتالي الإضرار بجميع الكائنات الحية الموجودة بها، وتتعدد أنواع العناصر الملوثة للبيئة فمنها الكيميائية أو الحيوية أو الطاقة أو الأشعة الضوئية وغير ذلك، وقد تتواجد هذه العناصر في البيئة بشكل طبيعي وحينها لا تعتبر ملوثات، بينما تعتبر ملوثات إذا زادت نسبتها عن القيم الطبيعية المفروضة أن توجد بها، وقد تكون هذه الملوثات غير طبيعية أي من صنع الإنسان ودخيلة على البيئة.





13. Fast-Response Building, [online] accessed Dec. 2008, www.dnd-frb.com
14. Fehrenbacher, Jill (2006) Icosa Village Pods, [online] accessed Oct. 2008, <http://www.inhabitat.com/2006/01/23/icoso-village-pods/>
15. FEMA Trailer, [online] accessed Dec. 2008, www.wikipedia.org/wiki/fema_trailer
16. Nader Khalili, [online] accessed Nov. 2008, http://en.wikipedia.org/wiki/Nader_Khalili
17. Perfect Shelters, [online] accessed Oct. 2008, <http://perfectshelters.com/index.html>.
18. Quick Flate, Air Inflatable Portable Shelter, [online] accessed Nov.2008 www.deconhazmat.com
19. Styrofoam Dome Homes, [online] accessed Dec. 2008, www.pinktentacle.com/2008/08/styrofoam-dome-homes
20. The Pod, [online] accessed Oct. 2008 , <http://www.aniadesign.com/pod/html/home.html>.
21. The Sandbag Shelters of Nader Khalili, [online] accessed Nov. 2008 <http://earthbagbuilding.com/projects/sandbagshelters.htm> ,
22. Winandy, Jerrold et. al. (2006) Emergency Housing Systems from Three-Dimensional Engineered Fiberboard, [online] accessed Nov. 2008, www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgr/fpl_gtr166.pdf.

Recent Trends of Design & Production of Temporary Buildings & Light Structures Applications in Emergency Sheltering After Disasters

Abstract

Normally following natural or man-made disasters, many inhabitants lose their homes during the aftermath. Providing immediate emergency shelters for those homeless is a critical issue. The crisis of those homeless increases if there were no available buildings capable of sheltering them immediately specially in huge disasters that may destroy entire cities or villages, Hence the need for providing instant and safe shelters either temporary or permanent becomes a major priority. The design and production process of temporary buildings and light structures used as emergency shelters follows some criteria and considerations, the most significant criteria are; the easiness and rapidity of construction with the minimum possible cost, yet providing an appropriate level of protection and privacy for the inhabitants. These three criteria - rapidity, economy and protection – lead the development process of these emergency structures to discover innovative methods satisfactorily fulfilling these previous criteria. This paper aims at demonstrating, studying and analyzing some of the recent trends of designing and producing temporary buildings and light structures which could be used as emergency shelters. This paper applies an analytical methodology that divides it into four parts. Part one studies and analyzes some design and production criteria for emergency shelters, and refers to the criteria related to the Arabian communities. Part two contains an analytical comparative demonstration for some common and traditional types of light temporary structures which already operate as emergency shelters. Part three as the major part demonstrates and analyzes some innovations which emerged during the last decade in the field of temporary buildings and light structures, and finally part four contains the conclusion and recommendations.

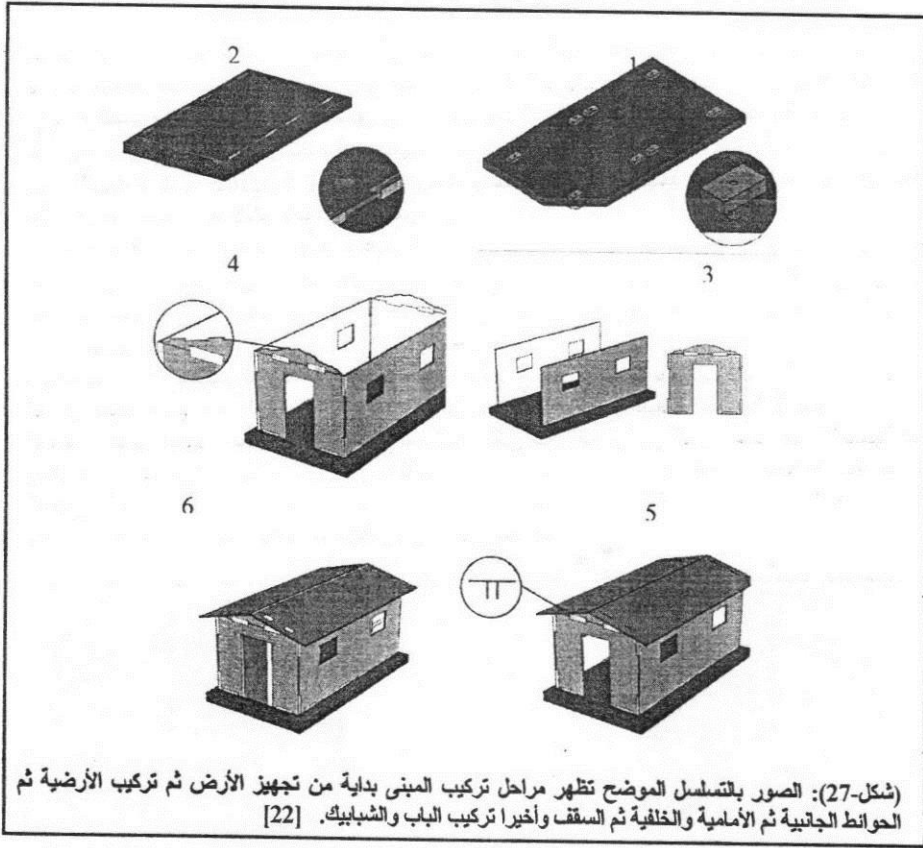
من المعايير الهامة في تصميم مساكن الإيواء أن توفر درجة من الخصوصية لشاغليها، وهو معيار تزداد أهميته في المجتمعات العربية والشرقية، وهذا يعني عدم ملاءمة بعض أنماط الإيواء التي لا توفر قدر من الخصوصية للتطبيق في هذه المجتمعات، ومن خلال الدراسة لوحظ أن الخيمة تعتبر نمط الإيواء الأكثر شيوعاً واستخداماً وهي الحل البدائي والعاجل لمشكلة الإيواء إلى أن يتم توفير بديل آخر أكثر ملاءمة، لذلك فهي تحتاج لبحث دائم لتطويرها واستحداث صور أكثر كفاءة وملاءمة لنطاق أوسع من الظروف. هناك بعض الابتكارات الناجحة في مجال منشآت الإيواء السريعة والمؤقتة مثل المنزل المصنوع من حاويات الشحن والذي يتميز بسهولة النقل والمتانة وتوفير أعلى درجات الحماية، والأيكوبود الذي يمثل قبة جيوديسية مصنعة من الرقائق البلاستيكية وتتمتع بمميزات عديدة منها خفة الوزن وسرعة وسهولة التركيب، والاقتصاد مما يجعلها منافساً قوياً للخيمة التقليدية، والمباني المنشأة من أكياس مملوءة بالتراب التي تتسم بأعلى درجات الاستدامة والتوافق مع البيئة بالإضافة لما توفره من معدلات متانة وأمان عالية.

2-5- التوصيات

- تنظيم مسابقة محلية أو عربية بين المهندسين والمعماريين والمهتمين بهذا المجال لتصميم نماذج ابتكارية لمباني الإيواء العاجل وفقاً لمعايير خاصة بكل منطقة أو إقليم.
- دراسة إمكانية تصنيع بعض الأنماط الحديثة من منشآت الإيواء العاجل محلياً، مع توفير نماذج منها للجهات البحثية للدراسة والاختبار.
- تعظيم وتدريب طلاب العمارة على أساليب تصميم المباني المؤقتة ضمن مقررات التصميم والانشاء المعماري بالجامعات المصرية.
- دراسة إمكانية إنتاج أنواع من المنشآت الخفيفة باستخدام الخامات المحلية الوفيرة.

المراجع

1. الألفي، محمود و منصور، مجدي (1998) الكوارث والفكر المعماري، المفهوم والمحددات، مجلة البحوث الهندسية جامعة حلوان (العدد 57).
2. صلاح الدين، خالد (1992)، تكنولوجيا البناء والإيواء العاجل، رصد وتحليل أساليب الإنشاء، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر.
3. صلاح الدين، خالد (2002)، تكنولوجيا البناء ووحدات الإيواء الخفيفة، دراسة تحليلية للمحددات التصميمية والتنفيذية، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر.
4. عويضة، محمد (1985) الإيواء العاجل، التقرير المرحلي الأول، كلية الهندسة، جامعة القاهرة.
5. نصير، رضا (1991) الإنشاءات الخفيفة، تأثير المناخ على إمكانية تطبيقها في مصر، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الهندسة جامعة عين شمس.
6. Arslan, Hakan (2005) Re-design, Re-use and Recycle of Temporary Houses, Building & Environment (Vol. 42).
7. Burt, Martha (2006) Characteristics of Transitional Housing for Homeless Families, Urban Institute, Washington D.C.
8. Ching, F., Adams, C. (2001) Building Construction Illustrated, John Wiley & Sons, USA.
9. Cubitt, Emma (2007) Floating Shelter, [online] accessed Oct. 2008, <http://www.architecture.uwaterloo.ca>
10. Design-It Competition, [online] accessed Nov.2008, www.idasia.org/design-21-design-it-competitions.
11. Disaster Recovery: Workforce Housing on the Mississippi Gulf Coast (2007), [online] accessed Dec. 2008. <http://livingcities.org/pdf>
12. Edmonds, Molly (2008) How Earthbag Homes Work, [online] accessed Nov. 2008 <http://home.howstuffworks.com/earthbag-home.htm>



5- الخلاصة

5-1- النتائج

الإيواء العاجل من الموضوعات الهامة على قائمة إدارة الكوارث، وتستلزم وجود رؤية واستعدادات مسبقة لكيفية التعامل معها والتغلب على عقباتها، كما أن هناك تعددية واضحة في أساليب وأنماط مباني الإيواء العاجل بعد الكوارث، وهذه التعددية تشير إلى صعوبة توفير أسلوب مثالي يلانم كافة الظروف والحالات، وهو ما يعني ضرورة وجود نشاط بحثي مستمر سعياً وراء تطوير القائم من هذه الأساليب وتقديم الجديد الأكثر ملاءمة.

البحث في مجال تصميم وإنتاج المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة المستخدمة في الإيواء بعد الكوارث يندرج تحت فرعين رئيسيين؛ الأول يبحث ويطور الخامات المستخدمة في الصناعة ويسعى دوماً لتوفير الخامة الأخف والأكثر مقاومة، أما الفرع الثاني فيركز على البحث عن أساليب الإنشاء التي توظف هذه المواد في صورة مباني ومنشآت وبأفضل كفاءة.

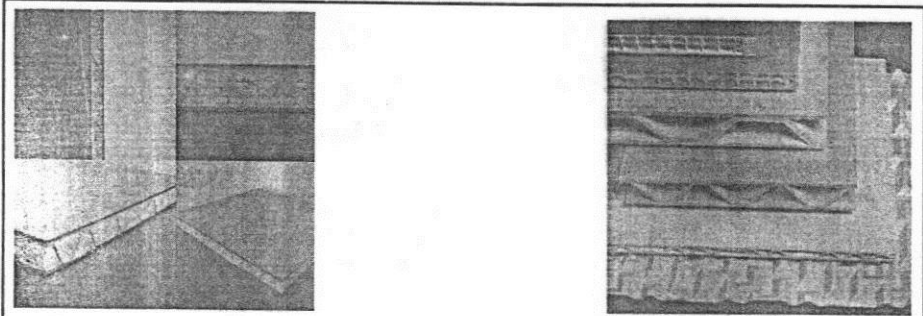
من خلال استعراض عدد من نماذج مباني الإيواء وتحليل سماتها تأكد أن سرعة الإنشاء هي المعيار الأهم والقاسم المشترك فيما بينها، مع وجود تفاوت في باقي المعايير التصميمية، بينما عنصر التكلفة يعد أحد المعايير الأساسية في تصميمها ولكنه معيار نسبي يختلف من مجتمع لآخر ومن حالة لأخرى تبعاً لمدة الإيواء ودرجة الحماية المطلوبة والمستوى الاقتصادي للدولة أو السكان.

4-4- المنشآت الخفيفة المصنوعة من الألواح الليفية ثلاثية الأبعاد

تعتمد فكرة هذا النوع من المنشآت على طبيعة الخامة المصنّعة لها، وهذه الخامة تم تطويرها و إنتاجها بمعمل منتجات الغابات في الولايات المتحدة الأمريكية ، وهي عبارة عن نوع متطور من الألواح الليفية المستخدمة في نطاق واسع في مجال التصميم الداخلي وصناعة بعض الأجزاء الداخلية للمركبات والسيارات، وقد سميت هذه النوعية بالألواح الليفية ثلاثية الأبعاد Three Dimensional Engineered Fiberboard، وأنتجت بغرض استخدامها في إقامة منشآت خفيفة يمكن أن تستخدم في حالات الإيواء الاضطراري.

وهذه الألواح الليفية الثلاثية الأبعاد عبارة عن ألواح كرتون مضلع مكسو بوجه أملس من الألواح الليفية من الجهتين، وهي معالجة بطريقة تجعلها خفيفة الوزن، وتكتسب صلابتها عن طريق تدعيم المناطق المعرضة لإجهادات عالية مع التخفيف في الأماكن الأخرى الغير معرضة لنفس الإجهادات وذلك بغرض تقليل وزن المنتج النهائي (شكل-26).

و بالنسبة للمواد الخام الداخلة في تصنيع هذه الألواح فيشير منتجوها أنها تتنوع بين الأخشاب أو الورق المعاد تدويره أو المخلفات الزراعية، ومن مميزات الألواح الليفية الثلاثية الأبعاد أن لها نفس الأداء الوظيفي لبعض منتجات الأخشاب المركبة ولكن مع الفارق في الوزن مما يسهل عملية النقل ويقلل من التكلفة، كما أنها متينة ومقاومة للماء وبما أن تصميمها يوفر فراغات داخلية نتيجة الكرتون المعرج، فهي تعزل بدرجة جيدة وقابلة لاستقبال عزل إضافي كما يمكن لهذه الفراغات أن تستوعب بعض التوصيلات الكهربائية والصحية وغيرها تبعاً للحاجة.



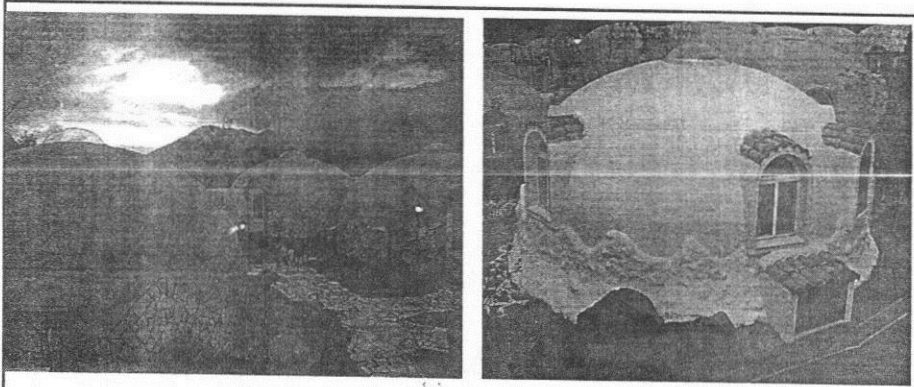
(شكل-26): يمين - الكرتون المضلع والمكسو بالألواح الليفية من الوجهين، يسار- الصور توضح إمكانية إضافة مادة عازلة في الفراغات المتروكة بين اللوحين. [22]

أما فيما يخص تصميم المنشأ المقترح بناؤه من هذه الألواح فهو بسيط وتقليدي حيث أن الاعتماد هنا على استخدام خامات جديدة وليس أسلوب إنشائي جديد، والمنشأ مكون من أرضية و أربعة حوائط حاملة وسقف، ويتم تجميع هذه العناصر في دقائق بواسطة أفراد عابدين وباستخدام أدوات بسيطة وبدون الحاجة لعمالة متخصصة ، و العمر الافتراضي لهذا المنشأ يصل لعدة شهور وقد يتجاوز السنة كما أنه قابل للتركيب وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير، أما عن تكلفته فهي اقتصادية وتقارب بعض أنواع من الخيام، كما أن وزنه الإجمالي بعد تجميعه كاملاً يقدر بـ 1231 كجم. ومن الناحية المعمارية فالمبنى المصمم يوفر حيز مغلق أبعاده تقدر بـ 3 أمتار عرض و 6 أمتار طول، أي بمساحة 18 متر مربع وارتفاع حوالي 2.4 متر، وعملية التجميع تتم في عدة خطوات بسيطة وسريعة تبدأ بتجهيز أرض الموقع ثم تركيب أرضية المبنى ويليهما ألواح الحوائط الجانبية ثم الأمامية والخلفية ثم يرفع عليها السقف وأخيراً تثبيت الفتحات كما هو مبين بالشكل التالي (شكل-27). [22]

ونظراً للحدائث النسبية لابتكار الألواح الليفية ثلاثية الأبعاد حيث أنه تم إنتاجها في عام 2006 ، فإن هذا المنتج لا يزال لم يتم استخدامه واقعياً ولكن بساطة تصميمه وكفاءة الخامة المصنعة له تضع مؤشرات لإمكانية تطبيقه ونجاح استخدام هذه المنشآت في حالات الإيواء بعد الكوارث.

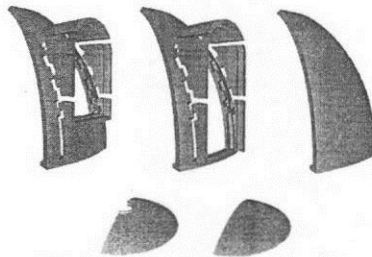
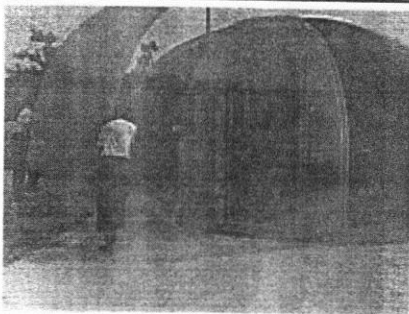
4-3- القباب المصنوعة من الفوم Styrofoam Domes

القبّة المصنوعة من الفوم هي أحد الابتكارات اليابانية لتوفير مسكن سريع وخفيف وأطلق عليها لقب مسكن القرن الواحد والعشرين (شكل-24)، وهذه القباب تصنع من مادة من أحد أنواع الفوم الرغوي تسمى Expanded Polystyrene Foam (Styrofoam)، وهو نوع من الفوم أقوى وأكثر كثافة بدرجات من المستخدم في أغراض التعبئة وأمتن من الأنواع المستخدمة في عزل المباني. [19] ومن مميزات هذه المادة أنها غير جاذبة للحشرات كالخشب ولا تصدأ كالحديد، كما أنها بطبيعتها الحال تتمتع بقدرة عالية على العزل الحراري ولكنها تحتاج لمعالجة بمواد تقاوم الحريق، كما أن التصميم القبوي يكسب هذه المباني مقاومة عالية للزلازل.



(شكل-24): الصور توضح المبنى في إحدى القرى السياحية باليابان. [19]

و القبّة مكونة من مجموعة أجزاء يزن كل منها حوالي 80 كيلوجرام يتم تركيبها سويا بسهولة وسرعة في حدود بضع ساعات، وبعد مرحلة التركيب تأتي مرحلة البياض الداخلي والخارجي ثم الدهانات، ويبلغ قطر المبنى حوالي 7.7 متر وارتفاعه 3.85 متر، ويعطي حيز معماري 44.2 متر مربع، وهناك امكانية لتكبيره، وقد تم تطبيق واستخدام هذا النظام بالفعل في اليابان في إحدى القرى السياحية كغرف ومحلات و فراغات ترفيهية، وتميز هذه المنشآت بالخفة والمتانة وسهولة التنفيذ يؤهلها للاستخدام كمساكن للإيواء الاضطراري إلا أن العبء الأساسية في انتشارها هو التكلفة العالية لها وإن كان مع التقدم والتوسع في إنتاجها يمكن أن تنخفض تكلفتها بصورة كبيرة. [19]

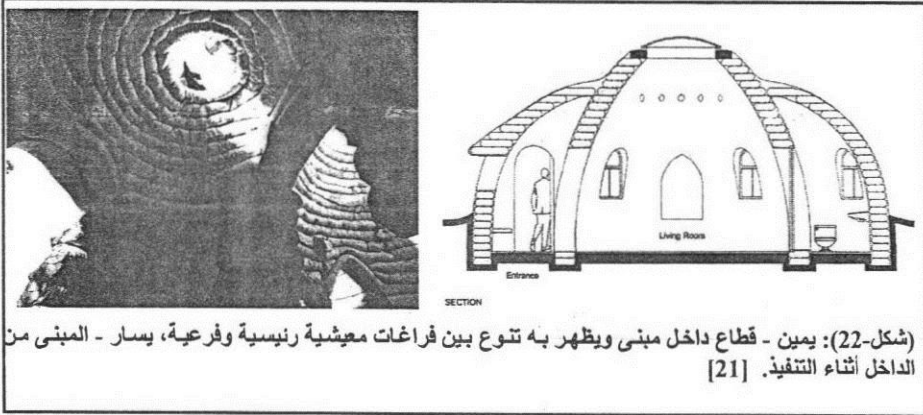


المصدر www.i-domehouse.com/index.html

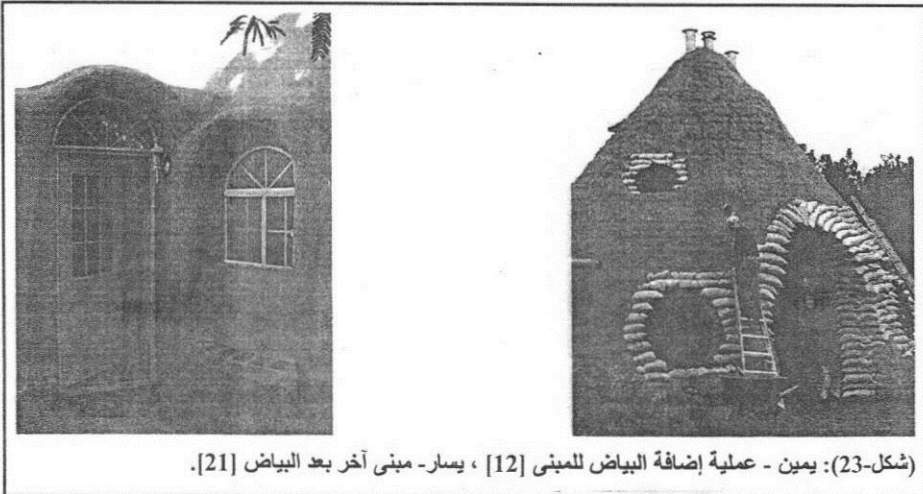
(شكل-25): يمين - توضح أجزاء القبّة، يسار- المبنى أثناء التجميع والتركيب.

بين المداميك تمنع انزلاقها وتساعد على ترابطها ومقاومتها للقوى الجانبية الناشئة عن الزلازل، وثالثا يساعد التصميم الانسيابي الايروديناميكي لهذه النوعية من المنشآت على توفير حماية ضد الرياح (شكل-22). [21]

وتمتاز هذه النوعية من المنشآت أنها موفرة للطاقة سواء في عملية البناء أو التشغيل أو النقل إذا استخدمت تربة الموقع، ويمكن للسكان من رجال وسيدات من المشاركة في عملية البناء، أما أهم سلبياتها فيرى البعض أنه غير مريح من الناحية الشكلية نظرا لأنه يعطي إحساس بالثقل مثل الإقامة في كهوف، ويتطلب كمية كبيرة نسبيا من أعمال البياض لزيادة كفاءته ببنينا وإطالة عمره الافتراضي، كذلك فإنه يستلزم التحقق الدقيق من خلو التربة المستخدمة من أي مواد عضوية أو رطوبة حيث يؤدي تحلل المواد العضوية إلى تأثير على متانة المنشأ. [12]



وعلى الرغم من كون هذه المباني تبدو ثقيلة في هيئتها النهائية إلا أن ما ينقل منها هو الأكياس الفارغة شديدة الخفة وسهلة النقل وبكميات كبيرة، وهي سريعة ورخيصة نسبيا ولا تتطلب مواد خام يصعب توفيرها، وعلى الرغم من أنها مباني مؤقتة تصلح في حالات الإيواء الاضطراري إلا أنها يمكن مع بعض المعالجات البسيطة أن تصلح كمباني دائمة.

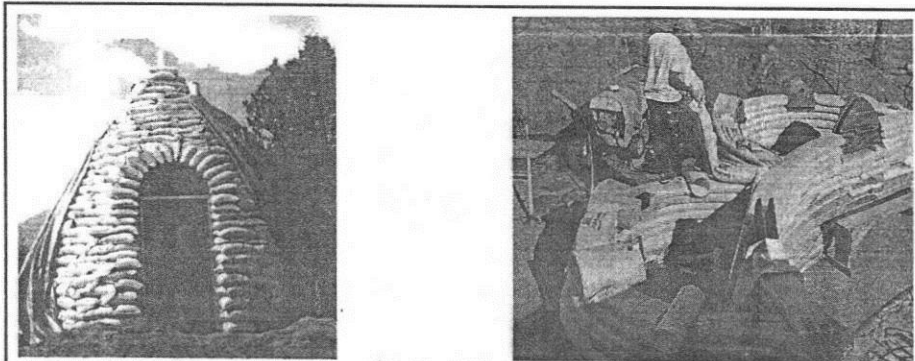


رغبة مؤسسة ناسا للفضاء في تصميم منشآت تصلح في تكوين مستوطنات على القمر، وقد توصل مبتكرها إلى نظام بناء باستخدام أكياس تملأ من تربة الموقع وترص في أسلوب إنشائي معين، وقد ظل التصميم هذا في إطار نظري إلى أن تم تطبيقه فعليا بعد حرب الخليج حينما أرسل اللاجئون إلى إيران (شكل-20). [16]



(شكل-20): صورة لعملية إنشاء مبني من أكياس التربة. [21]

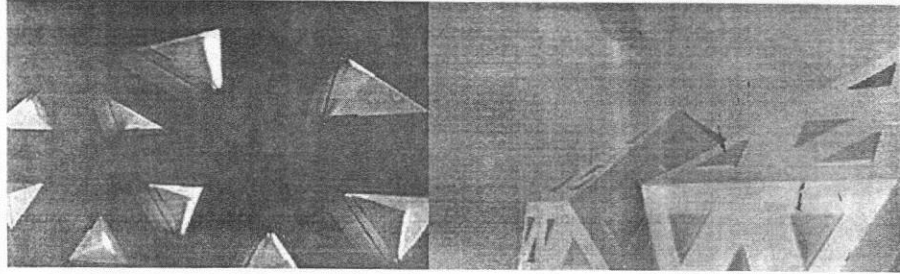
ومن مميزات هذا النظام أيضا أنه غير مكلف وسريع و ينتج مباني مستدامة وصديقة للبيئة، وتعد هذه خطوة نحو العودة للطبيعة واستخدام مواردها، ويعتمد هذا النظام الإنشائي على استخدام أكياس مصنعة من خامات متينة تكون عادة من خامات البوليبروبيلين الرخيصة والمقاومة للماء، حيث يتم ملء هذه الأكياس بترية الموقع سواء كانت رمل أو حصي أو الطين ولكن بشرط أن تكون جافة ولا تحتوي على مواد عضوية، ويمكن أحيانا إضافة أسمنت لزيادة التماسك، ثم يتم رص هذه الأكياس في طبقات على شكل مداميك دائرية تشبه طريقة البناء بالطوب أو الأحجار، وبعد الانتهاء من الحوائط يتم تضيق أقطار المداميك لتكوين سقف قبوي (شكل-21).



(شكل-21): مبني أثناء الإنشاء باستخدام أكياس طويلة ومستمرة [21] ، يسار -البناء باستخدام أكياس منفصلة وتظهر به فتحة الباب على شكل عقد [12].

ومتانة ومقاومة هذا المنشأ يتم تحقيقها من خلال عدة عوامل، فأولا يعتمد الربط بين المداميك الأفقية على وزن الأكياس العالي والذي يجعلها تركز على بعضها البعض، وثانيا إضافة الأسلاك الشائكة

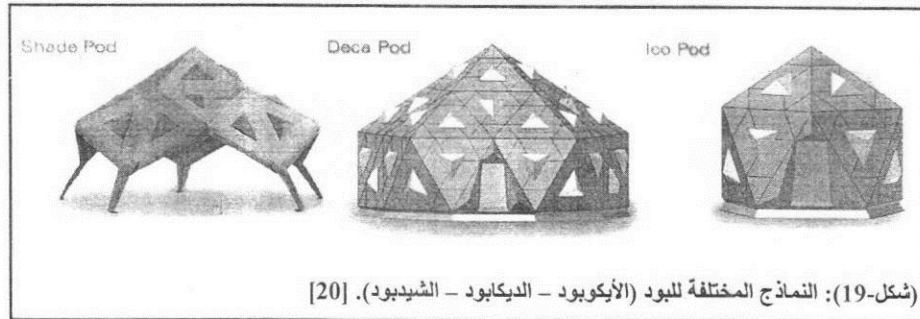
المنتجات فهي تتراوح بين سنتين و خمس سنوات حسب مستوى الحماية المتوفر لها، حيث تحتاج الفنة الأولى إلى دهان لحمايتها من الشمس حتى لا تصاب بالتآكل السريع على عكس الفنتين الثانية والثالثة. كذلك فإن إعادة استخدام هذا المنشأ أمر بسيط حيث يمكن فكه بسهولة وبأقل احتمالات من التلف، ويرجع ذلك إلى الخامات البلاستيكية المصنعة منها والتي تحافظ على الوصلات في حالة جيدة.



(شكل-18): يمين - صورة الأيكوبود من الخارج وتوضح وحدة وتكامل المنشأ ، يسار - الصورة توضح الفراغ الداخلي وكفاية الإضاءة الطبيعية. [14]

و اعتماداً على فكرة تشكيل الأيكوبود، قام منتجها بتقديم نموذجين آخرين بإجمالي ثلاثة نماذج (شكل-19) ، الأول هو الأيكوبود Ico-pod الذي يوفر حيز مغلق مساحته حوالي 10 متر وارتفاعه حوالي 3.7 متر، والثاني هو الديكابود Deca-pod وهو أكبر من السابق حيث يوفر مساحة مغلقة قدرها حوالي 44 متر وارتفاع حوالي 5 متر، أما النموذج الثالث فهو مظلة مفتوحة تسمى الشيدبود Shade-pod توفر مساحة مظلة في حدود 37 متر وبارتفاع 4.9 متر (شكل-18). [20]

ولا شك أن تصميم البود من الناحية الشكلية يتسم بحسن المظهر مما يسهم في رفع معنويات مستخدميها، كما أن إمكانية إنتاجها ببساطة بألوان مختلفة يساعد على توظيفها في تجمعات لزيادة الشعور بالانتماء، ومن العرض السابق لهذا المنشأ يتضح أنه حل جيد لمشكلة الإيواء الاضطرابي بعد الكوارث، وقد تم التصويت على الأيكوبود في استفتاء أجرته مجلة تايمز الأمريكية ليكون أحد أفضل اختراعات عام 2002.

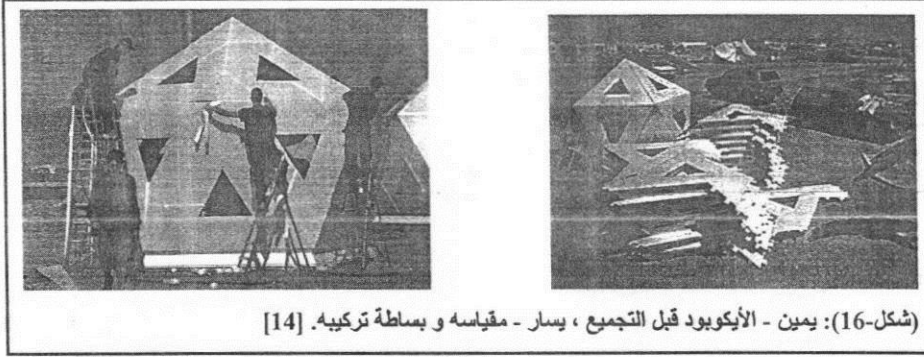


(شكل-19): النماذج المختلفة للبود (الأيكوبود - الديكابود - الشيدبود). [20]

4-2- مباني أكياس التراب Earthbag Buildings

يرجع ابتكار هذا النمط من المباني إلى المعماري الإيراني نادر خليلي الذي يرى أنه يمكن توفير الاحتياجات للمنشآت السريعة والمستخدمة في حالات إيواء الاضطرابي عن طريق العودة إلى عمارة الأرض و إننا مباني مستدامة، وفكرة هذا الابتكار ترجع إلى ثمانينات القرن الماضي كاستجابة إلى

والأيكوبود منشأ خفيف مكون من ألواح متشابكة مثلثة الشكل بالإضافة إلى أرضية وباب، وهو يتسم بخفة الوزن حيث يزن الواحد منها حوالي 30 كجم، وهو سهل النقل والتخزين حيث يتم توريده في صورة رقائق منطبقة لا تستهلك حيز كبير، هذا بالإضافة إلى سهولة و سرعة تركيبه كونه لا يتطلب أية مهارات أو معدات خاصة ويمكن تجميع الواحد منها في يوم واحد فقط بمجهود 3-4 أفراد، كما أن الخلطة الداخلة في صناعته قابلة لإعادة التدوير. ويمتاز الأيكوبود بالمتانة والقدرة على مقاومة الرياح بفضل تشكيله الجيوديسي، كما أنه غير منفذ للماء ومعزول جيدا، هذا بالإضافة لملاءمته للأجواء المختلفة حيث تكون حوائطه مزدوجة ومفرغة لتوفير عزل أكبر أو لإتاحة الفرصة لملئها بمواد عازلة للحرارة (شكل-16).



(شكل-16): يمين - الأيكوبود قبل التجميع ، يسار - مقياسه و بساطة تركيبه. [14]

من الناحية المعمارية فالأيكوبود يتيح فراغا داخليا يتسم بالرحابة و يسع لعدد من 2-4 أفراد (شكل-17)، ومن الناحية الإنشائية فالمنشأ لا يعتمد على وجود هيكل إنشائي وقشرة وإنما يتكامل في إنشائه مما يوفر قدر أكبر من المتانة. كما يتسم هذا المنتج بوفرة الإضاءة الطبيعية نظرا للشبابيك الشبه شفافة التي توفر الإضاءة والخصوصية في نفس الوقت (شكل-18)، ويمكن إضاءته ليلا باستخدام مصابيح خاصة معزولة يتم تركيبها بسهولة ومرونة، كما أنها تعمل على جهد منخفض قدره 12 فولت لزيادة الأمان و لا ينبعث منها حرارة عالية. [20]

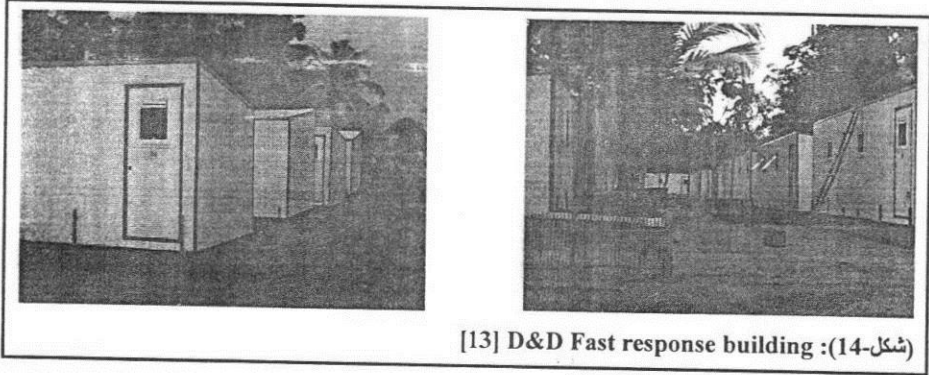


(شكل-17): يمين - الأيكوبود يمكنه استيعاب شخصين بالغين وطفلين ، يسار الديكابود يمكنه استيعاب من 12-16 شخص مع توفير ارتفاعات رحبة.

أما من حيث التكلفة فهذه المنشآت تنتج في ثلاثة فئات الأولى وهي القياسية والأقل تكلفة والتي توفر حماية محدودة من الأشعة الشمسية، والثانية مجهزة بإضافات للحماية من الأشعة فوق بنفسجية والفئة الثالثة مثل الثانية ولكنها تزداد مقاومتها للحريق وهي الأعلى في التكلفة، أما عن العمر الافتراضي لهذه

7-3 المنشآت سابقة الصنع

تعد المنشآت سابقة الصنع أحد صور توفير مباني سريعة نسبياً تستخدم للإيواء الطارئ، حيث يتم تصنيع أجزاء المبنى بالمصنع في صورة سهلة النقل والتخزين وتتسم بسهولة و سرعة التركيب في الموقع، وتختلف المواد المستخدمة في صناعة هذه المنشآت فمنها ما يصنع من بانوهات الخرسانة سابقة الصب التي تكون ثقيلة نسبياً ومنها ما يتم تصنيعه من البانوهات المركبة المعزولة والمصنعة من خامات ذات مقاومة عالية وخفيفة الوزن. وقد تم تقديم منتج يسمى D&D Fast response building لاستخدامه في حالات الإيواء الطارئ، وهذا المنتج يتم تجميع أرضيته وحوائطه وسقفه من بانوهات خفيفة ومعزولة معتمدة في صناعتها على هيكل حديدي خفيف يوفر المتانة وسهولة التركيب ومغطى بنوعية من الفوم يسمى Styrofoam يوفر العزل والحماية والخصوصية، وهذه المباني يمكن إقامة الواحد منها في دقائق معدودة، كما أنها يمكن تجميعها بصور مختلفة لتوفير مساحات متنوعة من مباني الإيواء (شكل-14). [13]

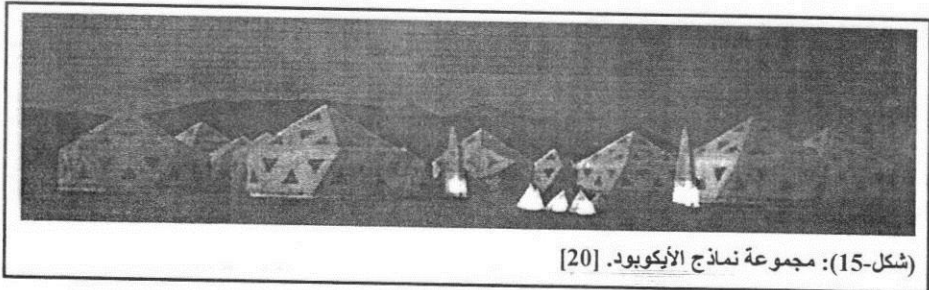


[شكل-14]: D&D Fast response building [13]

4- مجموعة من الابتكارات الحديثة في مجال تصميم وإنتاج المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة

4-1- الأيكوبود Ico-pod

تم ابتكار هذا المنشأ في عام 2002 وصنع من ألواح الورق الرقائعية المغلفة laminated paperboard ثم تم تطويره بعد ذلك وأنتج من خامات البوليبروبيلين polypropylene extruded plastic panels، وهو عبارة عن قبة جيوديسية مكونة من عدة مثلثات، وكما يشير مخترعها "سانفورد بوندر Sanford Ponder" فإن تشكيله مستلهم من أعمال المعماري الشهير "فوللر Fuller"، ويرى سانفورد أنه إذا اضطرت الظروف الإنسان أن يعيش داخل علب من الورق المقوى فإنه يجب الاجتهاد لإيجاد علب أفضل لإيوائه، وقد كان أول ظهور لهذا المنتج في معرض الفن المقام في صحراء نيفادا حيث أستخدم كاستراحة وسكن مؤقت لرواد المعرض. أما عن أول استخدام للإيكوبود في حالات الإيواء بعد الكوارث، فقد كان عقب زلزال باكستان عام 2006 (شكل-15). [20]



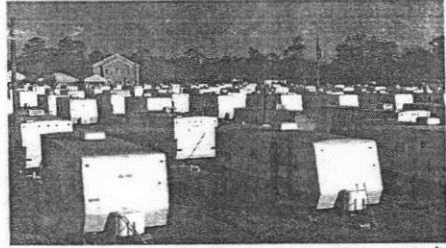
[شكل-15]: مجموعة نماذج الأيكوبود. [20]

5-3 المسكن العربية Trailer House

تعتبر المساكن العربيات أحد صور مساكن الإيواء المرفهة و المتطورة تكنولوجيا و المكلفة ماديا بطبيعة الحال، و تنتج هذا المساكن في عدة مصانع ووفقا لعدة تصميمات، إلا أن أشهر هذه النوعية من المساكن هو ذلك النموذج الذي استخدم بكثرة في بعض المناطق المنكوبة بعد إعصار كاترينا الذي أصاب بعض مناطق الولايات المتحدة الأمريكية عام 2005، و المسمى " فيما تريلر Fema Trailer"، و تنتج الفيما تريلر النمطية مجهزة بغرفة نوم و ركن معيشة يمكن استخدامه في النوم و حمام و مطبخ صغير، كما أنها مفروشة و مكيفة و مجهزة بالتوصيلات الكهربائية و الأجهزة المنزلية الأساسية، و على الرغم من هذه المزايا المتطورة و القدرة الإنتاجية للجهة المصنعة لها إلا أنه تم رصد عيب بها و هو تسببها في بعض الأضرار الصحية لبعض مستخدميها نتجت عن وجود مادة الفورمالدهيد Formaldehyde بها الداخلة في صناعة مكونات بناءها، إلا أن الفكرة في حد ذاتها تظل ناجحة من حيث مبدأ توفير مسكن إيواء مرفه يقلل من حدة الأزمات المرتبطة بالكوارث، كما يمتاز بسهولة النقل حيث أنه مقطورة مجهزة بعجلات يمكن ربطه بسيارة و نقله من مكان لآخر (شكل-12). [15]

(شكل-12):

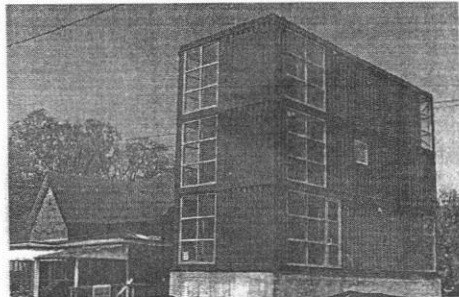
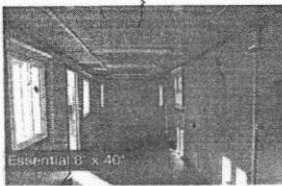
تجمع إيواء أقيم في ولاية ميسيسيبي الأمريكية عقب إعصار كاترينا وقد استخدمت فيه المساكن العربيات.



المصدر www.katrinadestruction.com

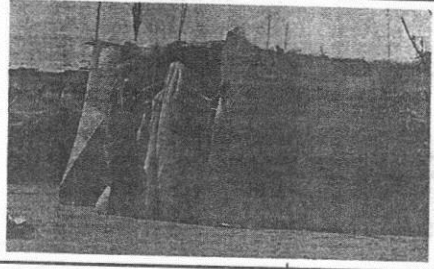
6-3 المسكن الحاوية Container House

و فكرتها تقوم على تحويل الحاويات النمطية المخصصة لشحن البضائع إلى منازل و مباني، مع الاستفادة من كل المميزات الخاصة بهذه الحاويات من المتانة العالية و طول العمر الافتراضي و القدرة على مقاومة أصعب الظروف، كما أن امكانية نقلها من مكان لآخر على الشاحنات المخصصة لذلك تدعم كونها مؤقتة يمكن استخدامها لفترة زمنية ثم نقلها لمكان آخر، و لعل المميزات الكثيرة التي يتسم بها هذا النوع من المباني المؤقتة جعلته يستخدم في بعض الأحيان كمسكن دائم سهل البناء و منخفض التكاليف نسبيا و يمكن الاحتفاظ به في حالة الرغبة في الرحيل لمكان آخر، بالإضافة إلى أن الأبعاد النمطية للحاوية الكبيرة الأكثر شيوعا (12 x 2.4 x 2.4 متر) توفر مساحة رحبة يمكن أن تستوعب مكونات منزل صغير (شكل-13). [11]



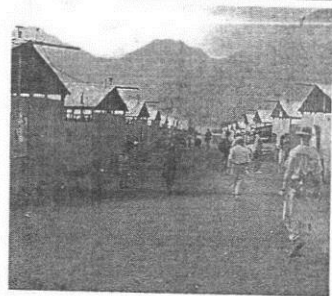
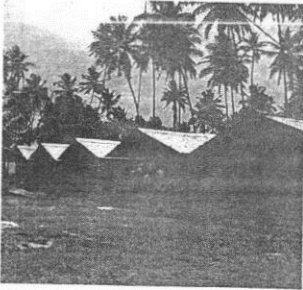
(شكل-13): يمين - مبنى مقام من عدد من الحاويات، يسار أعلى - المنزل الحاوية من الداخل، يسار أسفل - وحدات إقامة مؤقتة من عدد من الحاويات. [11]

(شكل-9):
عشش الحصير المستخدمة لإيواء لاجئي دارفور
بالسودان. [9]



3-3 أكواخ الخشب أو الصاج

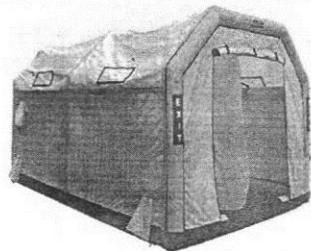
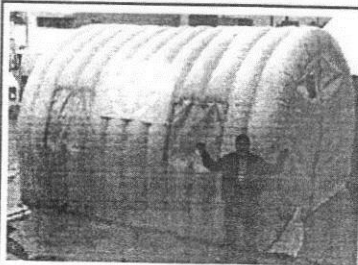
تعتبر الأكواخ الخشبية أو المصنوعة من الصاج صورة أخرى من صور مباني الإيواء المؤقت الرخيصة، حيث يصنع الهيكل الإنشائي للكوخ من الأخشاب ثم يغطى بالخشب أو ألواح الصاج أو الكرتون، وهو أسلوب مستخدم كسكن دائم لبعض المجتمعات شديدة الفقر (شكل-10).



(شكل-10): يمين - أكواخ خشبية لتجمع إيواء بسيريلانكا، يسار - تجمع للإيواء بسنتياجو.

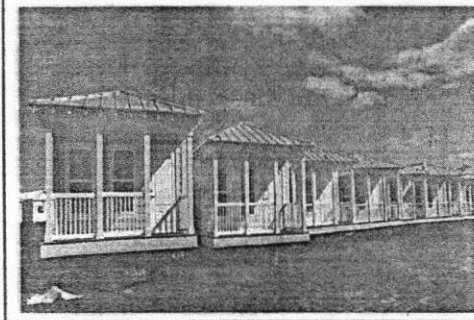
4-3 المنشآت المطاطية القابلة للنفخ

يعد استخدام هذه المنشآت من الأساليب السريعة والعصرية لتوفير مأوى اضطراري، حيث تعتمد فكرتها على هيكل مطاطي يكتسب صلابته ومقاومته عند ملئه بالهواء، ويصنع الهيكل من مادة النيوبرين Neoprene ، وتمتاز هذه المنشآت بخفة وزنها واتزانها، كما انه يمكن نفخها بمجهود شخص واحد في مدة زمنية لا تتجاوز عدة دقائق باستخدام مضخة هواء يدوية أو كهربائية، ويمكن لبعض هذه المنشآت أن تظل محتقظة بالهواء لمدة أيام بدون إعادة ملء، كما أن بعضها مزود بصمام لحفظ معدل ضغط الهواء عند زيادة التعبئة بالهواء أو مع التغيرات الجوية، ومنها ما هو مهيا لاستقبال أنظمة تكييف باردة وساخنة (شكل-11). [18]



(شكل-11): بعض نماذج للمنشآت المنفوخة. [18]

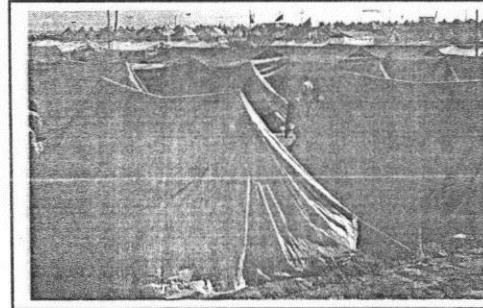
ولكن التجارب السابقة تشير أن تحقق هذا المعيار بدرجة لا تؤثر على باقي المعايير أمر هام لتحقيق درجة من درجات الأمان النفسي، وتزداد أهمية هذا المعيار عند التطبيق في المجتمعات الشرقية والعربية التي تعد خصوصية المسكن سمة من سمات عمرانها (شكل-7). [20]



(شكل-7): على الرغم من مزايا التتميط في الإسراع من عملية التنفيذ وتقليل التكلفة إلا أنه قد يهشم هوية الفرد ويحد من الانتماء للمكان، صورة لأحد تجمعات إيواء منكوبي إعصار كاترينا. وقد تم تمييز الوحدات بألوان مختلفة لدعم الشعور بالهوية.
المصدر: www.katrinadestruction.com

3- استعراض لبعض أنماط المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة المستخدمة في الإيواء العاجل 1-3 الخيام النسيجية

كانت الخيمة ولا زالت الصورة البدائية والأساسية لنمط المأوى الاضطراري، وتظل منافسا لكثير من صور منشآت الإيواء الأخرى كالمنشآت سابقة التجهيز والمنزل الحاوية والمنشآت المنفوخة وغيرها كونها الأرخص والأسرع، ففي أغلب حالات الإيواء الاضطراري تكون البداية بإمدادات سريعة من بالخيام وذلك حتى يتم توفير وسيلة إيواء أخرى أكثر ملائمة، لكن ما يعيب الخيام بين بدائل الإيواء الأخرى أنها الأقل في مستوى الحماية والخصوصية التي توفرها (شكل-8).



(شكل-8):
صورة لاستخدام الخيام في أحد تجمعات الإيواء بعد زلزال باكستان.
المصدر: www.caseyconnor.org/pakistan

2-3 عشش الحصير

أحد الأنماط البدائية لتوفير مأوى سريع ورخيص الثمن، حيث تصنع من المواد المتاحة في البيئة من قش وسعف وجريد وأعواد بامبو وبصورة بسيطة، واستخدمت مؤخرا لإيواء لاجئي دارفور في السودان، و بالإضافة لكونها صديقة للبيئة ومن مصدر مستدام فقد وفرت فرص عمل ومصدر دخل لكثير من اللاجئين التي كن يقمن بنسجها وصناعتها، إلا أنها بلا شك ضعيفة أمام بعض الظروف الطبيعية كالرياح الشديدة والأمطار الغزيرة (شكل-9). [9]



(شكل-5):
أحد التجارب لإنتاج مساكن مؤقتة من مواد بيئية للمعماري الإيراني نادر خليلي، وتعتمد على البناء باكياس مملوءة من تربة الموقع بنظام إنشائي معين. [21]

7-2- مقاومة الظروف الطبيعية

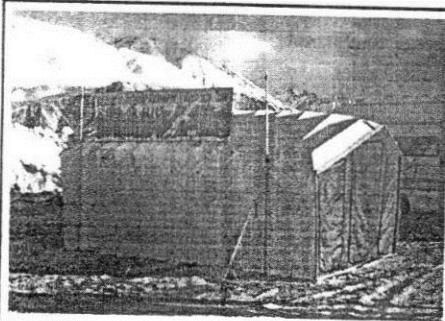
في كثير من الاحيان يكون استخدام مساكن الإيواء مصاحب لظروف طبيعية صعبة كما في حالات السيول والزلازل والأعاصير، وهو الأمر الذي يستدعي أن تكون هذه المباني والمنشآت مقاومة بدرجة كافية لبعض أو كل هذه الظروف الطبيعية كالأمطار والرياح والزلازل، وذلك لتوفير درجة أمان مادي مناسبة لشاغلها في حالة وجود توابع للكوارث الطبيعية أثناء فترة الإيواء. [10]

8-2- المواءمة للاحتياجات

من المعايير الهامة في تصميم مباني الإيواء أن تكون موائمة للاحتياج بكل ما تشير إليه هذه الكلمة فمثلا أن تصمم المسطحات دون زيادة وأن تكون مناسبة لاستخدام عدد شاغلي المبنى، أو أن يصمم المنشأ بدرجة متانة وعمر افتراضي يتناسب مع فترات الإيواء سواء كانت مؤقتة أو قصيرة أو طويلة تبعا للحاجة، وهو ما يفيد في خفض التكلفة. [9]

9-2- موفرة للطاقة

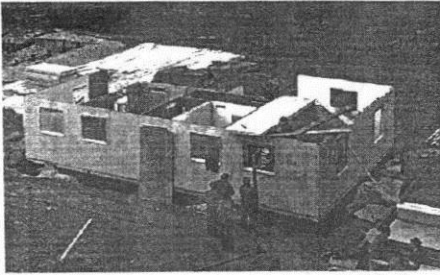
وتعني تخفيض الطاقة الداخلة في إنتاج وتشغيل هذه المباني، و إذا كان التوفير في الطاقة الداخلة في إنتاج هذه المباني أمر هام و يعمل على خفض التكلفة النهائية للمنتج، فإن التوفير في الطاقة المستخدمة في التشغيل أمر في غاية الأهمية حيث أن ظروف الإيواء بعد الكوارث قد لا تسمح بتوافر قدر كافي من الطاقة لتكييف هذه المباني وهو معيار تردد قيمته في البلاد العربية حيث درجة الحرارة المرتفعة (شكل-6). [21]



(شكل-6):
نموذج لخيمة إيواء مصممة لتقاوم الظروف البيئية القاسية مما يفيد في توفير الطاقة، والصورة للوحدة عند استخدامها في الإسكا بكفاءة. [17]

10-2- تتيح الخصوصية والانتماء

إن توفير قدر مناسب من الخصوصية والانتماء في تصميم مباني وتجمعات الإيواء من التحديات التي تواجه مصممي هذا النوعية من المشروعات، حيث أن تحقيق ذلك قد يتعارض بدرجة ما مع بعض المعايير المادية،



(شكل-3):
منشأ سابق التجهيز سهل التركيب يقوم بتجميعه في
الموقع مجموعة من الأفراد عام 1930 بالولايات
المتحدة الأمريكية. [22]

3-2- إمكانية إعادة الاستخدام

وتعني إمكانية فك الوحدات وإعادة استخدامها في مناطق أخرى أو إمكانية إعادة استخدامها في مجالات أخرى غير الإيواء الاضطراري مما يزيد من كفاءة المبنى من الناحية الاقتصادية، وهو معيار يعتمد نجاحه على كفاءة تصميم الوصلات وعناصر ربط المبنى ومكوناته مع بعضها. [9]

4-2- النمطية في التصميم

وهي معيار يقصد به توحيد العناصر الداخلة في تشكيل المباني سواء عناصر إنشائية أو معمارية كالكمرات والأعمدة والشبابيك والأبواب وغيرها، حيث يقوم المعماري مثلاً بتصميم أنماط موحدة من الشبابيك تصلح للاستخدام في جميع الفراغات السكنية والتعليمية وغيرها، وهذا التوحيد النمطي يهدف إلى زيادة فرص وكفاءة الإنتاج الكمي والاستفادة من مزايا هذه الأسلوب وما يتيح من توفير للوقت والتكلفة (شكل-4).



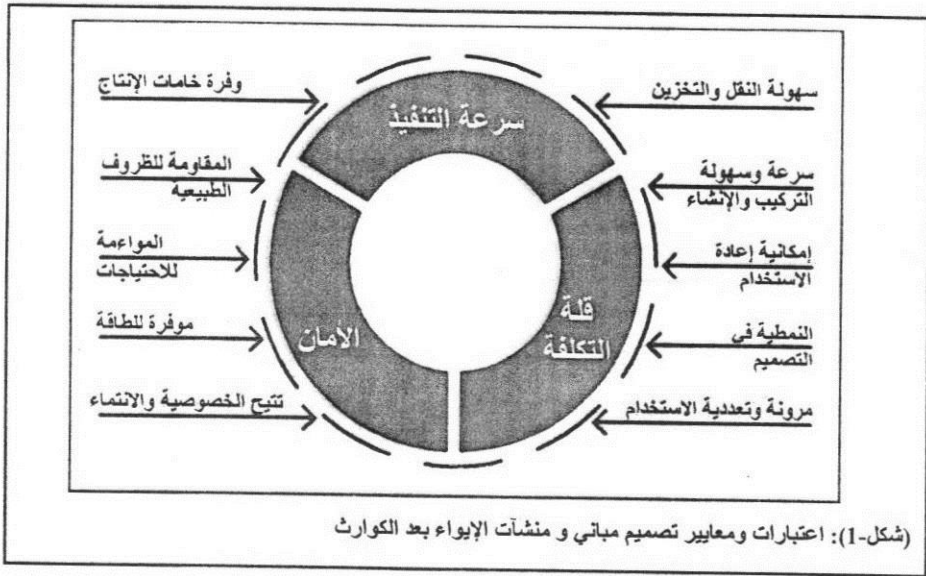
(شكل-4):
النمطية سمة أساسية من سمات مشروعات الإسكان
السريع والمنخفض التكاليف.

5-2- مرونة وتعديلية الاستخدام

والمرونة تشير إلى توافق التصميم مع أكثر من نشاط، ويوصف التصميم بالمرونة إذا أمكن توظيفه أو استخدامه في تجمعات الإيواء كوحدة سكنية أو كوحدة علاجية أو تعليمية أو غير ذلك من الاستخدامات، وتحقيق هذا المعيار يسهم في رفع مستوى النمطية والتوحيد وزيادة إمكانيات الإنتاج الكمي ليس على مستوى عناصر المبنى وإنما على مستوى إنتاج المبنى ككل، حيث يمكن تقليل أنماط المباني أو الوحدات المكونة للمباني في تجمعات الإيواء مما يؤثر مباشرة على خفض تكلفة وزمن التنفيذ. [2]

6-2- وفرة خامات الإنتاج

وفرة الخامات تعمل على خفض تكلفة الإنتاج، وكلما تمت الاستعانة بالمواد المتوفرة في البيئة كلما كان أفضل ولكن بالدرجة التي لا تؤثر على المعايير الأخرى حيث قد لا تساعد المواد المتوافرة على تحقيق معايير خفة الوزن أو سهولة النقل والتركيب وهو ما قد يؤثر على عمليات الإيواء السريع (شكل-5). [2]



2-1- سهولة النقل والتخزين

في حالة اللجوء إلى الإنتاج الكمي لهذه المباني في مصانع بعيدة عن موقع الإنشاء يراعى في تصميمها سهولة النقل والتخزين سواء كانت مبنى متكامل أو أجزاء مفككة يعاد تركيبها في الموقع، وتحقيق معيار سهولة النقل يرتبط بعدة اعتبارات فرعية أخرى منها وزن و حجم المنشآت أو الأجزاء المكونة لها التي يجب أن تتناسب مع عروض ومواصفات الطرق و وسائل النقل المتاحة، فكلما تحققت إمكانية نقل وتشوين هذه المباني بأقل المعدات والإمكانات كلما ساهم ذلك في خفض التكلفة الكلية والإسراع بعجلة العمل (شكل-2). [10]



2-2- سرعة وسهولة التركيب أو الإنشاء

قد لا تتاح الظروف لتوريد المباني في حالة نهائية مجمعة نظرا لزيادة حجمها أو وزنها، وفي هذه الحالة تورد كأجزاء مفككة ثم يعاد تركيبها في الموقع، وكلما كانت عملية تركيب هذه المباني بسيطة وسهلة كلما ساهم ذلك في الإسراع بعملية التنفيذ وتقليل الاعتماد على العمالة المتخصصة وتقليل تكاليف وزمن الإنشاء (شكل-3). [2]

ويشير مصطلح الإيواء العاجل إلى تلك العملية المسنولة عن توفير أماكن سريعة لإقامة جماعة من الأفراد المنكوبين نتيجة لحادث أو كارثة، وقد تشمل هذه العملية عدد قليل من الناس كانهيار أو احتراق مبنى أو قد تشمل الكثير منهم كما في حالات الكوارث الضخمة كالحروب والكوارث الطبيعية، وهي عملية لا تقتصر على مجرد توفير مسكن بل تتخطى ذلك لتوفير بعض الخدمات الأساسية كالخدمات العلاجية والتعليمية والتجارية. وتتعدد مباني ومنشآت الإيواء بعد الكوارث تبعاً لأمور عدة منها نوع الكارثة وحجمها والموقع المخصص لاستيعاب هذه المباني وعدد الأفراد المستهدفين والمدة الزمنية المتوقعة للإقامة، وغيرها من الأمور التي تؤثر في تحديد مواصفات هذه المنشآت.

وهناك تجارب سابقة لتوفير مواقع ومباني دائمة يمكن استخدامها في حالات الإيواء الاضطراري إلا أن بعض سلبيات هذه التجارب قد تمنع من تعميمها، حيث يرفض السكان ترك هذه المساكن المؤقتة بعد اعتيادهم عليها للانتقال إلى مساكن أخرى دائمة، كما أن حجم الكارثة قد يكون أكبر من الاستعدادات مما يتطلب توفير مساكن إضافية بصورة سريعة واقتصادية، وقد ازدادت الجهود مؤخراً نحو تطوير وابتكار أنماط جديدة من المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة تصلح في حالات الإيواء بعد الكوارث بحيث توفر سهولة وسرعة التنفيذ إلى جانب المرونة والمتانة التي قد تتيح إعادة الاستخدام.

1-1- هدف البحث

يهدف هذا البحث إلى رصد ودراسة وتحليل مجموعة من الاتجاهات الحديثة في مجال تصميم وإنتاج المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة والتي يمكن استخدامها في حالات الإيواء بعد الكوارث.

1-2- منهجية البحث

ينتج البحث منهجاً تحليلياً يقسمه إلى أربعة أجزاء:

- الجزء الأول يدرس ويحلل عدد من معايير تصميم وإنتاج المباني المستخدمة في الإيواء الاضطراري مع التأكيد على خصوصية بعض المعايير بالنسبة للمجتمعات العربية.
- الجزء الثاني يمثل عرض تحليلي مقارنة لبعض الأنماط الشائعة والتقليدية للمنشآت الخفيفة والمؤقتة المستخدمة في الإيواء بعد الكوارث.
- الجزء الثالث هو عصب البحث الذي يختص باستعراض وتحليل مجموعة من الابتكارات الحديثة التي ظهرت خلال العقد الأخير في مجال المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة.
- الجزء الرابع يمثل خلاصة البحث وتشتمل على نتائجه وتوصياته.

2- اعتبارات ومعايير تصميم مباني و منشآت الإيواء بعد الكوارث

كغيرها من المباني والمنشآت، ترتبط عملية تصميم وإنتاج مباني و منشآت الإيواء بمعايير واعتبارات تتحكم فيها وتوجهها، وهذه الاعتبارات منها ما هو مادي ومنها ما هو معنوي أو غير مادي، ولكن يلاحظ أن الاعتبارات المادية المرتبطة بتصميم هذه النوعية من المنشآت هي الأهم مثل سرعة وسهولة تنفيذها بأقل تكلفة مع توفير قدر مناسب من الحماية والأمان لشاغليها، وهو ما يجعل المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة أكثر فاعلية في حل مشاكل الإيواء العاجل، حيث أنها الأنسب في التعامل مع مشكلتي الزمن والتكلفة. ولكن قد يترتب على تحقيق هدفى خفض التكلفة وسرعة التنفيذ نتيجة ارتباطية هي قلة العمر الافتراضي للمبنى وهو أمر مقبول في حالات الإيواء المؤقت.

ولا مانع من وجود بعض الاهتمام بالنواحي المعنوية في التصميم ومراعاة قدر من المعايير النفسية والاجتماعية في تصميم مباني الإيواء مثل توفير درجة من الخصوصية والذاتية والانتماء في التصميم وذلك لتفادي السلبيات والمشاكل الاجتماعية التي قد تنشأ عن تكوين هذه التجمعات العمرانية، وفي النقاط التالية يستعرض البحث عدد من أهم اعتبارات تصميم وإنتاج مباني و منشآت الإيواء التي تؤثر تحديداً على معايير خفض التكلفة وزيادة سرعة التنفيذ مع تحقيق معدل أمان مناسب لشاغليها سواء كان الأمان مادي أو نفسي وهي المعايير التي يركز عليها هذا البحث (شكل-1).

الاتجاهات الحديثة في تصميم وإنتاج المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة

وتطبيقاتها في حالات الإيواء بعد الكوارث

أ.م.د. محمد نبيل غنيم و م.د. نهاد محمد عويضة

قسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة

mohammed_ghonim@yahoo.com & nehad_eweda@yahoo.com

ملخص البحث

من التوابع المعتادة لأي كارثة طبيعية أو صناعية حدوث تشريد لعدد من متضرري هذه الكارثة، وهنا تظهر حاجة ملحة إلى توفير ماوى عاجل لهؤلاء المشردين، وقد تعددت الخبرات في تقديم أساليب متنوعة من مباني و منشآت الإيواء التي ترتبط عملية تصميمها وإنتاجها بمعايير ومحددات توجه هذه العملية وتتحكم فيها، ولكن تظل المعايير والمحددات الأهم المرتبطة بهذه النوعية من المنشآت هي سرعة وسهولة تنفيذها بأقل تكلفة مع توفير قدر مناسب من الحماية والأمان لساغليها.

إن هذا البحث يهدف إلى رصد ودراسة وتحليل مجموعة من الاتجاهات الحديثة في مجال تصميم وإنتاج المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة والتي يمكن استخدامها في حالات الإيواء بعد الكوارث. ولتحقيق هذا الهدف ينتهج البحث منهجاً تحليلياً يقسمه إلى أربعة أجزاء؛ الجزء الأول يدرس ويحلل عدد من معايير تصميم وإنتاج المباني المستخدمة في الإيواء الاضطرابي مع التأكيد على خصوصية بعض هذه المعايير بالنسبة للمجتمعات العربية، والجزء الثاني يمثل عرض تحليلي مقارنة لبعض الأنماط الشائعة والتقليدية للمنشآت الخفيفة والمؤقتة المستخدمة في الإيواء بعد الكوارث، أما الجزء الثالث فهو عصب البحث الذي يختص باستعراض وتحليل مجموعة من الابتكارات الحديثة التي ظهرت خلال العقد الأخير في مجال المباني المؤقتة والمنشآت الخفيفة، وأخيراً يمثل الجزء الرابع خلاصة البحث ويشتمل على نتائج توصياته.

الكلمات المفتاحية :

المنشآت الخفيفة - المباني المؤقتة - مباني الإيواء العاجل - تكنولوجيا البناء.

1 - تمهيد

تعتبر الكوارث ذلك النوع من الحوادث الضخمة التي تصيب المجتمعات، وتنقسم الكوارث إلى نوعين الأول هو الطبيعية التي لا دخل للإنسان فيها مثل الزلازل والسيول والأعاصير والبراكين، والثاني هو الكوارث التي من صنع البشر مثل الحرائق والانفجارات والحروب وغيرها، وتتعدد صور الأضرار التي تخلفها تلك الكوارث وتنوع بين مادية واقتصادية وبشرية واجتماعية، والتشريد وفقدان الماوى هو أحد صور هذه الأضرار وهي المشكلة التي يُعنى بها هذا البحث وتمثل أحد التوابع البديهية لكثير من الكوارث، و يظل العلاج الفعال لهذه المشكلة هو توفير الإيواء العاجل لهؤلاء المشردين.





الخلاصة و النتائج :

- يعتبر تصميم الموقع العام بمشروعات الجامعات ومجموعات المباني الأكاديمية بالكليات أو مثيلاتها هو منتج تصميم حضري بشكل أساسي ، حيث تعتبر الفراغات الخارجية محددًا أساسيًا في تصميمها ولا يمكن للمصمم التغاضي عنه أو تجاهله منذ بداية مراحل التصميم الأولى و حتى إنهاء أدق التفاصيل ، وتعتمد كفاءة الحياة بالحرم الجامعي على كفاءة وجودة الفراغات الخارجية بها .
- يعتمد تصميم الحرم الجامعي على " منظومة من الفراغات الخارجية " المترابطة مع بعضها البعض عن طريق مسارات المشاة الرئيسية و الفرعية في متابعة جيدة لحركة المشاة ، و هي التي تمثل العمود الفقري Main Spine و الهيكل الحقيقي لتصميم مخطط الجامعة و هذة المنظومة تتفاعل مع " مجموعات المباني بمناطقها الوظيفية " و يخدم على المجموعة (الفراغات و المباني معا) " منظومة لحركة و أنتظار السيارات " ، و تعتمد كفاءة التصميم على مدى الاندماج و التكامل بين المنظومتين و مجموعات المباني .
- تحدث مشكلات الفراغات العمرانية بالحرم الجامعي بالدول النامية بشكل أساسي نتيجة التنفيذ على مراحل طويلة المدى و الإحتياج إلى إضافة منشآت جديدة أو تعديل المنشآت الحالية ، و عدم الإلتزام بالفكر العمراني الأساسي في التخطيط و توزيع المناطق و الفراغات و المباني ، و ذلك في غياب أو تهميش دور الإشراف و المتابعة و المراجعة التصميمية و الفنية من المصمم العمراني .
- يقترح البحث مدخل للتعامل مع المشكلات الفراغية بمشروعات المباني الأكاديمية القائمة و ذلك عن طريق دراسة و تحليل الوضع القائم و رصد المشكلات المستنتجة من التحليل ، و التسجيل و الرصد الفوتوغرافي و إستبيان شكاوى المستعملين ، ثم إعادة صياغة و هيكله و تحقيق نظام الفراغات المفتوحة بما يتوافق مع الأوضاع القائمة الحالية .

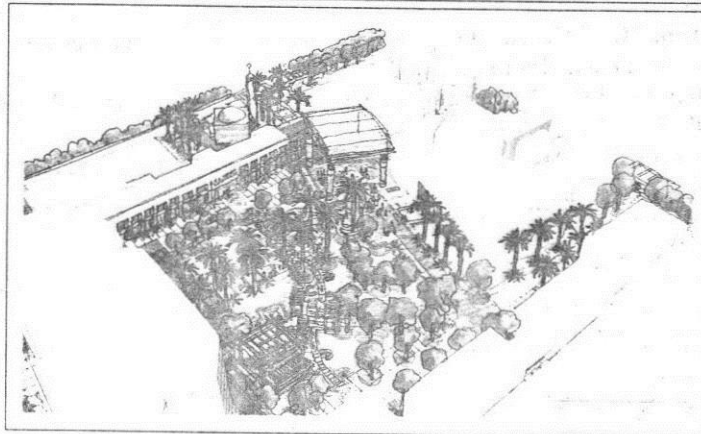
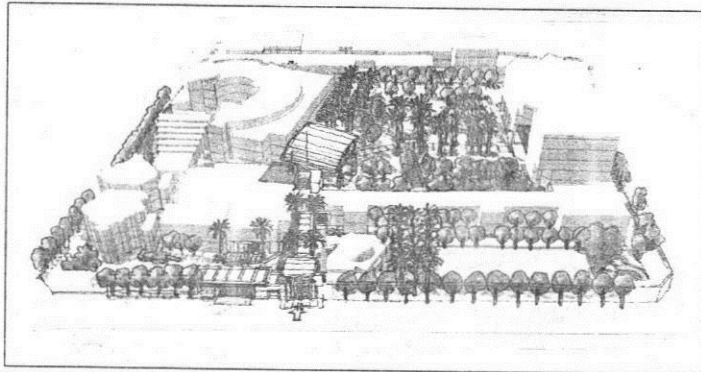
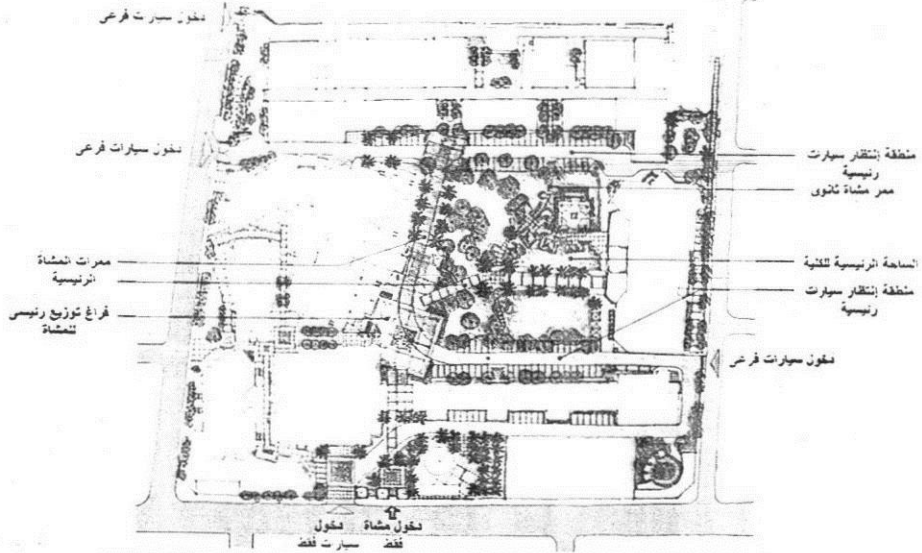
التوصيات :

- يوصى البحث بالإهتمام بالفراغات العمرانية بمشروعات المباني الأكاديمية بإعتبارها جزء لا يتجزأ من كيان الحرم الجامعي و المكون الأساسي لهيكل الحركة و الحياة في فراغات الحرم الجامعي ، و المتابعة العمرانية الدائمة و المتواصلة خلال مراحل التنفيذ – و خاصة في حالة التنفيذ على فترات طويلة – و دراسة و رصد المشكلات و تحديد و عنوانة الفراغات المفتوحة و بالتالي وظائفها و أنشطتها و إستخداماتها بحيث يتكون برنامج و هيكل فراغي واضح يمكن من خلاله إعادة صياغة نظام الفراغات المفتوحة بما يتوافق مع الأوضاع القائمة .

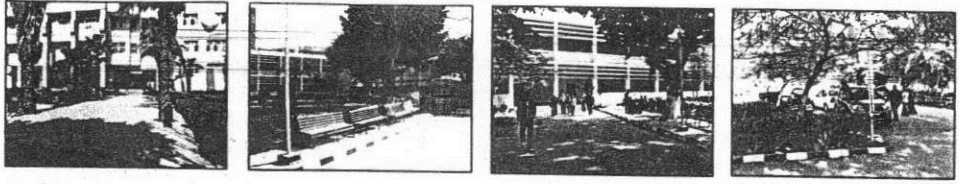
المراجع :

1. Cooper Marcus, Clare : " Places People Take their Problems " , Mimeo, (1989).
2. Cooper Marcus, Clare and Carolyn Francis : " People places - Design Guidelines for Urban Open Spaces " , Van Nostrand Reinhold, New York, (1990).
3. Edwards, Brain : " University Architecture " , Taylor & Francis ; 1 Edition (2001) .
4. Ezz Al Din, M. : " Construction : Building and Planning - facilities for Universities " - Kuwait University, (1986).
5. Gehl, Jan : " Life Between Buildings - Using Puplic Spaces " , Van Nostrand Reinhold, New York, (1987).
6. Higdon, Cathy : " Berkely Campus - Favorite places " , Term paper, Department of Landscape Architecture, University of California, (1988).
7. Pearce, Martin : " University Builders " , John Wiley & Sons Ltd . New York (2001)
8. Jonathan Coulson , Peul Roberts , Isabelle Taylor : " University Planning And Architecture – The Search For Perfection " , Routledge (2010) .
9. www.archrecord.construction.com .
10. www.dezeen.com .
11. www.architectmagazine.com .

٦/٥/٢٠١٤ إضافة بعض الأشجار و النخيل بما يتلائم مع المواقف المختلفة بالموقع من احتياج إلى ظل أو التأكيد على الممرات أو إضفاء الثراء عند المدخل و حول المسجد و غيرها .



شكل (١٨) استكثشات توضح دراسة تطوير الفراغات المقترحة للكلية



شكل (١٥) الرصد الفوتوغرافي للمشكلات بكلية الهندسة بالمطرية

٣/٣/٢/٤ إستبيان شكاوى المستعملين :

عن طريق إستبيان شكاوى المستعملين تم إستخلاص الآتى :

- التشتت و التقاطع مع السيارات عند نقطة الدخول وخاصة مع وجود بوابة المشاة و فحص الكارنيهات فى الجبهه التى تضطرهم الى هذا التقاطع .
- الشكاوى من عدم تفعيل مدخل شارع المعهد العالى الصناعى بسبب الإنشاءات و خاصة أن شارع إبراهيم عبد الرازق يعانى من التزاحم و عدم إنتظام حركة المرور .
- الشكاوى من تداخل مقاعد الطلبة مع أماكن إنتظار السيارات مما يعوق الموظفين .
- عدم وضوح فراغات التجمع و الجلوس للطلبة و المتواجدة على جانبي الطرق حالياً .
- المسارات الموجودة للحركة هى شوارع السيارات .

٤/٢/٤ دراسة إعادة هيكلة و تحقيق نظام الفراغات المفتوحة :

١/٤/٢/٤ تحديد الثوابت و المتغيرات :

تعتبر الثوابت الحالية هى المباني المنشأة بالفعل و كذلك الأشجار الكبيرة و المتواجدة فعلا و من الصعب تعويضها أو خسارتها و من الأفضل التعامل معها بحرص و المحافظة عليها ، و تتمثل المتغيرات فى شوارع السيارات و الممرات و الفراغات المفتوحة و التى يمكن تنظيمها و إعادة صياغتها مرة أخرى .

٢/٤/٢/٤ تعريف الفراغات العمرانية و

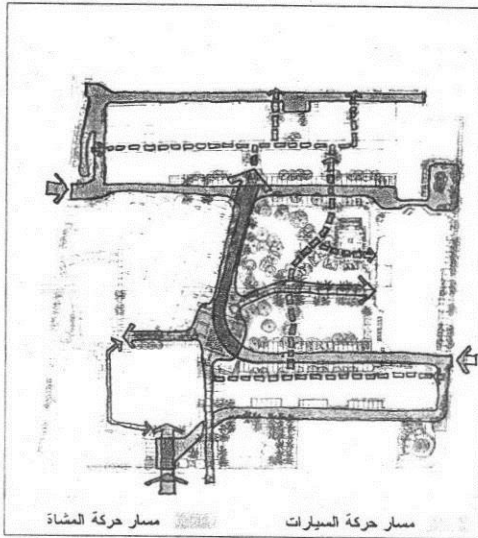
تحديد وظائفها :

يتم تحديد فراغات التجمع و نقاط الكثافة و التأكيد على عدم تمزيق الفراغ الرئيسى للكلية بطرق السيارات .

٣/٤/٢/٤ إعادة هيكلة مسارات و خطوط

حركة المشاة و السيارات :

بدراسة و عمل الفصل اللازم بين الحركتين بطريقة مختصرة و واضحة .



شكل (١٦) دراسة إعادة هيكلة مسارات الحركة و تحقيق نظام الفراغات

٥/٢/٤ مقترحات التطوير :

١/٥/٢/٤ فصل مدخل و بوابة الإدارة و السيارات نهائياً عن مدخل الطلبة و المشاة مع إعداد مساحة محددة و مبلطة تناسب نقطة دخول و تجمع المشاة و فحص الكارنيهات بعيداً عن حركة السيارات .

٢/٥/٢/٤ تفعيل بوابة شارع المعهد العالى الصناعى كبوابة للسيارات بشكل أساسى يدخل فيها السيارات لمكان الإنتظار أسفل المبنى الأكاديمى الجديد .

٣/٥/٢/٤ تلخيص مسار حركة السيارات فى مسار واحد محدد يودى إلى مناطق إنتظار سيارات عمودية لإستيعاب أكبر كمية من السيارات بشكل منظم بعيداً عن حركة الطلبة و المشاة .

٤/٥/٢/٤ التأكيد على الساحة الرئيسية للكلية كحديقة واحدة يتخللها مسارات و أماكن جلوس متنوعة للطلبة تناسب المذاكرة الخارجية .

٥/٥/٢/٤ عمل شبكة مسارات المشاة بحيث تقلل التقاطع مع حركة السيارات و ذلك تبعاً لخطوط الرغبة للوصول إلى مدخل المباني بسهولة و مباشرة و وضوح ، مع إضافة التبايط المناسبة لهذه المسارات بشكل يؤكد على الحركة و التجمع كل فى مكانة .

٢/٢/٢/٤ دراسة هيكل الحركة بموقع الكلية :

تتركز الحركة حول الفراغ الرئيسي للكلية حيث يخترق هذا الفراغ شوارع السيارات و هي أيضا المستخدمة من المشاة للوصول إلى إغراضهم و مبانيهم بالكلية .

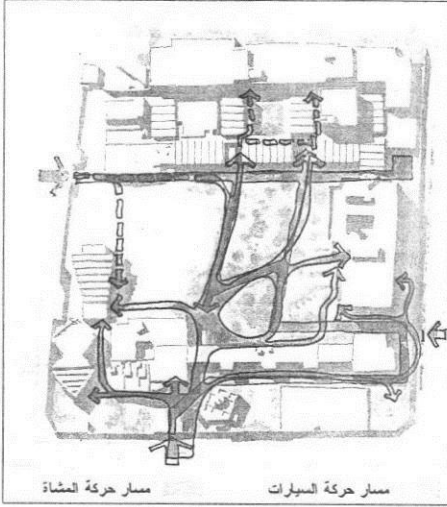
٣/٢/٢/٤ تحديد الإنتماء لأى نوع من أنواع التخطيط :

يعتبر أسلوب " التجميع المركزى " هو الأسلوب المتبع فى تصميم المجموعة .

٣/٢/٤ رصد المشكلات :

١/٣/٢/٤ رصد المشكلات المستتجة من خلال التحليل العمرانى للموقع :

أولا : المشكلات المتعلقة بهيكل الفراغات المفتوحة و حركة المشاة :



- عدم الوضوح و التشتت فى حركة المشاة و تداخلها مع طرق حركة السيارات .
- المدخل من جهة شارع إبراهيم عبد الرازق يصنع تداخلات و تقاطعات مع الدخول للمباني الإدارية و حركة السيارات و منطقة الخدمات .
- زيادة عدد المباني و تزامنها فى الموقع و تأكل الفراغات المفتوحة .
- عدم وجود مسارات حركة واضحة للمشاة تربط بين مداخل المباني .
- عدم تحديد أماكن و ساحات التجمع و نقاط الكثافة فى الوقوف و الجلوس و التى تحتاج إلى التجهيزات اللازمة لها .

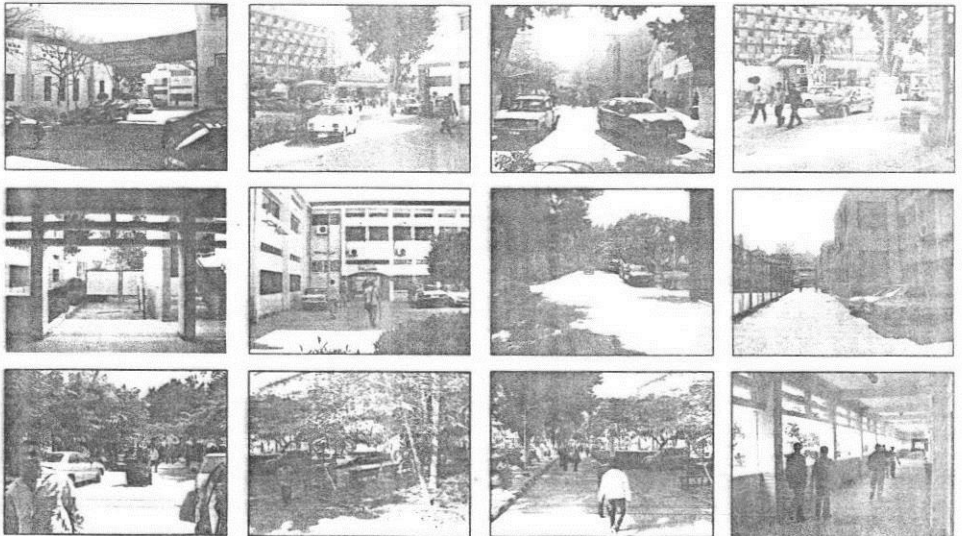
ثانياً : المشكلات المتعلقة بحركة السيارات :

- تقاطع السيارات مع دخول المشاة عند المدخل الرئيسى الحالى من جهة شارع إبراهيم عبد الرازق .
- عدم توافر أماكن إنتظار منظمة و واضحة للسيارات مما يسبب إعاقة الحركة و المظهر غير الجيد .

شكل (١٤) المشكلات المستتجة من خلال التحليل العمرانى للموقع (تقاطعات المشاة مع السيارات و تمزيق الفراغ المفتوح المتبقى كساحة رئيسية للكلية)

٢/٣/٢/٤ التسجيل و الرصد الفوتوغرافى لأماكن المشكلات :

وقد تم رصد هذه المشكلات بالصور الفوتوغرافية للوقوف على حجم المشكلات .



٢/٤ كلية الهندسة بالمطرية – جامعة حلوان :

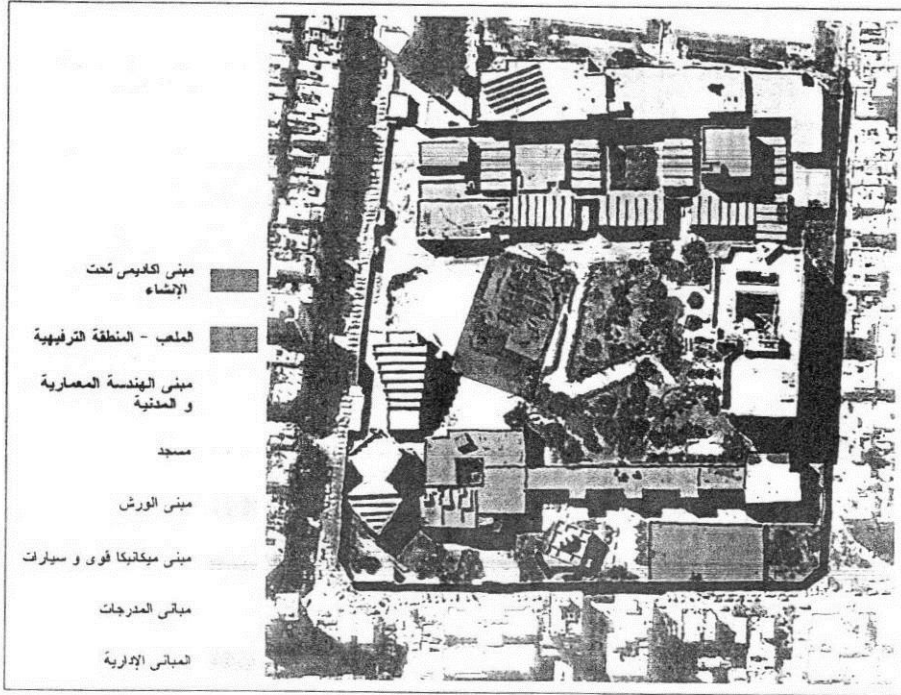
١/٢/٤ تقديم و تعريف بالكلية :

أنشئت كلية الهندسة بالمطرية سنة ١٩٥٥م تحت اسم المعهد العالى الصناعى للمعلمين بمصر الجديدة و فى عام ١٩٧٦م طبقت اللائحة الداخلية الجديدة للكلية بعد إعتماها من المجلس الأعلى للجامعات تحت اسم كلية التكنولوجيا بالمطرية ، و تخرجت أول دفعة من هذا النظام مايو ١٩٧٩م ، وأصبح اسم الكلية " كلية الهندسة و التكنولوجيا " ، و قد تم تغيير اسم الكلية إلى " كلية الهندسة بالمطرية " .
مقر الكلية الحالى بأرض النعام – المطرية – القاهرة ، ويحد الكلية من الجنوب شارع منشية التحرير و من الشمال شارع إبراهيم عبد الرازق ومن الشرق شارع المعهد العالى الصناعى ومن الغرب شارع الشهيد مصطفى حافظ و تبلغ مساحة الكلية حوالى ٥٢ ألف متر مربع منها ١٥٠٠ م^٢ ملاعب و ٢٠٠٠ م^٢ طرقا و الباقي مباني و حدائق .

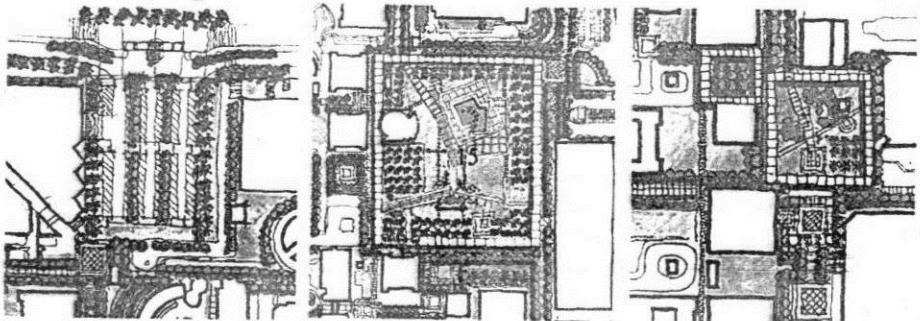
٢/٢/٤ دراسة و تحليل الوضع القائم بالكلية :

١/٢/٢/٤ تحديد المناطق الوظيفية : يتكون موقع الكلية من مجموعة المباني الآتية :

أولاً : مجموعة المباني الأكاديمية : مثل مبنى قسم الهندسة المعمارية و المدنية و مبنى قسم الهندسة الميكانيكية ، و المدرجات بالإضافة إلى مبنى أكاديمى جديد لا يزال تحت الإنشاء حتى تاريخه .
ثانياً : مباني الورش : و هى مجموعة من الورش المتنوعة تخدم جميع أقسام الكلية .
ثالثاً : منطقة المباني الإدارية : و تتكون من مبنى الإدارة الرئيسى و الذى يحتوى على العميد و الوكلاء و إجتماعات مجلس الكلية بالإضافة إلى مبنى المكاتب الإدارية للكلية ، و مكاتب أعمال الإمتحانات و الكنترولات و غيرها .
رابعاً : مباني الخدمات العامة و الملعب الرياضى : و تتكون من كافيتريا و السوق الريادى و منطقة الجلوس التابعة لها ، و المسجد و الملعب الرياضى .

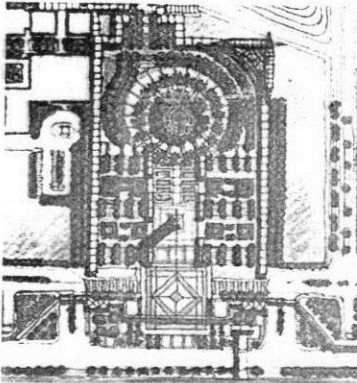


شكل (١٣) المناطق الوظيفية بكلية الهندسة بالمطرية



المنخل الغربى

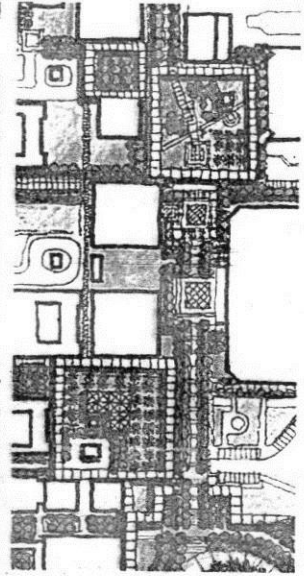
الساحة الرئيسية



دخول سيارات دخول المشاة دخول سيارات
البوابة الرئيسية (الشرقية)

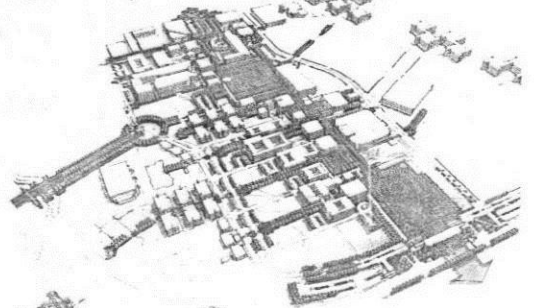
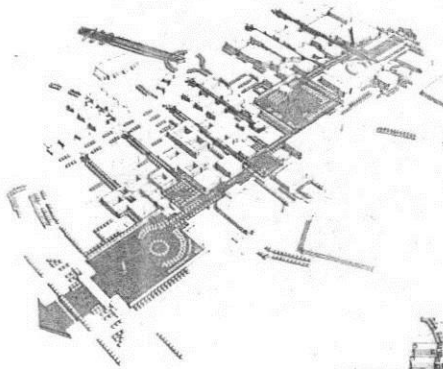


الإمتداد المستقبلى المقترح

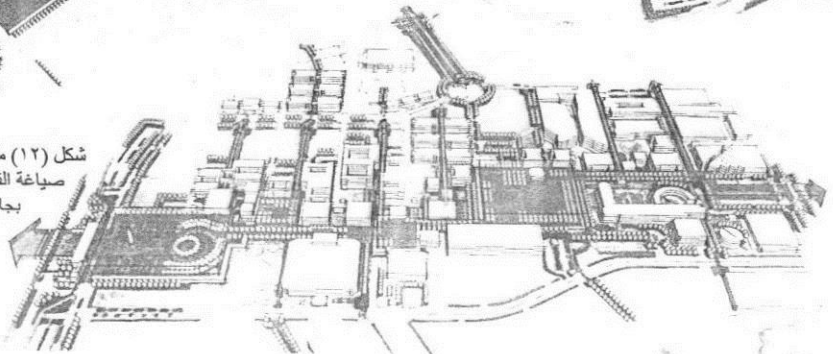


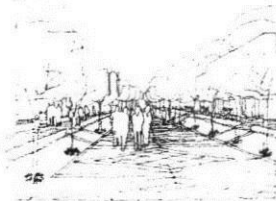
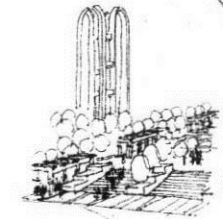
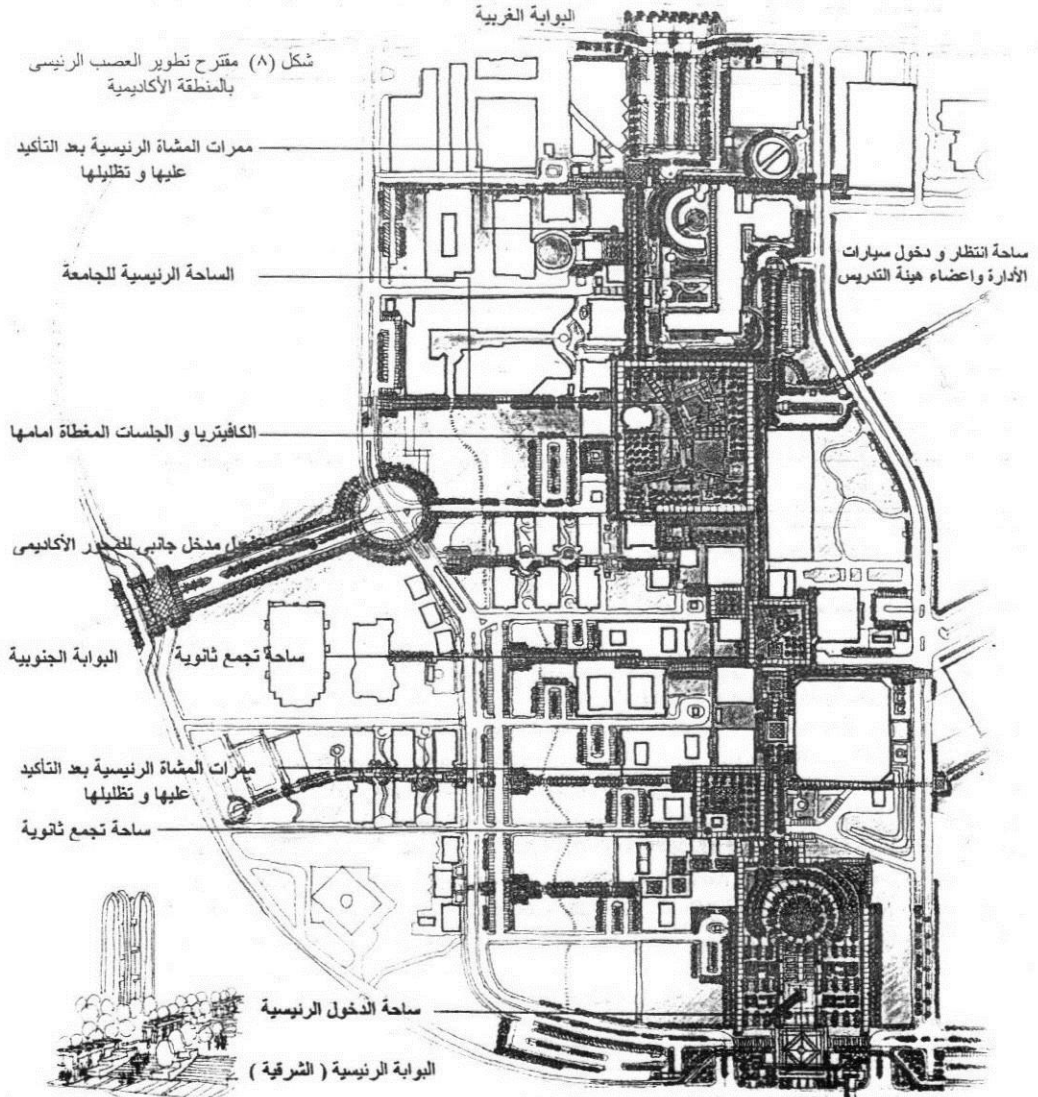
مسار حركة المشاة الرئيسى
و الساحات الثانوية

شكل (١١) تفاصيل فراغات
المنطقة الأكاديمية

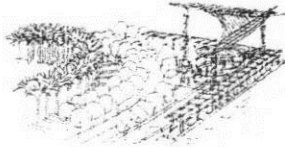


شكل (١٢) مناظر توضح إعادة
صياغة الفراغات العمرانية
بجامعة حلوان





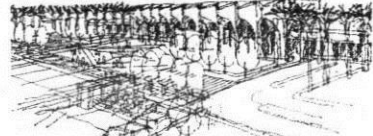
تقديم وتظليل ممرات المشاة الرئيسية بالعصب الرئيسي



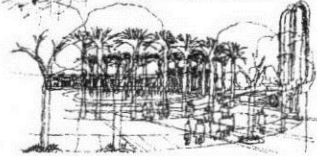
عناصر التظليل بساحة المدخل



شكل (١٠) استكشفت توضح صياغة الفراغات العمرانية بجامعة حلوان



مدخل الجامعة بعد التطوير



عناصر التظليل من اشجار و نخيل و عنصر العوامة ساحة الدخول الرئيسية

٣/٤/١/٤ إعادة هيكلة مسارات و خطوط حركة المشاة و السيارات :
تم إعادة صياغة خطوط حركة المشاة و تحديدها و إقتراح وسائل تظليلها ، وكذلك إعادة هيكلة طرق حركة السيارات و أماكن إنتظار السيارات .

٥/١/٤ دراسة الإمتداد المستقبلي :
تم دراسة كيفية الإمتداد المستقبلي كخطة مبدئية لتوزيع المباني و الفراغات بحيث يكون الإمتداد متكاملًا و متجانسًا مع الوضع القائم بعد تطويره .

٦/١/٤ مقترحات التطوير :

١/٦/١/٤ تم إقتراح إعادة صياغة للفراغات و الساحات الرئيسية و الفرعية و مسارات المشاة و ذلك من خلال تحديد المسارات بالمحور الطولى الذى يبدأ بساحة الدخول الرئيسية و يستمر تباعا مارا بساحات تجمع ثانوية إلى أن يصل إلى الساحة الرئيسية أمام المكتبة منتهيا بساحة الدخول الخلفية المقابلة للبوابة الغربية ، و ذلك بالإضافة إلى تحديد مسارات المشاة الجانبية و الفرعية المؤدية إلى الإمتدادات الأكاديمية و المنطقة الرياضية و العابرة إلى منطقة الإسكان الطلابى . و ذلك بإستخدام المحددات المختلفة مثل العقود و التغطيات الخفيفة ، و كذلك المظلات الكبيرة فى الفراغات الرئيسية و كذلك عناصر التشجير المختلفة من أشجار دائمة الظل و السياجات النباتية و النخيل و غيرها ، مع إستخدام التبايلط لهذه المسارات بتشكيلات تؤكد على فراغات الحركة و الإستقرار ، و بخامات صالحة للحركة المريحة للمشاة مثل المواد ذات الملمس الخشن و بألوان غير مبهرة للنظر حتى لا تعكس أشعة الشمس و الضوء المبهر فى أوقات الظهيرة .

٢/٦/١/٤ إقتراح الامتدادات المستقبلية للمباني و الفراغات من خلال منطقة الامتداد الأكاديمية ، مع إقتراح ترك فراغات و مسطحات خضراء بينها و بين المنطقة الرئيسية فيتم توزيع الخدمات اللازمة للطلاب خلال المنطقتين الرئيسية و الإمتداد .

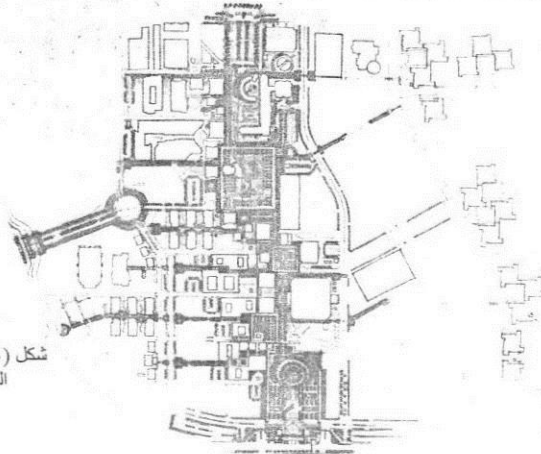
٣/٦/١/٤ إقتراح ضرورة تطوير و توسعة الطريق الدانرى الخارجى و المحيط بالجامعة و ذلك لإمكانية تفعيل البوابات الأربعة للجامعة بنفس الكفاءة .

٤/٦/١/٤ إقتراح شق طريق مباشر من البوابة الجنوبية يصل مباشرة إلى قلب المنطقة الأكاديمية الرئيسية و يخدم الإمتداد المستقبلى و ذلك لتخفيف حدة التكدس عند البوابة الشرقية (الرئيسية حاليا) .

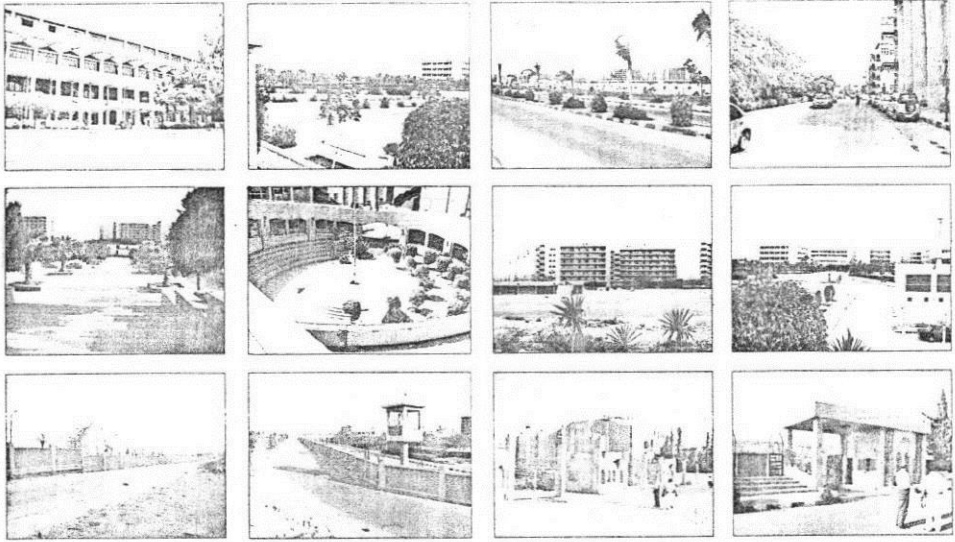
٥/٦/١/٤ إقتراح فصل حركة السيارات عن المشاة عند البوابة الشرقية (الرئيسية حاليا) عن طريق توزيع مداخل السيارات إلى بابين منفصلين أحدهما يدخل مباشرة إلى الطريق الشمالى المؤدى إلى المباني الإدارية و العامة و الآخر يتوجه مباشرة إلى الطريق الجنوبى المؤدى مباشرة إلى المنطقة الأكاديمية ، مع جعل البوابة الرئيسية حاليا للمشاة فقط مع جعلها شرفية عن طريق تجميلها بالنخيل و ازالة الأسفلت مع رصفها بالتبايلط المختلفة و تحديدها و فصلها عن طريق المطبات الصناعية و رفع منسوبها عن باقى الطريق الدانرى الداخلى ليكون عبور السيارات عندها فى حالة الطوارئ فقط أو الإضطراب لذلك .

٦/٦/١/٤ بتحديد الفراغات و الساحات الداخلية على طول المحور الطولى يمكن دراسة كل فراغ من الفراغات دراسة تفصيلية على حدة و ذلك بعد تحديد جميع الإحتياجات و المتطلبات الوظيفية و الجمالية و قد تم عمل اقتراحات مبدئية لكل ساحة على حدة .

٧/٦/١/٤ إقتراح اضافة أماكن إنتظار السيارات عند الكليات مع نهايات الطرق المغلقة .



شكل (٩) مقترح تطوير الفراغات العمرانية بجامعة حلوان



شكل (٨) الرصد الفوتوغرافي للمشكلات بجامعة حلوان

٣/٣/١/٤ إستبيان شكاوى المستعملين :

عن طريق إستبيان شكاوى المستعملين من الطلاب و الموظفين و أعضاء هيئة التدريس و معاونيهم تم إستخلاص الشكاوى الأساسية الآتية :

- شعور الطلاب بشكل أساسي بطول المسار الرئيسي و خاصة مع عدم وجود عناصر الإطلال أو أماكن الإستراحات التي يتوفر فيها المقاعد و المظلات أو غيرها ، و كذلك عدم توافر الخدمات على طول هذا المحور الطولى .
- التشتت خلال الحركة و عدم وضوح كيفية السير للوصول إلى أغراضهم و خاصة مع وجود فروق مناسيب تسبب إعاقة واضحة للحركة دون عمل التمهيدات و المعالجات اللازمة لها .
- عدم وجود مسارات حركة واضحة و مظلة للقادمين من منطقة الإسكان الجامعى للمنطقة الأكاديمية ، و تشتت الطلاب فى كل مكان خلال هذه الحركة بطريقة عشوائية .
- وصول الموظفين و العاملين بالمباني الإدارية عن طريق المترو و عدم تفعيل البوابة الغربية و الشوارع الخلفية الخارجية يؤدى إلى تضربهم من بعد مبانيهم عن نقطة الدخول مما يضطرهم إلى السير مسافات طويلة فى الشمس بمحاذاة طريق السيارات بإعتبار أنه الطريق المستوى و الواضح .
- شكاوى أعضاء هيئة التدريس و معاونيهم من قلة أماكن الإنتظار للسيارات و جلوس الطلبة بشكل عشوائى على سياراتهم نتيجة لذلك ، و ذلك عند سؤالهم عن سبب إنتظار سياراتهم على جانبي الطريق .
- شكاوى المجتمع الجامعى بصفة عامة من الجلوس العشوائى للطلبة خارج قلب المهنطقة الأكاديمية و فى المسطحات الخضراء النائية و البعيدة عن السيطرة الإجتماعية و الأمنية مما يهدد الحياة الإجتماعية و البيئة الجامعية بالصورة الغير جيدة و الإنهيار .

٤/١/٤ دراسة إعادة هيكلة و تحقيق نظام الفراغات المفتوحة :

١/٤/١/٤ تحديد الثوابت و المتغيرات :

يعتبر الثوابت بالحرم الجامعى و التى من غير المقبول تغييرها نظراً لقيمتها المادية و ضياع الوقت مثل المباني و الطرق الرئيسية و المداخل التى لها علاقة بالظروف الخارجية و نقاط الوصول . و المتغيرات هى الطرق الفرعية و أماكن إنتظار السيارات و أعمال الرصف و التبايط و الأشجار و الفراغات المفتوحة و التى يمكن من خلال إعادة دراستها و صياغة تكويناتها إعادة هيكلة الفراغات من جديد .

٢/٤/١/٤ تعريف الفراغات العمرانية و تحديد وظائفها :

تم تحديد وظائف الفراغات الرئيسية و الفرعية و تعيينها فى الموقع العام .

ثانياً : حركة المشاة :

الحركة الرئيسية هي الطولية في الإتجاه من البوابة الشرقية إلى الغربية على طول المحور الطولى للوصول إلى أغلب منشآت الجامعة ، و يتفرق الطلبة خلال الفراغات بطريقة عشوائية للوصول إلى باقي المنشآت الموزعة على الحرم الجامعى مضطرين إلى التقاطع فى أحوال كثيرة مع طرق السيارات الفرعية و الرئيسية .

٣/٢/١/٤ تحديد إنتماء الحرم الجامعى لأى نوع من أنواع التخطيط :

ينتمى المخطط الأساسى بشكل واضح لأسلوب التخطيط الطولى linear type لتصميم الجامعات ، حيث يظهر المحور الطولى الرئيسى الممثل للعمود الفقرى main spine واضحا و يتخلله الفراغات الرئيسية و الثانوية ، و يلاحظ أنه قد إختفى بشكل كبير و أصبح مشوشا فى المخطط المنفذ حالياً و كذلك فقدت خطوط الحركة المؤدية للكليات و خاصة مع عدم وضوح و توحيد الفكر العام لمباني الكليات .

٣/١/٤ رصد المشكلات :

١/٣/١/٤ رصد المشكلات المستتجة من خلال التحليل العمرانى للموقع :

أولاً : المشكلات المتعلقة بهيكل الفراغات المفتوحة و حركة المشاة :

- عدم وضوح المحور الطولى للحركة الرئيسية للمشاة داخل المنطقة الأكاديمية و إنقطاعه و فقدانه فى نقاط كثيرة مما يؤدي إلى تشتت الحركة الرئيسية للمشاة داخل الحرم الجامعى .
- عدم توافر عناصر التشجير و الإظللال على طول المحور الرئيسى و المحاور الفرعية مما يعرض المشاة للسير مسافات طويلة فى الشمس .
- عدم وضوح الفراغات المفتوحة الرئيسى منها و الفرعى بما فى ذلك الساحة الرئيسية ، حتى إنه إذا تم السؤال عن أين الساحة الرئيسية للجامعة فن يستطيع أحد تحديد مكانها و سيختلط مفهومها بمفهوم ساحة المدخل التى تحتوى على علامة الموقع الخاصة بشعار جامعة حلوان .
- تشتت مكان مصادر الطعام و الخدمات و عدم توزيعها بدالة و ذلك نتيجة لعدم وضوح العصب الرئيسى و الفراغات بتحديد ما هى وظائفها و أهميتها .
- عدم وضوح مسارات الحركة الفرعية و المؤدية إلى الكليات و عدم توافر عناصر الإظللال لها ، بالإضافة إلى عدم وضوح الفراغات الفرعية و فراغات تجمع الكليات و فراغات المذاكرة الخارجية و غيرها ، الأمر الذى أدى إلى عشوائية فى أماكن تجمع الطلاب و بخاصة فى الحدائق الخارجية المحيطة بالمباني خارج قلب المنطقة الأكاديمية ، مما يؤدي إلى فقد السيطرة الإجتماعية و كذلك فقد السيطرة الأمنية .

ثانياً : المشكلات المتعلقة بحركة السيارات :

- تقاطع حركة دخول السيارات مع المشاة عند المدخل الرئيسى (البوابة الشرقية) الأمر الذى يعوق الحركتين و يعرض المشاة للاخطار و وضع مدخل الجامعة فى حالة إختناق و خاصة فى ساعات ذروة الدخول فى الصباح و الخروج فى المساء .
- سوء حالة الطريق الدائرى الخارجى المحيط بالجامعة ، الأمر الذى يعوق تفعيل المداخل الثلاثة الأخرى ، و هذه المداخل يمكن الإعتماد عليها كالتالى :
- أ- البوابة الغربية : للدخول المباشر للمنطقة الإدارية و المباني العامة و قاعة المؤتمرات .
- ب- البوابة الجنوبية : للدخول المباشر للمنطقة الأكاديمية و لإمتداداتها المستقبلية .
- ج- البوابة الشمالية : للدخول المباشر لمنطقة الإسكان الجامعى .
- عدم توافر أماكن إنتظار السيارات قريبة من الكليات مما يضطر إلى الإنتظار على طول الطرق المغلقة مما يؤدي إلى إختناقات بها بالإضافة إلى المظهر غير الجيد لذلك .

٢/٣/١/٤ التسجيل و الرصد الفوتوغرافى لأماكن المشكلات :

و قد تم رصد هذه المشكلات بالصور الفوتوغرافية للوقوف على حجم المشكلات السالفة الذكر .



٢/١/٤ دراسة و تحليل الوضع القائم للجامعة :

١/٢/١/٤ تحديد المناطق الوظيفية :

يتكون الحرم الجامعى من أربعة مناطق وظيفية رئيسية كالتالى :

أ- المنطقة الأكاديمية الرئيسية :

و قد تم تصميمها بطريقة التخطيط الطولى أو الشريطى حيث تمتد مباني هذه المنطقة على طول المحور الطولى الواصل بين البوابة الشرقية المواجهة لمترو الأنفاق (و هى البوابة الرئيسية لدخول الطلاب حاليا) و حتى البوابة الغربية بالشارع الخلفى (و هى البوابة التى تفتح مباشرة على المباني الإدارية و المباني العامة).

و يتجمع على طول المحور الرئيسى بالجهة الشمالية منه - المباني الإدارية و مباني الخدمات و بالجهة الأخرى مباني الكليات و التى تأخذ إتجاه نموها فى الإتجاه العمودى على المحور الطولى .

ب- منطقة الإمتداد الأكاديمية :

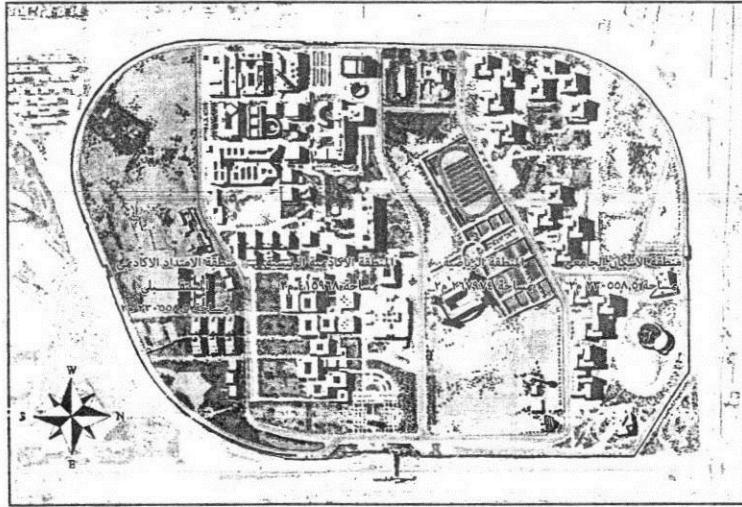
و هى التى تسمح لمجموعات الكليات بالنمو و التمدد من خلالها فى إتجاه عمودى على المحور الطولى للجامعة .

ج- منطقة الإسكان الجامعى :

و هى تقع فى اقصى الجهة الشمالية من الموقع و تحتوى على إسكان الطلبة و الطالبات حيث تفصل المنطقة الرياضية بينها و بين المنطقة الأكاديمية .

د- منطقة الأنشطة الرياضية :

و هى تحتوى على الملاعب و الصالات الرياضية لإستيعاب الأنشطة الرياضية للجامعة ، و تصنع هذه المنطقة الفصل المطلوب بين المنطقة الأكاديمية و منطقة إسكان الطلبة (و التى تختلف طبيعة الحياة فيها إختلافاً كلياً عن المنطقة الأكاديمية).



شكل (٧) المناطق الوظيفية بجامعة حلوان

٢/٢/١/٤ دراسة هيكل الحركة بالحرم الجامعى :

أولا : حركة السيارات :

يحيط بالجامعة من الداخل الطريق الدائرى الداخلى الذى يربط المناطق الوظيفية سالفة الذكر من الخارج ، و يفصل بين هذه المناطق ثلاثة شوارع رئيسية طولية إختراقية ، و يتم التخدم على المباني عن طريق الطرق المغلقة ، بالإضافة الى بعض الشوارع الفرعية القليلة و التى تتواجد بشكل رئيسى فى منطقة الإسكان الجامعى . و يحيط بالجامعة من الخارج طريق دائرى خارجى يعانى من عدة إختناقات فى أماكن متعددة منه ، بالإضافة إلى إختلاف عروضه و عدم وضوح إتصاله (و يعتبر هذا الطريق الدائرى الخارجى هاما حيث لا يمكن تفعيل البوابات الأربعة الرئيسية للجامعة دون الإهتمام به و تطويره و تفعيله أولا) .

٤- حالات الدراسة :

١/٤ جامعة حلوان – عين حلوان – مصر :

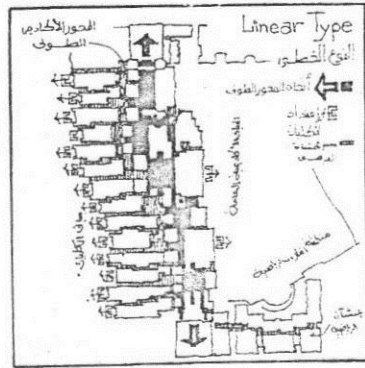
١/١/٤ تقديم و تعريف بالجامعة :

تقع جامعة حلوان بمنطقة عين حلوان على مساحة ٣٥٠ فدان ، و قد تم وضع حجر الأساس عام ١٩٧٥ م ، وتم توقيع عقد الإنشاء للمرحلة الأولى في ١٩٨٥/١/٨ ، و منذ ذلك الحين بدأ إنشاء جامعة حلوان ، و التي تشمل ٢٠ كلية و ٥٨ وحدة ذات طابع خاص و عدد من المرافق المستحدثة ، و لا يزال بعض الكليات متواجدة خارج مقر الجامعة في كل من الزمالك و بولاق و الجزيرة و المنيل و المطرية ، و قد تم بناء العديد من المباني في مقر الجامعة بعين حلوان ليتم استيعاب جميع الكليات داخل مقر الجامعة .

و يمتاز موقع الجامعة بعين حلوان بكونه حرم جامعي متكامل على قطعة ارض واحدة تتكامل فيها المناطق المختلفة ، حيث تتمتع بوجود العديد من الخدمات و التسهيلات .

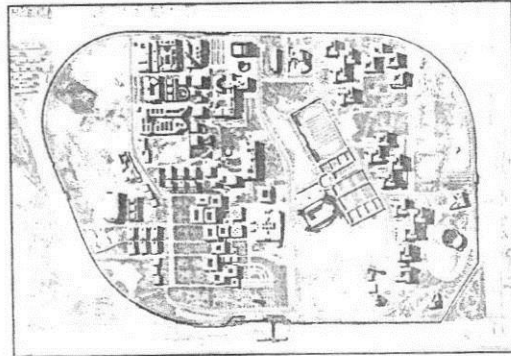
• المخطط الأساسي :

تم تصميم المخطط الأساسي للجامعة من قبل مكتب (أس ، أو ، أم معماريون – شيكاغو – الولايات المتحدة الأمريكية Skidmore, Owings & Merrill - Chicago – USA) ، و قد إعتد المخطط على أسلوب التخطيط الطرزي حيث يصل المحور الطولي بين نقطتي الدخول للحرم الجامعي من جهة البوابة الشرقية و حتى البوابة الغربية على طول المحور الرئيسي للجامعة المخصص للمشاة فقط و الذي تتابع فيه الفراغات في تباين في الحجم و الشكل ليخلق بذلك حركة متتابعة جذابة مبهجة ، و تمتد المباني الأكاديمية على طول هذا المحور الأكاديمي الطولي ، و يتيح هذا الأسلوب إمكانية نمو الكليات باتجاه الجنوب ، بحيث لا تؤثر المشاريع المستقبلية على الحياة الأكاديمية للجامعة ، و قد إستخدم المصمم أسلوب مندمج في تجميع الكتل بحيث يقلل إلى أقصى حد مسافة السير بين أى نقطتين داخل المحور الأكاديمي .



شكل (٥) المخطط الأساسي من قبل مكتب (S.O.M)

شكل (٤) تحديد انتماء الحرم الجامعي لأى نوع من أنواع التخطيط



شكل (٦) حرم جامعة حلوان بعين حلوان (الوضع الحالي المنفذ)

• المخطط المنفذ و الوضع الحالي :

أدى عدم الإلتزام بالمخطط الأساسي ، مع الإهتمام بإنشاء المباني فقط و إسنادها إلى أطراف متفرقة – و ذلك خلال المراحل الأولى لإنشاء الجامعة – و عدم تواجد الفكر العمراني للمخطط العام و الفراغات العمرانية إلى فقد السيطرة – و بشكل كبير – على فراغات الحرم الجامعي ، حيث لم يتم متابعتها من و جهة نظر التصميم الحضري في أى مرحلة من مراحل التنفيذ ، فظهرت نتيجة ذلك الفراغات غير واضحة و المباني مشوشة و متفرقة في الموقع العام .

٣/٣/٢ جعل الحرم الجامعي في حالة إنشاءات لمدة طويلة مما يفسد الحياة الجامعية المستقرة ، و يحول جزء من الحرم الجامعي إلى موقع عمل ، و يعوق التطوير لما هو قائم بالفعل نظراً لتوجيه الموارد الماليه دائماً لإستكمال الإنشاءات الناقصة .

٤/٣/٢ عدم إستقرار حالة الدخول و الخروج و التعامل مع البوابات و حركة السيارات ، حيث يخصص جزء من البوابات و المسارات لخدمة الإنشاءات ، و لا يسمح لدخول الطلبة أو خروجهم من جزء معين من الحرم الجامعي .

٣- المدخل المقترح للتعامل مع المشكلات الفراغية بالحرم الجامعي :

١/٣ دراسة و تحليل الوضع القائم للموقع :

١/١/٣ تحديد المناطق الوظيفية :

و التي يمكن من خلالها قراءة الموقع قراءة صحيحة ، و لا يقع المصمم في أخطاء تداخل الوظائف أو حدوث تقاطعات الحركة غير المرغوبة . وأيضاً يمكن من خلالها تحديد المداخل المثلى لكل منطقة و التي تحقق سهولة الوصول و عدم التقاطع و إختصار الوقت و الجهد .

٢/١/٣ دراسة هيكل الحركة بالحرم الجامعي :

و المتمثل في خطوط حركة المشاة و السيارات الرئيسية و الفرعية و هو من أهم العناصر التخطيطية التي يمكن من خلالها الحكم على كفاءة تصميم الحرم الجامعي و إستكشاف المشكلات . و لا يمكن فصله عن هيكل الفراغات المفتوحة حيث يمثلان سوياً الهيكل العظمي الذي يربط جميع أرجاء الحرم الجامعي ببعضها البعض

٣/١/٣ تحديد إنتماء الحرم الجامعي لأي نوع من أنواع التخطيط :

و ذلك يؤدي إلى وجود مرجعية تخطيطية عند إعادة الصياغة و الهيكلة .

٢/٢/٣ رصد المشكلات :

١/٢/٣ رصد المشكلات المستتجة من خلال التحليل العمراني للموقع :

وذلك من خلال الرسومات و الخرائط و التحليل السابق لإكتشاف أماكن و نقاط المشكلات التي حدثت نتيجة العوامل السابق ذكرها في بند (٢) .

٢/٢/٣ التسجيل و الرصد الفوتوغرافي لأماكن المشكلات :

حيث يعتبر التصوير الفوتوغرافي من أهم الأدوات التي تساعد في رصد و إظهار المشكلات العمرانية مثل التزاحم أو الإعاقات الحادثة نتيجة التقاطعات غير المرغوبة ، أو إظهار الفراغات الفارغة المهجورة و غير المستخدمة نتيجة عدم ملائمتها لندرة عناصر الإطلال أو عدم كفاية المقاعد أو الخدمات أو غيرها .

٣/٢/٣ إستبيان شكاوى المستعملين :

فلا معنى لتصميم عمراني للحرم الجامعي دون إستبيان لأراء و شكاوى المستعملين بكل مستوياتهم بداية من الطلبة و هم المستعمل الأساسى و الموظفين إلى أعضاء هيئة التدريس و أيضاً الزائرين .

٣/٣ دراسة إعادة هيكلة و تحقيق نظام الفراغات المفتوحة :

١/٣/٣ تحديد الثوابت و المتغيرات :

فلا بد من معرفة الثوابت باعتبارها أمر واقع لا بد من قبولة و التعامل معه و ذلك مثل المباني و بعض الطرق الرئيسية و المداخل التي لها علاقة بالظروف الخارجية المحيطة بالموقع و نقاط الوصول .. الخ . و كذلك إدراك المتغيرات التي يمكن طرح البدائل من خلال دراستها و معرفة إمكانيات و أبعاد التحرك فيها .

٢/٣/٣ تعريف الفراغات العمرانية و تحديد وظائفها :

إن تعريف الفراغات العمرانية و تسميتها و تحديد وظائفها هو الخطوة الأولى و الهامة لتحديد متطلبات هذه الفراغات و التي بناء عليها يمكن طرح الحلول و البدائل لها .

٣/٣/٣ إعادة هيكلة مسارات و خطوط حركة المشاة و السيارات :

تعتبر الفراغات الوظيفية و المباني في الحرم الجامعي بمثابة الجسم بالنسبة للكانن الحي و تعتبر الفراغات المفتوحة و مسارات و خطوط حركة المشاة الرئيسية و الفرعية و طرق السيارات بمثابة الهيكل العظمي الذي يؤدي إلى تماسك هذا الجسم و منه تصل إلبه جميع الإمدادات ، و يعتبر العصب الرئيسي للمشاة و المترابط مع الفراغات الرئيسية للمشاة بمثابة العمود الفقري (main spine) للحرم الجامعي و الذي يتدفق من خلاله جميع المشاة للوصول إلى مناطقهم المتنوعة ، و فية و في الفراغات المفتوحة تتم الحياة الجامعية النشطة ، و لذلك لا بد من الإهتمام بدراسة و مراعاة أن يتوفر فيه كافة الخدمات و الإحتياجات و الخدمات العامة و الأكاديمية .

٤/٣ دراسة الإمتداد المستقبلي :

و ذلك لتحديد أماكن المباني و حركة و إنتظار السيارات و مسارات المشاة و ذلك تجنباً لحدوث مشكلات أخرى في المستقبل .

٢- المشكلات العمرانية التي يمكن ان تحدث للحرم الجامعي بالمجتمعات النامية :
 ١/٢ المشكلات الناتجة عن عدم الإلتزام بالفكر العمراني الأساسي في التخطيط وتوزيع المناطق والفراغات
 والمباني :

ويحدث ذلك في غياب او تهميش دور الأشراف والمتابعة و المراجعة التصميمية و الفنية من المصمم العمراني و
 عدم إحترام التخصصات في إتخاذ القرارات العمرانية .. فأحيانا تكون القرارات العمرانية بإضافة أو إزالة مباني أو
 فراغات خارجية عن طريق المعماري فقط - وذلك على أحسن الفروض - أو تكون أطروحات فردية من غير
 متخصص و يعمل بها من أصحاب القرارات الإدارية و التنفيذية .
 ويتسبب ذلك في عدة مشكلات يمكن تلخيص أهمها في الآتي :

١/١/٢ فقدان المرونة و قابلية الإمتداد و التي غالبا ما تكون موجودة في المخطط الأصلي بإعتبار أنه تم عمله من
 قبل عمرانيين متخصصين .

٢/١/٢ التعدد الصريح على الفراغات الخارجية بإعتبارها فراغات صالحة لإضافة مباني جديدة للتغلب على
 المشكلات الوظيفية دون مراجعة المصمم العمراني .

٣/١/٢ يحدث - في أغلب الأحيان - عدم الإلتزام بالفكر العمراني الأساسي عند إضافة مباني جديدة أن يتمسك
 المعماري برغبة الفردية في تمييز مبناه الجديد عن المباني القائمة بالجامعة متناسيا أنه بصمم في
 المحتوى العمراني العام للجامعة و أنه من الضروري الإلتزام بكل مقوماته العمرانية سواء من حيث
 الفراغات أو من حيث الطابع المعماري للمباني .

٤/١/٢ تغيير توزيع المناطق عن فكر المخطط الأساسي يؤدي الى تراكم مشكلات الترابط بين الوظائف و
 علاقات الإتصال بين المباني المستحدثة و المباني القائمة ، و خاصة عند عدم الدراسة الكافية لهذه
 العلاقات ، فتحدث مشكلات تقاطع خطوط حركة المشاة المؤدية إلى التزاحم غير المرغوب ، أو مشكلات
 التقاطع مع حركة السيارات و عدم الأمان و إعاقة الحركتين السيارات و المشاة على السواء .

٢/٢ المشكلات الناتجة عن الإحتياج إلى إضافة منشآت جديدة أو تعديل المنشآت الحالية :

و يحدث ذلك نتيجة إستحداث و وظائف جديدة لم يكن مخطط لها من قبل نتيجة عدم وضع خطة مستقبلية مرنة
 لإستيعاب المستجدات تراعي الإحتياجات الحالية و المستقبلية ، أو تحدث نتيجة التطور التكنولوجي الذي يدفع إلى
 الإحتياج إلى تطوير التجهيزات الحالية و الإحتياج الى تجهيزات جديدة ، أو إضافة مباني لهذه التجهيزات ، أو لتدريس
 علوم جديدة مستحدثة . كما يحدث الإحتياج لزيادة مباني جديدة أيضا نتيجة زيادة عدد الطلاب عن المقرر للجامعة وقت
 إنشائها . وتحدث المشكلات العمرانية نتيجة إضافة مباني جديدة عندما يكون المخطط العمراني غير مدروس مسبقا فية
 إمكانيات النمو و أساليبها بحيث تستوعب هذه الزيادات دون حدوث مشكلات . ويمكن تلخيص هذه المشكلات في الآتي :

١/٢/٢ تقلص مساحات الفراغات الخارجية الأمر الذي يهدد البيئة الجامعية و الحياة الإجتماعية و التفاعل النشط
 و أنشطة الفراغات المفتوحة من مذاكرة خارجية و لقاءات و محاورات و تعبير عن النفس و جميع صور
 التفاعل الإيجابي بين مستخدمي الجامعة .

٢/٢/٢ تقلص المسطحات الخضراء المفتوحة و التي تعمل كمنتهن للجامعة ككل .

٣/٢/٢ وضع المباني و المنشآت الجديدة لإستيفاء الإحتياجات بوضعية غير مدروسة نتيجة ضيق المساحة
 يؤدي الى فقدان و عدم الوضوح للفراغات الخارجية مما يفقدها قيمتها و وظائفها ، كما يؤدي الى عشوائية
 في توزيع نظام الفراغات المفتوحة خلال الموقع العام ككل .


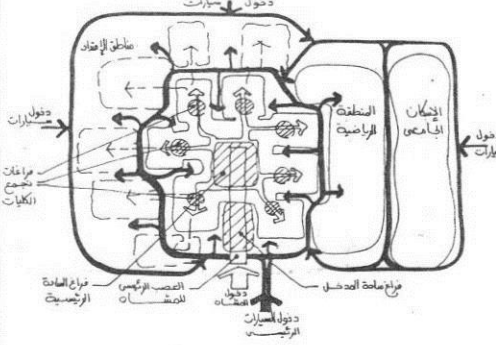
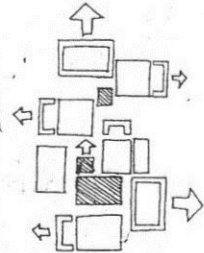

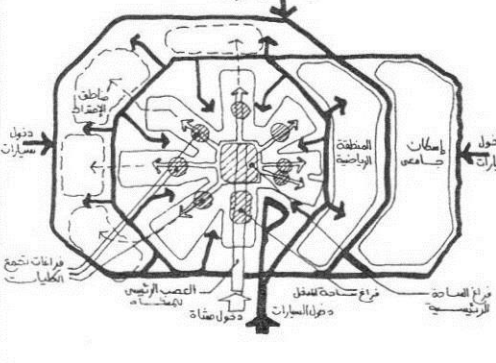
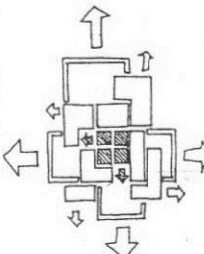


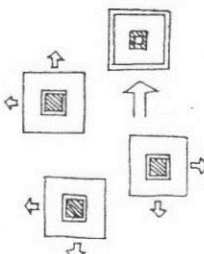
٤/٢/٢ ضياع كثيرا من فراغات إنتظار السيارات مما يؤدي إلى إنتظار السيارات في الشوارع المؤدية إلى
 الكليات بدلا من وجود ساحات مدروسة لإنتظار السيارات .

٣/٢ المشكلات الناتجة عن تنفيذ الحرم الجامعي على مراحل طويلة المدى :

و يحدث ذلك في البلاد النامية بشكل كبير نتيجة قلة الموارد المالية و تعطل التمويل و تعرض الإنشآت الى
 التوقف فترات طويلة نتيجة ظروف إقتصادية مختلفة ، و يتوأكب معها أسباب توقف أخرى نتيجة تخبط القرارات
 الإدارية و التنفيذية . و يحدث نتيجة ذلك عدة مشكلات يمكن إختصار أهمها في الآتي :

١/٣/٢ عدم إكمال الحرم الجامعي ككيان متكامل : مما يسمح بعمل التعديلات و الإضافات و التغييرات تبعاً لتغير
 و تعاقب الإدارات التي تختلف في توجهاتها و سياساتها تجاه الجامعة .

٢/٣/٢ تآثر المباني في أماكن متفرقة تبعاً لرغبات الإنشاء المختلفة و تفكك المسارات الرئيسية و الثانوية و فقد
 الإطلال على طول هذه المسارات نتيجة لعدم إكمال أعمال التشجير علاوة على عدم التوجه و الإهتمام
 لتطويرها .

أمثلة	تطبيق هيكل حركة المشاة و حركة السيارات	أسلوب التخطيط
<p>الجامعة التكنولوجية هولندا</p> 		<p>أسلوب الإنتشار المركزي Dispersed Centralization Type</p> 
<p>جامعة رانديسي جوهانسبرج</p> 		<p>التصميم المركزي Central Type</p> 
<p>جامعة كاليفورنيا سان دييجو</p> 		<p>التصميم بوحدات صغيرة منفصلة Molecular Type</p> 

شكل (٣) تطبيق هيكل حركة المشاة و السيارات على أساليب تخطيط الجامعات

١/٢/٢/١ فراغ المدخل الأمامي (The Front Porch) :

يمنح فراغ المدخل الأمامي إنتقالاً طبيعية ونفسية هامة من الحياة العامة للجامعة إلى الحياة الأكثر خصوصية بالنسبة للكلية أو القسم كمجتمع أصغر ، ويمكن أيضا أن يكون ذو معنى إجتماعي ودراسي هام. ويجب على المصمم تحديد مكانه عمرانيا ومعماريا بعناية وحتى يتأكد من أنه سيكون المدخل الفعلي والمستخدم ويعطي مؤشرا أو إتجاها صحيحا لدخول المبنى . ويجب أن يكون مظلل بالنهار ومضاء ليلا مع توفير المسطحات الخضراء الكافية وكذلك المقاعد ، ومصدر لشراء الطعام قريبا منه .

٢/٢/٢/١ الساحة الأمامية (The Front Yard) :

الساحة الأمامية عبارة عن فراغات خضراء تعمل كعازل بين الفراغات الخاصة بالكلية أو المبنى والفراغات العامة للجامعة . وتستخدم في إستراحة رواد مبنى القسم أو الكلية خلال فترات العمل لتخفيف حدة الضغط العصبي للعمل والدراسة وبعيدا عن الضوضاء ، ويجب ملاحظة أن في المناطق الحارة يمكن أن تعمل الأفتية الداخلية الطبة المظللة عمل الساحة الأمامية.

٣/٢/٢/١ الساحة الخلفية (The Back Yard) :

وكما أن للمبنى ساحة أمامية يمكن أن يكون له ساحة خلفية أكثر خصوصية للمبنى وتستخدم في الأنشطة والمناسبات الخاصة بالقسم أو الكلية حيث يكون مكان مناسب لعمل التصميمات أو النماذج الدراسية أو الإشتراك في الألعاب الخفيفة أو عمل الفصول الخارجية أو الأنشطة الخاصة بالأقسام التخصصية كل حسب إحتياجه.

٤/٢/٢/١ المدخل الخلفي (مدخل الخدمة) :

لا بد وأن يكون لمباني الجامعة مداخل خلفية للخدمات بعيدة عن أماكن الدراسة والفصول التعليمية تستخدم لركن الشاحنات وأعمال التسليم والتوزيع وتخزين المواد الضارة وجمع القمامة وغيرها ، وإستخدام المدخل الأمامي لهذه الأغراض يعوق ويدمر الحياة والتفاعل الإجتماعي ذلك بالإضافة إلى الشكل غير الجيد لصناديق القمامة وعربات نقلها .

٣/١ شبكة حركة وتوزيع المشاة :

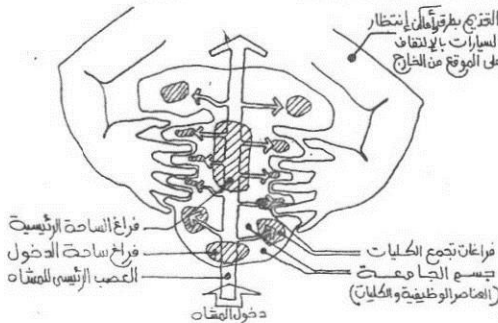
وهي تتكون من نظام متماسك من الخطوط الرئيسية والفرعية ويعتبر أهمها هو العصب الرئيسي (Main spine) للحركة بالجامعة وهو الذي يتولى توزيع الجموع كل إلى مبناه بداية من ساحة مدخل الجامعة مروراً بالساحة الرئيسية حيث يتخللها فراغات التجمع الثانوية ، ومن عصب الحركة الرئيسي تتفرع خطوط حركة المشاة الثانوية المؤدية للكليات . ويجب ألا يتقاطع نظام حركة المشاة نهائيا مع نظام حركة السيارات ويعتبر الوضوح والديناميكية والتماسك وتجنب الإستطالة والملل وتوفير الإظلال من أهم العوامل التي يجب مراعاتها في تصميم شبكة حركة المشاة

٤/١ شبكة حركة وانتظار السيارات :

وكما تتحكم حركة المشاة في الوصول إلى المباني والكليات بالجامعة من الداخل فإن نظام حركة السيارات يتحكم في الوصول إلى المباني والكليات من الخارج بحيث لا تتقاطع مع حركة المشاة بل تتفاعل معها لتكوين النظام الكلي للحركة بالجامعة ، وتندرج الشوارع من الرئيسي إلى الفرعي ملتفة من حول المباني من الخارج وحتى تنتهي بأماكن إنتظار السيارات في أماكن قريبة من المباني .

ويحدث الإختلاط بين السيارات والمشاة في الحرم الجامعي في الحالات الآتية :

- عندما تتقاسم السيارات والمشاة نفس نقطة الدخول للحرم الجامعي بدون عمل تصميم للفصل بينهما .
- عندما يفرض طريق المشاة إلى الطريق العام للسيارات أو يتقاطع معه بدون علامات تقاطع واضحة .
- عندما يكون إنتظار السيارات في شوارع وطرق المشاة .
- عندما تكون مداخل الخدمة بالسيارات تجاه فراغ المدخل الأمامي (أي عدم وجود مدخل خلفي للخدمة).
- عند إقامة مباني جديدة أو التخطيط لشوارع جديدة أو أماكن لإنتظار السيارات متجاهلين تدفق حركة المشاة وإتجاهاتها .



شكل (٢) فصل حركة السيارات عن المشاة في المنطقة الأكاديمية

ثانيا : فراغ الساحة الرئيسية (Major plaza Space) :

وهي لممارسة الأنشطة ذات الأعداء الكبيرة حيث تقام فيه المعارض والمهرجانات والإحتفالات أو الإستماع إلي الخطب الهامة ، وتعتبر عوامل التقاليد والمناخ والحضارة والدين من العوامل الهامة التي تساعد على تكوين تشكيلا قويا للساحة، وتوجد بعض الأسس والمقومات التي تساهم في نجاحها أو فشلها :

- توجد عنصر ربط إجتماعي بالساحة يدفع الناس للتجمع بها وتكرار تواجدهم بها مثل المهرجانات والإحتفالات .
- وجود العناصر المبهجة والجذابة مثل عناصر المياه والتشجير والاعمال الفنية .
- الإحاطة الجيدة بالمباني والإظلال .
- وجود مبنى مميز له دور كعلامة بصرية مميزة بالإضافة إلي النمط التشكيلي المميز لأرضية الساحة .
- دمج الساحة كجزء من النسيج مع ربطها بمسارات المشاة الرئيسية مع تعريضها بصريا للمسارات المختلفة .
- يجب أن يكون مقياس الساحة مناسباً وذمورنة عالية بحيث يستوعب إقامة المهرجانات والإحتفالات، وكذلك يتواجد أماكن ذات مقياس إنساني مناسب للمذاكر والتحدث والإستراحة بين الفصول .

٢/١/٢/١ الساحات وفراغات التجمع الثانوية :

أولا : فراغات الإستراحة وتناول الطعام :

تعتبر الجامعة نموذجا من محيط إجتماعي فريد ومتربط في تصميمه الحضري ، والمناطق الخضراء الطبيعية ذات التنسيق الجيد والمظلة التي لا تنتمي إلي مبنى معين تعتبر من أكثر التفضيلات في الحرم الجامعي كفراغات للإسترحة وتناول الطعام .

وتلعب هذه الفراغات العامة الخارجية والتي تعمل كمتنفس للناس دورا أساسيا في تخفيف الضغط عن الطلاب والموظفين بالجامعة ، حيث يجب أن تكون ذات مرونة عالية وتحتوي على التغييرات الممكنة من " الفراغات الحضرية النشطة " " Active / Urban Spaces " إلي " الفراغات الطبيعية الهادئة " " Passive / Natural spaces " لتستوعب التغييرات في أعمار ورغبات المستعملين ، كما يجب أن يتوفر فيها المقاعد والمناضد والإضاءة الليلية لتكون آمنة في الليل .

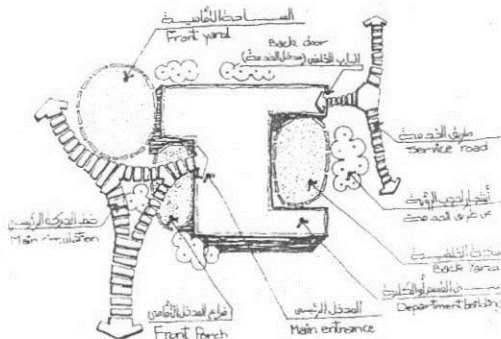
ثانيا : فراغات المذاكرة الخارجية :

وهي الفراغات التي يزول فيها الطلاب أنشطة المذاكرة و القراءة ويتناقشون فيها بين أوقات المحاضرات فالفراغات المؤتثة جيدا والمعنى بقاصيلها يجعلها ذات فاعلية ويخفف ذلك الضغط على المكتبة كمكان للمذاكرة . وتتواجد هذه الأماكن بالقرب من المباني التعليمية حتى يستطيع الطلاب المذاكرة أو بالقرب من مصادر الطعام بحيث يتمكنوا من تناول طعامهم أثناء المذاكرة ، ويجب أن تكون بعيدة عن وسائل وطرق المرور أو أماكن إنتظار السيارات حتى لا تشوش الضوضاء على التفكير ، كما يجب فصلها عن حركة المشاة الرئيسية بالزرع أو المستويات ، كما يمكن أن تكون في الأحواش نصف المغلقة والتراسات الخارجية للمكتبة والتي تصنع نوعا من التغيير عن القراءة بالداخل . ويمكن أن تكون في الأماكن المظلة بواسطة الأشجار الكبيرة التي تخلق فراغا ثانويا مع توفير المقاعد والمناضد المريحة .

٢/٢/١ الفراغات شبه العامة (التابعة لمبنى معين) Spaces Adjacent To Specific Building :

تعتبر نقطة التواجد الأساسية لكل طالب أو موظف أو عضو هيئة تدريس بالجامعة هي الفراغات حول المبنى الذي يتواجدون فيه يوميا لأداء الأنشطة الضرورية ، ويشعرون تجاهها بالإنتماء والماوى .

وإن عدم تفكير المصمم ودراسة أي من الفراغات سيكون فراغ المنخل الأمامي وأيهما الخلفي (حيث النفايات والقمامة وغيرها) يؤدي بلا شك إلي كثير من الإضطرابات في الوظائف في الفراغات حول مباني الجامعة ، وربما يبدو أن هذا الشيء بديهي ولكن له تنز بعد مباني الجامعات تكتشف هذه الإضطرابات عندما تم الإنتهاء من تنفيذها وأثناء عملها .



شكل (١) الفراغات التابعة لمبنى معين

٢/١/١ منطقة الإسكان الجامعي : وهي تشمل على الآتي :

- إسكان الطلبة والطالبات ، ويتم الفصل بينهم عن طريق المسطحات الخضراء والخدمات اللازمة لهم .
- إسكان أعضاء هيئة التدريس ، ويترج في حجمه ومستوياته طبقاً لإحتياجاتهم .
- إسكان الإداريين .
- المرافق اللازمة لخدمة منطقة الإسكان الجامعي .

٣/١/١ منطقة الأنشطة الرياضية :

وهي تشمل على ملاعب كرة القدم والتنس وحمامات السباحة ... الخ ، وهي تكون بمثابة رنة حيوية تفصل بين المنطقة الأكاديمية ، وبين الإسكان الجامعي ، وتزود بمدخل خاص للجمهور من خارج الحرم الجامعي ، ويراعى فيها سهولة إستعمالها كمنطقة مستقلة عن مباني الجامعة .

٤/١/١ منطقة أو مناطق الإمتدادات :

يعتبر النمو والإمتداد من أهم الملامح الأساسية لتكوين الجامعة ، فيوضع في الإعتبار التغيرات التي تحدث في الكم والكيف معا ولذلك يجب توفير منطقة أو مناطق للإمتدادات والنمو في جميع مناطق الجامعة السابق ذكرها ، مع مراعاة دراسة شكل التصميم الحضري للنمو الكلي النهائي للجامعة . ويجب أن يكون التخطيط من خلال إطار عمل فراغي طويل المدى بحيث يسمح بالنمو ، كما يجب أن تحدد الإحتياجات المستقبلية التي قد يتعرض لها تصميم الحرم الجامعي وفراغاته قبل بداية الإنشاء ، والتي يحدد على أساسها إختيار أسلوب التخطيط للحرم الجامعي وتصميم فراغاته العمرانية . ويجب أن تكون الفراغات في الحرم الجامعي القابل للتطور ديناميكية وسهلة النمو مع عامل الزمن ، ولذلك يكون " التشابه " هنا صفة جيدة في تصميم فراغات المناطق المتشابهة وظيفياً لأنه يشجع على النمو في وحدات تتجمع بسهولة جنباً إلى جنب خلال مناطق الحرم الجامعي ، وذلك مع مراعاة أن يكون " التباين " واضحا بين مختلف أنواع الفراغات الخاصة بتجمعات المباني ذات الوظائف المتباينة . فيجب أن يكون التباين واضحا في تصميم الفراغات المفتوحة الخاصة بالمباني التعليمية مثل الفصول والمعامل وبين الفراغات العامة لتجمع الأنشطة الترفيهية أو تلك التي يتجمع عليها المباني العامة .

٢/١ الفراغات المفتوحة بالمنطقة الأكاديمية :

تتنوع الفراغات الخارجية في الحرم الجامعي تبعاً للوظائف والأنشطة والإستخدامات ومكانها في الموقع العام .

١/٢/١ الفراغات العامة (Common Campus Outdoor Spaces) :

الفراغات العامة بالجامعة هي الفراغات التي ليست في دائرة أو محيط مبنى معين ، وهي التي يصب فيها الأعداد الكبيرة من المستعملين ليتم توزيعهم من خلالها ، بالإضافة إلى الرموز والمعاني والأحاسيس التي تمد بها هذه الفراغات مستعملها فتخلق الروح وتصنع الشخصية الفريدة التي تتميز بها الجامعة عن غيرها من تجمعات المباني .

١/١/٢/١ الساحات وفراغات التجمع الرئيسية :

أولا : فراغ مدخل الحرم الجامعي (Campus Entrance Space) :

هو أول ما يستقبل الطالب والزائر ويعطي الإلتطباع الأول ولذلك فإن الرمز والقيمة التعبيرية يجب أن تكون من خصائصه الأساسية ، وكذلك الوضوح متمثلاً في إدراك الفراغ نفسه ثم إدراك بقية فراغات الجامعة عن طريق المتابعة الجيدة وعوامل الجذب المختلفة التي تحرك الجموع كل إلى هدفه .

ويعتبر المدخل الرئيسي الفعلي بالنسبة للمستعملين هو المدخل الأكثر إستعمالاً والذي يأتي عن طريقه أكبر عدد منهم يوميا ، وإختيار المكان الخاطئ للمدخل يجعله شبه مهجوراً ويفقده كثيراً من قيمته ووظيفته .

ويجب أن يحتوي فراغ المدخل على أماكن للتجمع وتناول الطعام أو القراءة المريحة أو الوقوف لقراءة الملاحظات والإعلانات ، كما يجب أن يحتوي على علامة مميزة (landmark) ترمز للجامعة وتضيف معاني حسية للفراغ ، ويجب فصل حركة السيارات نهائياً عن حركة الطلاب الداخلين الجامعة كمشاه حتى لا يحدث إختلاط للوظائف وأخطار للمشاة . ويفضل أن يكون طولها ديناميكياً ليعطي التوجيه الصحيح للمشاة تجاه محور الحركة الرئيسي والساحة الرئيسية للجامعة .

١- التركيب العمراني للجامعة :

لإمكانية التعامل مع الحرم الجامعي لابد من فهمه ككيان عمراني متكامل فهو يشبه بشكل كبير المدينة ، حيث تصب في الفراغات العامة للحرم الجامعي الأعداد الكبيرة من الطلبة والموظفين وأعضاء هيئة التدريس والزائرين وغيرهم يوميا ، فتعمل الفراغات على الجمع ثم التوجيه ثم التوزيع لكل هذه الأعداد ، وذلك علاوة على الوظيفة الإجتماعية لهذه الفراغات وتأثيراتها النفسية والثقافية وأيضا الرموز والمعاني والأحاسيس التي تصنع الشخصية الفريدة التي تتميز بها الجامعة عن غيرها من المؤسسات أو جمعيات المباني الإدارية البحتة .
ولهذا فإنها لتكون نظرة قاصرة عنديا يهتم مصمم الجامعة بترتيب وضعية المباني بغض النظر عن الفراغات الناتجة ، أو أن ينظر إليها على أنها مجرد مجموعات من المباني المترابطة لتأدية وظيفة ، ويتخللها مسطحات خضراء ويخدم عليها شبكة من طرق التوصيل .

١/١ مناطق الحرم الجامعي :

تتكون الجامعة بصفة عامة من أربعة مناطق وظيفية رئيسية متميزة كالتالي :

- * المنطقة الأكاديمية .
- * منطقة الأنشطة الرياضية .
- * منطقة الإسكان الجامعي .
- * منطقة أو مناطق الإمتدادات المستقبلية .

١/١/١ المنطقة الأكاديمية :

وهي تمثل الكيان الرئيسي للجامعة والذي يمارس فيه جميع الأنشطة الأكاديمية للجامعة من تعليم وأبحاث وخدمات ، وتتكون بصفة عامة من المناطق الآتية :

١/١/١/١ المناطق والفراغات العامة الرئيسية : وتتكون من العناصر الآتية :

- مباني الإدارة والمباني العامة للجامعة : وهي تضم رئاسة الجامعة التي تتكون من الجهاز التنفيذي والمعاملات وشئون الطلاب ومركز الإستعلامات والكمبيوتر والمكتبة المركزية وقاعة المؤتمرات والإحتفالات والإجتماعات الكبرى ، والمركز الطلابي (مبنى الإتحاد) الذي يتجمع فيه مجالات النشاط الإجتماعي ، بالإضافة إلى المسجد وقاعات الإجتماعات العامة الكبيرة والمتوسطة .
- الفراغات التعليمية العامة لخدمة الجامعة : وهي تشمل على المساح التعليمية المركزية وقاعات الإستماع الكبيرة .
- الخدمات العامة للجامعة : وذلك مثل المحلات التجارية ومكتبات بيع الكتب وأماكن الطعام والكافيتريات والأنشطة الترفيهية العامة ، وهذه العناصر تعتبر " النواة المكزية " التي يتجمع حولها الحرم الجامعي ويراعى أن تكون في موقع متوسط حيث مكان التجمع الأكبر للطلبة وتطل على الساحة الرئيسية ، وعلى المحور الرئيسي للحرم الجامعي .

٢/١/١/١ مناطق الكليات : وهي تضم كليات الدراسات الإنسانية وكليات الدراسات العلمية والمرافق والمنشآت الملحقة بهم وتتكون من العناصر الآتية :

- الفراغات التعليمية المتوسطة السعة المنتمية للكليات : وذلك مثل غرف المحاضرات لعدد من (٣٠ - ٩٠) طالب .
 - الفراغات التعليمية الصغيرة وفراغات البحث التابعة للأقسام : وذلك مثل غرف الطلاب والمدرسين والمعامل التدريبية الخاصة .
 - المناطق الترفيهية والمرافق الفرعية الخاصة بالكليات والأقسام .
- وعند تصميم منطقة الكليات يجب ملاحظة ترابط العلاقة الدراسية بين كلية وأخرى ، ولذلك يجب وضع الكليات بطريقة مرتبة ذات صلة فراغية جيدة وواضحة بالنسبة لبعضها البعض طبقا لعلاقة كل منهما بالأخرى .

٣/١/١/١ مناطق الخدمات الفرعية والخدمات التكنولوجية وخدمات المجتمع التابعة للجامعة :

وهي تشمل على المناطق الآتية :

- مناطق فراغات الأبحاث والمعامل العامة : مثل غرف الأبحاث الخاصة والمعامل .
- المناطق الفرعية للخدمات الفنية المحلية للجامعة : وذلك كالمخازن والورش وغيرها .
- منطقة التجارب التكنولوجية وخدمات المجتمع التابعة جميعها للجامعة : وذلك لمختلف التنظيمات الصناعية والإجتماعية ، والمباني النصف تكنولوجية والعيادات ... الخ .
- المناطق الزراعية للخدمات التكنولوجية المركزية للجامعة : وذلك مثل مناطق الزراعة المركزية وخدمات المقصف والجراجات والمغسلة ... الخ .

المشكلة تقديم وعرض :

تعتبر الفراغات العمرانية محددا أساسيا في تصميم مشروعات المباني الأكاديمية كالجوامع والمعاهد ... وغيرها . حيث لا يمكن للمصمم التغاضي عنها أو تجاهلها منذ بداية مراحل التصميم وحتى إنهاء أدق التفاصيل . فمفهوم الجامعة أو المباني الأكاديمية لا يعني مجموعة من المباني المتراسة في مكان واحد ترتبط بعلاقات إدارية لتحقق الوظيفة التعليمية ، ولكنها تعني بالصورة الأوسع الجمع والشمول للطلبة وهنة التدريس والإداريين والمنشآت والفراغات ومؤثرات المكان في منظومة واحدة تسهم في خلق المجتمع الأكاديمي الذي تدعمه الروابط الثقافية : الروحية والإجتماعية حيث تتبادل الأفكار ، وتتضج الآراء وتتلور شخصيات العلماء والأدباء وفناني المستقبل . وعند بداية التصميم يتم وضع مخطط أساسي شبه متكامل تبعا لإحتياجات معينة ثم تحدث المتغيرات على مدار السنين نتيجة المتطلبات والظروف المختلفة ، كإدخال وظائف جديدة أو زيادة أعداد الطلاب مما يتطلب إضافة مباني جديدة وغيرها ، ويحدث ذلك بشكل أكبر في البلاد النامية حيث يتم تنفيذ أمثال هذه المشروعات خلال مراحل طويلة المدى . وتكمن إشكالية البحث في الأثر السلبي على النتائج الفراغية النهائي في حالة التغاضي عن دور المصمم العمراني في المتابعة والسيطرة على الفراغات العمرانية وربطها بالإحتياجات والمتطلبات الوظيفية المادية والمعنوية ، وكذلك دوره في علاج المشكلات ، وصياغة النتائج الفراغية بما يتوافق مع الأوضاع الحالية ، وكذلك وضع التصورات والتوقعات المستقبلية بما يحقق التكامل معها في منظومة فراغية واحدة.

الهدف من البحث :

يهدف البحث إلى الآتي :

١. رصد مشكلات الفراغات العمرانية الناتجة عن المتغيرات والظروف المختلفة التي تحدث لمشروعات المباني الأكاديمية .
٢. طرح مدخل للتعامل مع مشكلات الفراغات العمرانية بمشروعات المباني الأكاديمية القائمة للوصول إلى إمكانية إعادة صياغة و هيكله الفراغية بما يتوافق مع الأوضاع القائمة الحالية .

مدخل للتعامل مع مشكلات الفراغات العمرانية
بمشاروعات المباني الأكاديمية القائمة
(دراسة حالة الحرم الجامعي لجامعة حلوان و كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان)

**A Methodology for Dealing with Urban Spaces
Problems of Existing Campus
(Case Study of Helwan University Campus
& Faculty of Eng. – Mataria – Helwan University)**

أ.م.د/ محمود طه محمود سليم - أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان

Abstract

Urban spaces are considered a fundamental issue in designing campus buildings, projects such as universities, colleges, institutes....etc.

The designer cannot ignore such issue from the beginning of the design phases till the finest details; since the meaning of campus isn't just a number of buildings grouped in one place connected with administrative relations to achieve the educational purpose, it means from a wider perspective; gathering and enclosing students, staff, employees, buildings and spaces in one system which contributes in creating the academic society supported by cultural, spiritual and social relations where ideas are exchanged, opinions mature and the personalities of future scientists , authors and artists are created.

In the beginning, a semi-integrated master plan is designed according to specific needs. Then; over the years; variables result from different requirements and circumstances such as introducing new functions, the increase in students' numbers which requires constructing new buildings ...etc. such case occurs in the growing countries where such projects are executed through long term phases.

The paper's problem concentrates on the negative effects on the final resulted spaces in case of ignoring the designer's role in following and controlling urban spaces, connecting them to the functional requirements and needs, solving the problems and reforming an open space system suitable to the current situation as well as the future visions and predictions which integrates with it in one spatial system.



5- التوصيات

يتضح في ضوء نتائج البرنامج العملي للبحث وفي ضوء المتغيرات التي تمت دراستها أن إجراء تجربة التحميل يكون مناسباً للحكم على كفاءة البلاطات المعيبة في بعض الحالات وغير مناسب لحالات أخرى.

1. ويوصى بإجراء تجربة التحميل بالبلاطات المعيبة في الحالتين التاليتين:
عند وجود نقص في سمك البلاطة المختبرة سواء كان منفرداً أو مصحوباً بالنقص في مقاومة الضغط و/أو النقص في صلب التسليح.
2. اجتماع كل من: النقص في مقاومة الضغط والنقص في نسبة صلب التسليح بالبلاطة المختبرة.

وعلى الجانب الآخر فإن النقص في مقاومة الضغط للخرسانة أو النقص في نسبة صلب التسليح – إذا وجد منفرداً – لا يؤثر تأثيراً كبيراً على قيم الترخيم المسجلة أثناء تجربة التحميل بالرغم من تأثيره الواضح على مقاومة البلاطة وحملها الأقصى، وبالتالي فإن تجربة التحميل تصبح غير مناسبة في هذه الحالات لإظهار تأثير هذه العيوب بالبلاطات المختبرة على كفاءتها.

6- شكر وتقدير

يتقدم الباحثان بخالص التقدير والعرفان لكل العاملين بمعمل اختبارات المواد بمعهد بحوث خواص المواد وضبط الجودة بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء على جهودهم المشكور أثناء مراحل البرنامج العملي للبحث من صب وتحميل واختبار العينات.

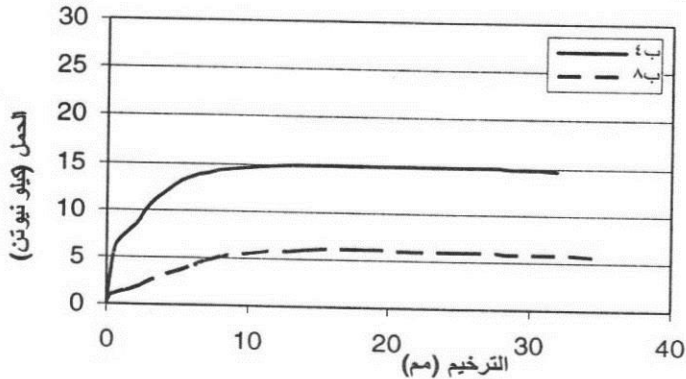
7- المراجع

1. الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية – كود رقم 203 لسنة 2007.
2. الملحق الثالث للكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية – دليل الاختبارات المعملية لمواد الخرسانة إصدار 2003.
3. ACI- 318- 2008 (American Concrete Insitute).
4. UBC- 97 (Uniform Building Code).
5. تقارير تجارب التحميل لعدد من المنشآت بمختلف أنحاء الجمهورية والمعدة بمعرفة معهد خواص المواد وضبط الجودة بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء بجمهورية مصر العربية.
6. المواصفات القياسية المصرية م ق م 1658 / 1991 الجزء الخامس: " طريقة عمل مكعبات الاختبار من الخرسانة الطازجة".
7. ISO 4012 Concrete - Determination of Compressive Strength of Test Specimens.
8. المواصفات القياسية المصرية م ق م 6828 – 1 لسنة 2009 والخاصة باختبارات صلب التسليح.

3. ظهر تأثير النقص في العمق ملموساً على نتائج تجربة التحميل. حيث أدى النقص في عمق البلاطة بمقدار 20% من العمق الأصلي إلى زيادة قيمة سهم الانحناء بعد 24 ساعة من التحميل إلى أكثر من الضعف، وعندما زاد النقص في العمق إلى 38% كانت قيمة سهم الانحناء بعد 24 ساعة من التحميل أكثر من خمسة أضعاف قيمة سهم انحناء بلاطة التحكم.
4. تأثرت مقاومة البلاطات المختبرة وجساءتها وماتنتها سلباً عندما نقص عمقها. فقد تسبب النقص في العمق بنسبة 20% من عمق بلاطة التحكم في نقص الحمل الأقصى للبلاطة بنسبة 17.9%. وعندما زاد النقص في العمق إلى 38% كانت نسبة الانخفاض في الحمل الأقصى للبلاطة المختبرة قدراها 44.5%.
5. عندما اجتمعت العوامل السلبية معاً (النقص في كل من مقاومة الضغط للخرسانة وصلب التسليح الرئيسي والعمق) كانت الزيادة في القيمة المسجلة لسهم الانحناء أثناء تجربة تحميل البلاطة المختبرة كبيرة جداً. وكلما زادت سلبية هذه العوامل (كما في حالة البلاطة بـ 8) ازداد السلوك الإنشائي للبلاطة المختبرة سوءاً لتصبح خارجة تماماً عن حدود القبول بالكود المصري.
6. عندما حدث نقص في مقاومة الضغط 40% ونسبة صلب التسليح 24% والعمق 20% من القيم الأصلية لبلاطة التحكم سجلت البلاطة المعيبة خلال تجربة التحميل سهم انحناء بعد 24 ساعة من التحميل حوالي عشرة أضعاف قيمة سهم الانحناء المسجل لبلاطة التحكم. وعندما زاد النقص ليصل إلى 60% في مقاومة الضغط و44% في نسبة صلب التسليح و38% في العمق من القيم الأصلية لبلاطة التحكم سجلت البلاطة حوالي خمسة وعشرين ضعف لقيمة سهم انحناء بلاطة التحكم. وبالتالي فإن هذه الزيادة الكبيرة في ترخيم هاتين البلاطتين المعيبتين جعلتهما لم تبقا بحدود القبول بالكود.
7. عندما حدث نقص في مقاومة الضغط 40% ونسبة صلب التسليح 24% والعمق 20% من القيم الأصلية لبلاطة التحكم انخفض الحمل الأقصى للبلاطة إلى أقل من نصف قيمته الأصلية، وكذلك انخفضت كل من جساءة وماتنة البلاطة المعيبة إلى أقل من قيم بلاطة التحكم. وعندما زاد النقص ليصل إلى 60% في مقاومة الضغط و44% في نسبة صلب التسليح و38% في العمق من القيم الأصلية لبلاطة التحكم انخفض الحمل الأقصى للبلاطة إلى أقل من ربع قيمته الأصلية، كما انخفضت جساءة وماتنة البلاطة المعيبة إلى حوالي 20% و 16% على الترتيب من قيم بلاطة التحكم.
8. بالرغم من أن التأثير المنفرد لأي من النقص في مقاومة الضغط أو النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي كان محدوداً جداً خلال تجارب التحميل ويمكن ألا يؤخذ في الاعتبار، إلا أن التأثير كان مختلفاً وواضحاً عندما اجتمعا معاً. فقد تسبب اجتماعهما خلال تجربة التحميل في زيادة قيمة سهم الانحناء بعد 24 ساعة من التحميل إلى حوالي خمسة أضعافه. أي أنه قد يكون هناك بعض العوامل قد تكون غير مؤثرة – إذا أثرت فرادى – على سلوك البلاطات الخرسانية خلال تجارب التحميل، ولكن يكون تأثيرها ظاهراً وكبيراً إذا اجتمعت على البلاطات المختبرة. وهذا قد يُفسر بسبب التأثير القوي للعاملين معاً على كل من قيمة معايير المرونة للخرسانة وعزم القصور الذاتي للقطاع الخرساني مما يزيد من ترخيم البلاطة أثناء تحميلها مما أدى إلى خروج البلاطة المعيبة من مرحلة المرونة، وهو ما قد أدى أيضاً إلى عدم استرجاع البلاطات التي تحتوي على أكثر من عيب لمعظم ترخيمها بعد إزالة حمل تجربة التحميل.
9. عندما اجتمع النقص في العمق مع النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي كان التأثير واضحاً خلال تجارب التحميل للبلاطات الخرسانية. فقد زادت قيمة سهم الانحناء خلال تجربة التحميل بعد 24 ساعة من التحميل إلى أكثر من ثمانية أضعافه. هذا بالرغم من أن تأثير النقص في نسبة صلب التسليح فقط كان محدوداً للغاية على نتائج تجارب التحميل، كما أن النقص في العمق كان تأثيره المنفرد أقل كثيراً مما ظهر عندما اجتمع مع النقص في نسبة صلب التسليح.
10. عندما اجتمع أيضاً النقص في العمق مع النقص في مقاومة الضغط للخرسانة كان التأثير واضحاً خلال تجارب التحميل للبلاطات الخرسانية. فقد زادت قيمة سهم الانحناء خلال تجربة التحميل بعد 24 ساعة من التحميل إلى أكثر من ثلاثة وعشرين ضعف. هذا بالرغم من أن تأثير النقص في مقاومة الضغط فقط كان محدوداً للغاية على نتائج تجارب التحميل، كما أن النقص في العمق كان تأثيره المنفرد أقل كثيراً مما ظهر عندما اجتمع مع النقص في مقاومة الضغط للخرسانة.

3-2-3-7 التأثير المركب لكل من النقص في عمق القطاع ومقاومة الخرسانة للضغط

يظهر التأثير المركب للنقص في كل من عمق القطاع ومقاومة الخرسانة للضغط على سلوك البلاطات الخرسانية المختبرة من مقارنة نتائج البلاطات المتشابهة في نسبة التسليح الرئيسي فقط ومختلفة في العمق ومقاومة الضغط للخرسانة. ولمعرفة هذا التأثير يمكن مقارنة نتائج البلاطتين ب4، ب8 (انظر جدول رقم 1). ويوضح الشكل رقم (18) العلاقة بين الحمل المؤثر على العينة والترخيم في منتصف بحر التحميل لكل من البلاطتين ب4، ب8.



شكل رقم (18): التأثير المركب للنقص في عمق القطاع ومقاومة الضغط للخرسانة على العلاقة بين الحمل والترخيم للبلاطتين ب4، ب8

ويظهر من الشكل السابق رقم (18) أن كلاً من مقاومة البلاطات المختبرة وجساءتها وممانتها قد تأثرت سلباً بصورة واضحة جداً عندما اجتمع النقص في العمق مع النقص في مقاومة الخرسانة للضغط. فالبلاطة ب8 التي نقص فيها عمق القطاع إلى حوالي 62% ومقاومة الخرسانة للضغط إلى 41% من البلاطة ب4 سجلت انخفاصاً في الحمل الأقصى قدره 59.4% مقارنة بالحمل الأقصى للبلاطة ب4. وعلى الجانب الآخر، وعندما اجتمع النقص في العمق مع النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي كان التأثير واضحاً خلال تجارب التحميل للبلاطات الخرسانية. فقد سجلت البلاطة ب8 خلال تجربة التحميل سهم انحناء بعد 24 ساعة من التحميل ثلاثة وعشرين ضعف قيمة سهم الانحناء المسجل للبلاطة ب4. هذا بالرغم من أن تأثير النقص في مقاومة الضغط للخرسانة فقط كان محدوداً للغاية على نتائج تجارب التحميل، كما أن النقص في العمق بنسبة 38% كان تأثيره المنفرد أقل كثيراً مما ظهر عندما اجتمع مع النقص في مقاومة الضغط للخرسانة، انظر البند رقم 1 - 3.

4- الخلاصة

في ضوء المتغيرات التي تم تناولها خلال مرحلتي الدراسة بالبحث الحالي، حيث اشتملت المرحلة الأولى على إجراء تجارب التحميل للبلاطات الخرسانية بينما تم في المرحلة الثانية تحميل العينات حتى الكسر تحت تأثير إجهادات الانحناء، فقد تم التوصل إلى مايلي:

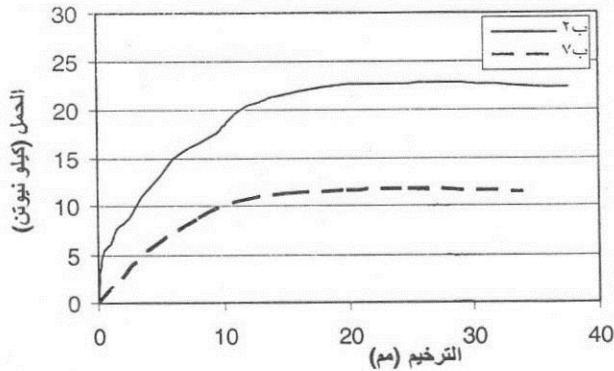
1. لم تؤثر بعض العيوب مثل النقص في مقاومة الضغط أو النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي عند وجودها منفردة تأثيراً كبيراً على سلوك البلاطات الخرسانية أثناء تجربة التحميل، حيث أن هاذين العيبين لهما تأثير محدود على قيمة الترخيم الحادث للبلاطة أثناء تحميلها.
2. بالرغم من وضوح تأثير نسبة صلب التسليح على مقاومة البلاطات الخرسانية والحمل الأقصى لها، يتلاحظ أن هذا التأثير لم يظهر على الإطلاق خلال تجارب تحميل هذه البلاطات حيث أنه لم يتغير سلوك البلاطات الخرسانية التي نقص تسليحها الرئيسي بنسبة تصل إلى 44% خلال تجربة التحميل في حين أن الحمل الأقصى للانحناء بالانحناء نقص بنسبة 38.6% من الحمل الأقصى لبلاطة التحكم. أي أنه قد تسجل البلاطة الخرسانية المعيبة نفس سلوك البلاطة السليمة أثناء تجربة التحميل بالرغم من كونها تعاني نقصاً حاداً في مقاومتها.

ويوضح الشكلان السابقان رقماً (15)؛ (16) أن كلاً من مقاومة البلاطات المختبرة وجسائتها ومئاتها قد تأثرت سلباً بصورة واضحة عندما اجتمع النقص في مقاومة الضغط مع النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي. فالبلاطة ب7 التي نقصت فيها مقاومة الضغط إلى حوالي 62% ونسبة صلب التسليح إلى 76% من البلاطة ب2 سجلت حملاً أقصى قدره 11.79 كيلو نيوتن بنسبة انخفاض قدرها 40.8% عن الحمل الأقصى للبلاطة ب2. وعندما زاد النقص كما في البلاطة ب6 التي نقصت فيها مقاومة الضغط إلى حوالي 42% ونسبة صلب التسليح إلى 56% من البلاطة ب2 سجلت حملاً أقصى قدره 6.04 كيلو نيوتن بنسبة انخفاض قدرها 55.1% عن الحمل الأقصى للبلاطة ب2.

وعلى الجانب الآخر، وبالرغم من أن التأثير المنفرد لأي من النقص في مقاومة الضغط أو النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي كان محدوداً جداً خلال تجارب التحميل ويمكن ألا يؤخذ في الاعتبار - كما ظهر بالبند رقم 3 - 1 - إلا أن التأثير كان مختلفاً وواضحاً عندما اجتمعاً معاً. حيث سجلت البلاطتان ب7، ب6 خلال تجربة التحميل سهم انحناء بعد 24 ساعة من التحميل حوالي خمسة أضعاف قيمة سهم الانحناء المسجل لكل من البلاطتين ب2، ب6، على الترتيب. أي أنه قد تكون هناك بعض العوامل غير مؤثرة - إذا أثرت فرادى - على سلوك البلاطات الخرسانية خلال تجارب التحميل، ولكن يكون تأثيرها ظاهراً وكبيراً إذا اجتمعت على البلاطات المختبرة.

3-2-3-6 التأثير المركب لكل من النقص في عمق القطع ونسبة التسليح الرئيسي

يظهر التأثير المركب للنقص في كل من عمق القطع ونسبة التسليح الرئيسي على سلوك البلاطات الخرسانية المختبرة من مقارنة نتائج البلاطات المتشابهة في مقاومة الضغط للخرسانة فقط ومختلفة في العمق ونسبة التسليح الرئيسي. ولمعرفة هذا التأثير يمكن مقارنة نتائج البلاطتين ب2، ب7 (أنظر جدول رقم 1). ويوضح الشكل رقم (17) العلاقة بين الحمل المؤثر على العينة والترخيم في منتصف بحر التحميل لكل من البلاطتين ب2، ب7.



شكل رقم (17): التأثير المركب للنقص في عمق القطع ونسبة صلب التسليح الرئيسي على العلاقة بين الحمل والترخيم للبلاطتين ب2، ب7

ويظهر من الشكل السابق رقم (17) أن كلاً من مقاومة البلاطات المختبرة وجسائتها ومئاتها قد تأثرت سلباً بصورة واضحة عندما اجتمع النقص في العمق مع النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي. فالبلاطة ب7 التي نقص فيها عمق القطع إلى حوالي 80% ونسبة صلب التسليح إلى 76% من البلاطة ب2 سجلت انخفاضاً في الحمل الأقصى قدره 48.2% مقارنة بالحمل الأقصى للبلاطة ب2.

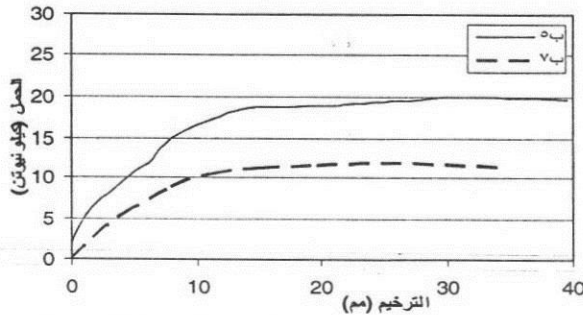
وعلى الجانب الآخر، وعندما اجتمع النقص في العمق مع النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي كان التأثير واضحاً خلال تجارب التحميل للبلاطات الخرسانية. فقد سجلت البلاطة ب7 خلال تجربة التحميل سهم انحناء بعد 24 ساعة من التحميل أكثر من ثمانية أضعاف قيمة سهم الانحناء المسجل للبلاطة ب2. هذا بالرغم من أن تأثير النقص في نسبة صلب التسليح فقط كان محدوداً للغاية على نتائج تجارب التحميل، كما أن النقص في العمق بنسبة 20% كان تأثيره المنفرد أقل كثيراً مما ظهر عندما اجتمع مع النقص في نسبة صلب التسليح، انظر البند رقم 1 - 3.

يظهر من الشكلين السابقين رقمي (13)، (14) أن كلاً من مقاومة البلاطات المختبرة وجسائها ومئاتها قد تأثرت سلباً بصورة كبيرة جداً عندما اجتمع النقص في مقاومة الضغط مع النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي والعمق. فالبلاطة بـ7 التي نقصت فيها مقاومة الضغط إلى 60% ونسبة صلب التسليح إلى 76% والعمق إلى 80% من القيم الأصلية لبلاطة التحكم بـ1 سجلت حملاً أقصى قدره 11.79 كيلو نيوتن بنسبة انخفاض قدرها 51.3%. أي أن الحمل الأقصى انخفض إلى أقل من نصف قيمته الأصلية. كما انخفضت أيضاً جساءة ومئاته البلاطة إلى أقل من نصف قيم بلاطة التحكم. وعندما زاد النقص كما في البلاطة بـ6 لتصل مقاومة الضغط إلى 40% ونسبة صلب التسليح إلى 56% والعمق إلى 62% من القيم الأصلية لبلاطة التحكم بـ1 سجلت البلاطة المختبرة حملاً أقصى قدره 6.04 كيلو نيوتن بنسبة انخفاض قدرها 75.1%. أي أن الحمل الأقصى للبلاطة بـ6 انخفض إلى أقل من ربع قيمته الأصلية. كما انخفضت جساءة ومئاته البلاطة إلى حوالي 20% و16% على الترتيب من قيم بلاطة التحكم.

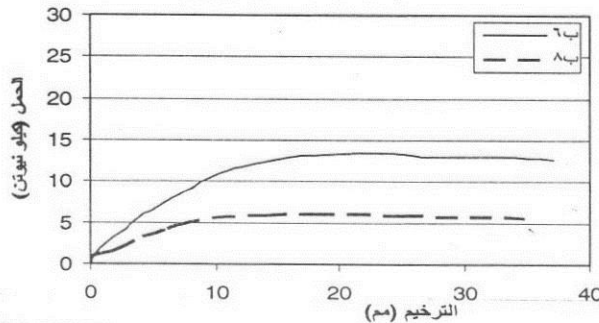
وعلى الجانب الآخر، فقد ظهر هذا التأثير أكثر وضوحاً خلال تجارب تحميل هذه البلاطات. حيث سجلت البلاطة بـ7 خلال تجربة التحميل سهم انحناء بعد 24 ساعة من التحميل حوالي عشرة أضعاف قيمة سهم الانحناء المسجل لبلاطة التحكم بـ1 بينما سجلت البلاطة بـ6 حوالي خمسة وعشرين ضعف لقيمة سهم انحناء البلاطة بـ1، كما ظهر بالشكل رقم (5) والجدول رقم (3). وتجدر الإشارة إلى أن هذه الزيادة الكبيرة في ترخيم تلك البلاطتين المعيبتين جعلتهما لم تقيا بحدود القبول بالكود.

3-5-2-3 التأثير المركب لكل من النقص في مقاومة الضغط ونسبة التسليح الرئيسي

لمعرفة التأثير المركب لمتغيرين مجتمعين معاً هما النقص في كلٍ من مقاومة الضغط للخرسانة ونسبة التسليح الرئيسي على سلوك البلاطات المختبرة يمكن مقارنة نتائج البلاطات المتشابهة في العمق فقط ومختلفة في مقاومة الضغط للخرسانة ونسبة التسليح الرئيسي. وبالتالي فيمكن مقارنة نتائج البلاطتين بـ5، بـ7 أو مقارنة نتائج البلاطتين بـ6، بـ8 (انظر جدول رقم 1). ويوضح الشكلان رقمًا (15)، (16) العلاقة بين الحمل المؤثر على العينة والترخيم في منتصف بحر التحميل لكلٍ من البلاطتين بـ5، بـ7 و البلاطتين بـ6، بـ8 على الترتيب.



شكل رقم (15): التأثير المركب للنقص في مقاومة الضغط ونسبة صلب التسليح الرئيسي على العلاقة بين الحمل والترخيم للبلاطتين بـ5، بـ7



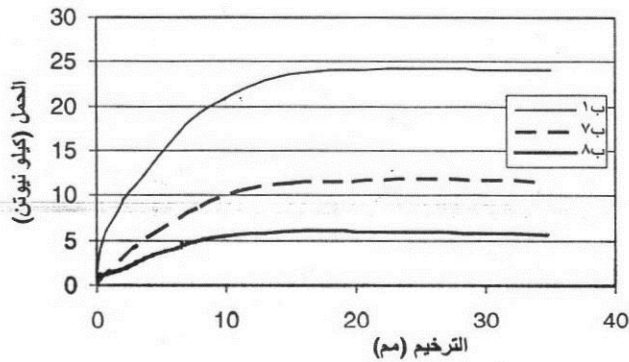
شكل رقم (16): التأثير المركب للنقص في مقاومة الضغط ونسبة صلب التسليح الرئيسي على العلاقة بين الحمل والترخيم للبلاطتين بـ6، بـ8

يتضح من الشكلين السابقين رقمي (11)، (12) أن مقاومة البلاطات المختبرة وجسائتها ومئاتها قد تأثرت سلباً عندما نقص عمقها. فقد تسبب النقص في العمق بنسبة 20% من عمق بلاطة التحكم بـ 1 في نقص الحمل الأقصى للبلاطة بـ 5 من 24.23 كيلو نيوتن إلى 19.90 كيلونيوتن (بنسبة انخفاض قدرها 17.9%). وعندما زاد النقص في العمق إلى 38% صار الحمل الأقصى للبلاطة المختبرة (بـ 6) 13.46 كيلو نيوتن بنسبة انخفاض قدرها 44.5%. أي أن العمق - وكما هو متوقع - قد أثر تأثيراً جذرياً على مقاومة البلاطات الخرسانية المختبرة.

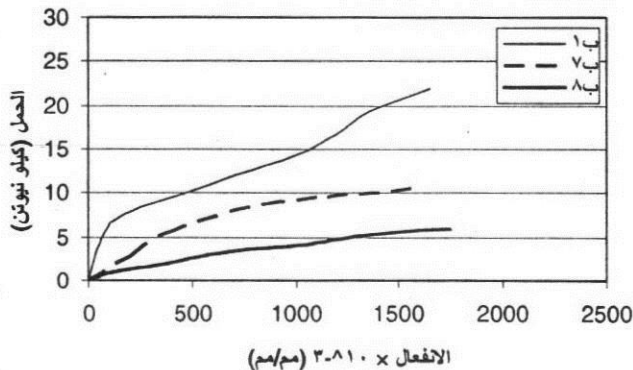
وعلى الجانب الآخر، وحيث ظهر تأثير النقص في العمق على مقاومة البلاطات الخرسانية بـ 5، وبـ 6 وحملهما الأقصى واضحاً، فقد ظهر هذا التأثير أكثر وضوحاً خلال تجارب تحميل هذه البلاطات. حيث سجلت البلاطة بـ 5 خلال تجربة التحميل سهم انحناء بعد 24 ساعة من التحميل أكثر من ضعف سهم الانحناء المسجل لبلاطة التحكم بـ 1 بينما سجلت البلاطة بـ 6 أكثر من خمسة أضعاف سهم انحناء البلاطة بـ 1، انظر الشكل رقم (5) والجدول رقم (3). وتجدر الإشارة إلى أنه بالرغم من الزيادة الكبيرة في ترخيم تلك البلاطتين المعيبتين إلا أن نتيجة تجربة التحميل للبلاطة بـ 6 كانت أقل من الحد الأقصى المسموح به طبقاً للكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية¹ وبالتالي فإنها تعتبر قد اجتازت التجربة بنجاح بينما لم تف نتيجة تجربة التحميل للبلاطة بـ 6 بحدود القبول بالكود.

3-2-3-4 التأثير المركب للنقص في مقاومة الضغط ونسبة التسليح الرئيسي والعمق

يظهر التأثير المركب للمتغيرات مجتمعة وهي النقص في كلٍ من مقاومة الضغط للخرسانة ونسبة التسليح الرئيسي والعمق للبلاطات المختبرة عند مقارنة نتائج البلاطات بـ 1، بـ 6، بـ 7. ويوضح الشكل رقم (13) العلاقة بين الحمل المؤثر على العينة والترخيم في منتصف بحر التحميل لهاتين البلاطتين، بينما يوضح الشكل رقم (14) العلاقة بين الحمل والانفعال الحادث في منتصف البحر بالتسليح الرئيسي.



شكل رقم (13): التأثير المركب للنقص في مقاومة الضغط ونسبة صلب التسليح الرئيسي والعمق على العلاقة بين الحمل والترخيم للبلاطات بـ 1، بـ 6، بـ 7



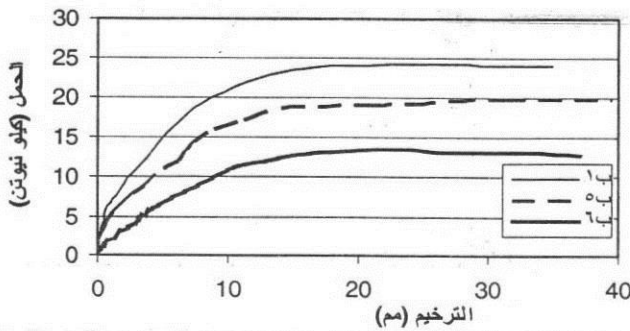
شكل رقم (14): التأثير المركب للنقص في مقاومة الضغط ونسبة صلب التسليح الرئيسي والعمق على العلاقة بين الحمل وانفعال التسليح الرئيسي للبلاطات بـ 1، بـ 6، بـ 7

ويوضح الشكلان السابقان رقماً (9)، (10) أن مقاومة البلاطات الخرسانية وجسائتها وماتنتها قد تأثرت سلباً بالنقص في نسبة تسليحها الرئيسي. فقد تسبب نقص في نسبة التسليح الرئيسي بقيمة 24% من تسليح بلاطة التحكم بـ1 في نقص الحمل الأقصى للبلاطة بـ3 من 24.23 كيلو نيوتن إلى 19.84 كيلو نيوتن (بنسبة انخفاض قدرها 18.1%). وعندما زاد النقص في نسبة التسليح الرئيسي إلى 44% من تسليح بلاطة التحكم بـ1 صار الحمل الأقصى للبلاطة المختبرة (بـ4) 14.88 كيلو نيوتن بنسبة انخفاض قدرها 38.6%. ويعود ذلك إلى أنه - وكما سبق ذكره - أن نسبة التسليح هي التي تتحكم في مقاومة القطاع الخرساني نظراً لأن التسليح الرئيسي للبلاطات المختبرة أقل من التسليح التوازني للقطاع (under reinforced section).

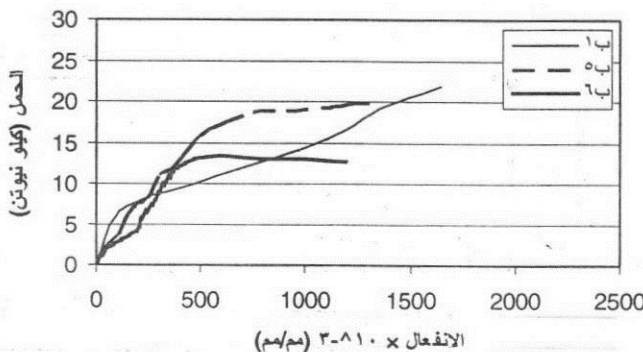
وعلى الجانب الآخر، وبالرغم من ظهور وضوح تأثير نسبة صلب التسليح على مقاومة البلاطات الخرسانية والحمل الأقصى لها، يتلاحظ أن هذا التأثير لم يظهر على الإطلاق خلال تجارب تحميل هذه البلاطات حيث أن سلوك البلاطتين بـ3، بـ4 خلال تجربة التحميل كان متشابهاً إلى حد بعيد ومشابهاً أيضاً لسلوك بلاطة التحكم بـ1 كما ظهر بالشكل رقم (5) والجدول رقم (3). أي أنه قد تسجل البلاطة المعيبة نفس سلوك البلاطة السليمة أثناء تجربة تحميلها بالرغم من كونها تعاني نقصاً حاداً في مقاومتها وهو ما يضع علامة استفهام حول مصداقية تجربة التحميل في التعبير عن كفاءة البلاطات الخرسانية التي تعاني نقص نسبة تسليحها الرئيسي.

3-3-2-3 تأثير النقص في السمك

يظهر تأثير النقص في السمك للبلاطات المختبرة عند مقارنة نتائج البلاطات بـ1، بـ5، بـ6. حيث أن تلك البلاطات لها نفس نسبة التسليح الرئيسي ونفس مقاومة الضغط للخرسانة بينما كان سمك كل من بـ5، بـ6 80%، 62%، على الترتيب، من سمك بلاطة التحكم بـ1. ويوضح الشكل رقم (11) العلاقة بين الحمل المؤثر على العينة والترخيم في منتصف بحر التحميل لهاتين البلاطتين، بينما يوضح الشكل رقم (12) العلاقة بين الحمل والانفعال الحادث في منتصف البحر بالتسليح الرئيسي.



شكل رقم (11): تأثير النقص في العمق على العلاقة بين الحمل والترخيم للبلاطات بـ1، بـ5، بـ6



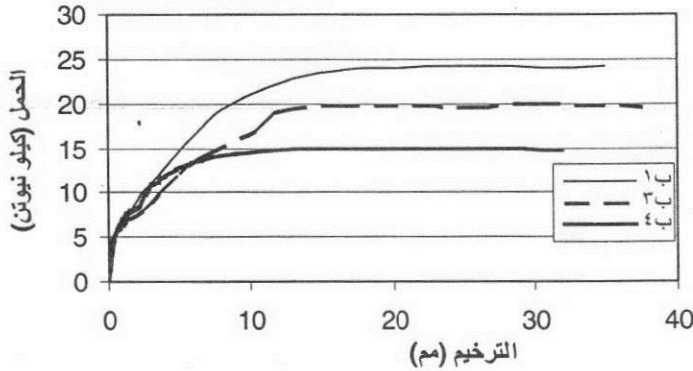
شكل رقم (12): تأثير النقص في العمق على العلاقة بين الحمل وانفعال التسليح الرئيسي للبلاطات بـ1، بـ5، بـ6

يتضح من الشكلين السابقين رقمي (7)، (8) أن الفارق بين سلوك البلاطتين ب₁، ب₂ ليس كبيراً كما أن الحمل الأقصى لكل منهما متقارب (24.23 كيلو نيوتن للبلاطة ب₁، 22.77 كيلو نيوتن للبلاطة ب₂)، ويعود ذلك إلى أنه - وكما سبق ذكره - قد تم تصميم البلاطات كلها بحيث يكون التسليح الرئيسي في القطاع أقل من التسليح التوازني (under reinforced section). وبالتالي فإن مقاومة القطاع تعتمد أساساً على نسبة صلب التسليح بينما لا تؤثر مقاومة الخرسانة للضغط كثيراً على مقاومة القطاع الخرساني. أيضاً لم تتغير كثيراً قيم كل من الجساءة والمتانة نتيجة النقص في مقاومة الخرسانة للضغط.

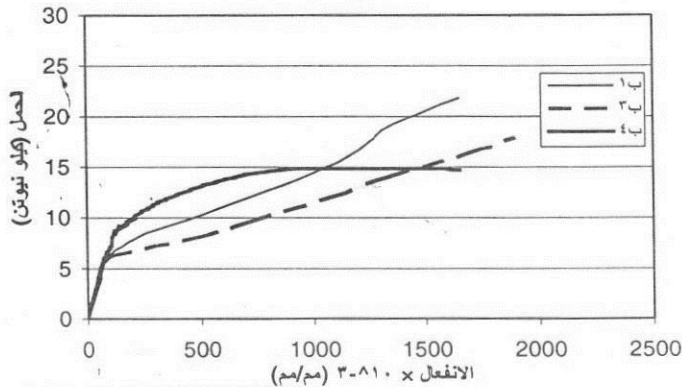
كما يظهر ذلك بوضوح أيضاً خلال تجربة التحميل للبلاطات حيث لم تتأثر تقريباً قيمة سهم الانحناء التي تم تسجيلها بعد 24 ساعة من بدء التحميل نتيجة النقص في مقاومة الخرسانة للضغط.

3-2-3 تأثير النقص في نسبة التسليح الرئيسي

يظهر تأثير النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي للبلاطات المختبرة عند مقارنة نتائج البلاطات ب₁، ب₃، ب₄. حيث أن تلك البلاطات لها نفس العمق ونفس مقاومة الضغط للخرسانة. وقد كانت نسبتاً تسليح البلاطتين ب₃، ب₄ 56%، 76%، على الترتيب من تسليح بلاطة التحكم ب₁. ويوضح الشكل رقم (9) العلاقة بين الحمل المؤثر على العينة والترخيم في منتصف بحر التحميل لهاتين البلاطتين، بينما يوضح الشكل رقم (10) العلاقة بين الحمل والانفعال الحادث في منتصف البحر بالتسليح الرئيسي.



شكل رقم (9): تأثير النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي على العلاقة بين الحمل والترخيم للبلاطات ب₁، ب₃، ب₄



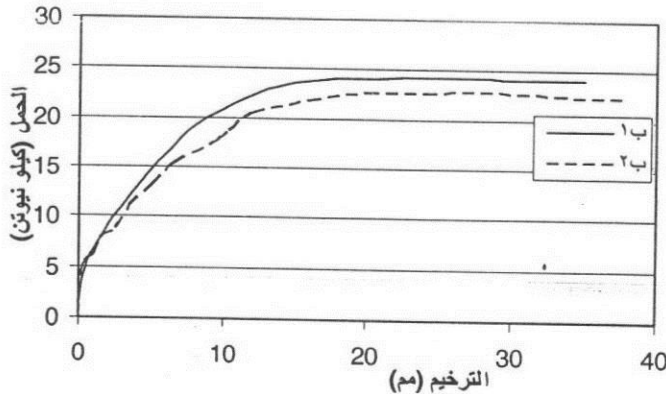
شكل رقم (10): تأثير النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي على العلاقة بين الحمل وانفعال صلب التسليح الرئيسي للبلاطات ب₁، ب₃، ب₄

3-2-3 تأثير المتغيرات الرئيسية

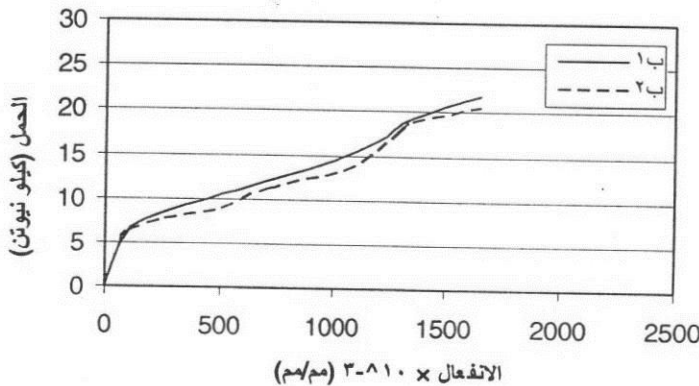
كما سبق ذكره، فقد تضمنت سبعة من البلاطات المختبرة (من ب2 إلى ب8) عدداً من العيوب المقصودة والتي تمثل متغيرات الدراسة الحالية بينما تمثل العينة الباقية عينة التحكم الخالية من العيوب. وكانت تلك المتغيرات هي النقص في مقاومة الضغط المميزة للخرسانة والنقص في صلب التسليح الرئيسي والنقص في سمك القطاع وهي تمثل الأخطاء الشائعة أثناء تنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة. وقد تضمنت بعض العينات عيباً واحداً (من ب2 إلى ب6) بينما تضمن البعض الآخر (ب7، ب8) كل العيوب السابقة مجتمعة. ويتم في هذا البند تحليل ومناقشة تأثير هذه العيوب على سلوك البلاطات المختبرة تحت تأثير اختبار الكسر بالانحناء مع أخذ نتائج تجارب التحميل في الاعتبار.

3-2-3-1 تأثير النقص في مقاومة الضغط

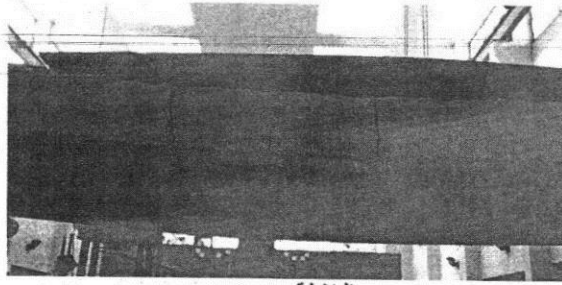
يظهر تأثير النقص في مقاومة الخرسانة للضغط للبلاطات المختبرة عند مقارنة نتائج البلاطتين ب1، ب2، حيث أن هاتين البلاطتين لهما نفس العمق ونفس التسليح بينما كانت مقاومة الخرسانة للضغط لهما 26 نيوتن/مم²، 15 نيوتن/مم² على الترتيب. ويوضح الشكل رقم (7) العلاقة بين الحمل المؤثر على العينة والترخيم في منتصف بحر التحميل لهاتين البلاطتين، بينما يوضح الشكل رقم (8) العلاقة بين الحمل والانفعال الحادث في منتصف البحر بالتسليح الرئيسي.



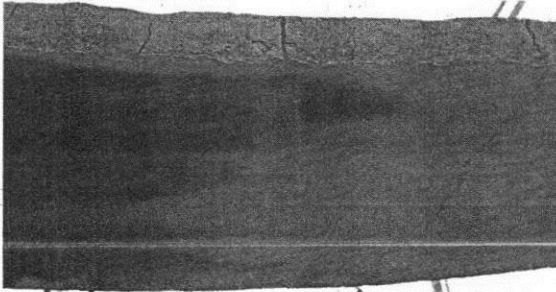
شكل رقم (7): تأثير النقص في مقاومة الخرسانة للضغط على العلاقة بين الحمل والترخيم للبلاطتين ب1، ب2



شكل رقم (8): تأثير النقص في مقاومة الخرسانة للضغط على العلاقة بين الحمل وانفعال صلب التسليح الرئيسي للبلاطتين ب1، ب2



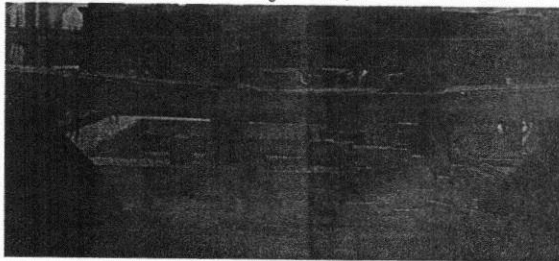
البلاطة ب3



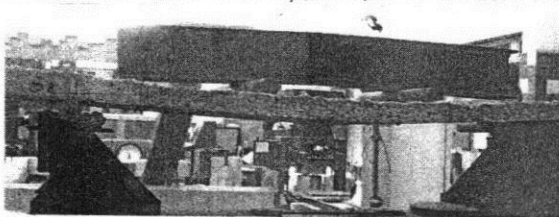
البلاطة ب5



البلاطة ب6



البلاطة ب7



البلاطة ب8

شكل رقم (6): أشكال بعض البلاطات بعد انهيارها

وعلى الجانب الآخر، فقد تم حساب قيم المتانة للبلاطات المختبرة عن طريق حساب المساحة تحت منحني الحمل – الترخيم حتى قيمة الحمل الأقصى للبلاطة المختبرة. ويوضح الجدول رقم (4) أيضاً القيم الحسابية للحمل الأقصى للبلاطات المختبرة والتي تم حسابها طبقاً للمبادئ الأساسية (first principals) لتصميم القطاعات الخرسانية بطريقة حالات المقاومة القصوى (ultimate state design method) مع ملاحظة حذف معاملات خفض المقاومة (معاملات الأمان) لكل من الخرسانة وصلب التسليح.

جدول رقم (4): نتائج اختبارات الكسر بالانحناء للبلاطات المختبرة

البلاطة	حمل التشرخ (كيلونيوتن)	الحمل الأقصى (كيلو نيوتن)		الحمل الأقصى المحسوب الحمل الأقصى الفعلي	الجساءة (كيلونيوتن/مم)	المتانة (كيلونيوتن مم)
		المحسوب	الفعلي			
ب ₁	5.88	21.82	24.23	0.901	2.789	513.56
ب ₂	5.50	21.12	22.77	0.928	2.604	513.47
ب ₃	5.10	16.18	19.84	0.816	2.216	502.79
ب ₄	5.00	12.03	14.88	0.809	1.988	350.89
ب ₅	5.00	16.25	19.90	0.817	1.562	502.71
ب ₆	4.20	11.43	13.46	0.849	1.234	227.04
ب ₇	2.01	11.77	11.79	0.998	1.247	224.66
ب ₈	1.00	6.03	6.04	0.998	0.565	80.24

ويوضح الجدول رقم (4) أن كل البلاطات المعيبة (من ب₂ إلى ب₈) سجلت حمل تشرخ وحمل أقصى أقل من بلاطة التحكم (ب₁). وقد تراوح النقص في حمل التشرخ بين 6.46% للبلاطة ب₂ إلى 82.99% للبلاطة ب₈. وكان السلك مشابهاً في حالة الحمل الأقصى، حيث تراوح النقص في الحمل الأقصى بين 6.03% إلى 75.54%، وهو ما يشير إلى التدهور العنيف في مقاومة البلاطات المختبرة عندما يتزامن النقص في عمق القطاع مع نقص آخر في كل من نسبة صلب التسليح الرئيسي ومقاومة الضغط للخرسانة كما في البلاطتين ب₇، ب₈.

أيضاً كان السلوك مشابهاً عند حساب الجساءة (stiffness) للبلاطات المختبرة، حيث تراوح النقص في الجساءة للبلاطات المعيبة (من ب₂ إلى ب₈) بين 6.63% إلى 79.74% مقارنةً ببلاطة التحكم ب₁. أما قيم المتانة (toughness) المحسوبة للبلاطات المختبرة فقد اتخذت اتجاهها آخر، حيث لم تتأثر سلبياً بعض البلاطات (ب₂، ب₃، ب₅) بينما تأثرت البلاطات الأخرى (ب₄، ب₆، ب₇، ب₈) تأثيراً واضحاً وملاموساً وصل إلى نقص بقيمة 84.38% للبلاطة ب₈. ومن ناحية أخرى، وبمقارنة القيم الفعلية والقيم المحسوبة للحمل الأقصى للبلاطات المختبرة، فقد تلاحظ وجود توافق جيد بينهما وصل إلى حد التطابق تقريباً في البلاطتين ب₇، ب₈. وتجدر الإشارة إلى أن القيم الفعلية للحمل الأقصى كانت في باقي البلاطات (من ب₁ إلى ب₆) أعلى قليلاً من القيم المحسوبة، وقد يعود ذلك إلى بعض التقريبات في الفروض الأساسية للتصميم والتي تؤخذ في الاعتبار عند تصميم القطاعات المعرضة لعزوم انحناء.

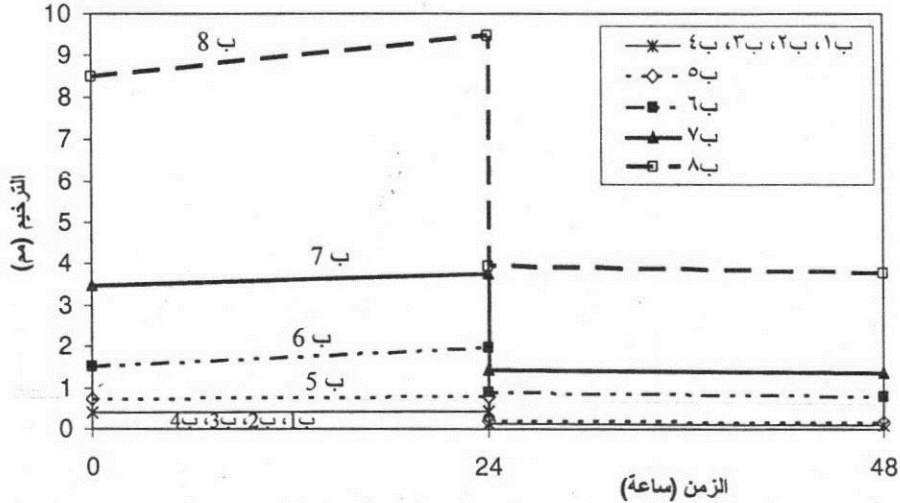
2-2-3 شكل الانهيار والشروخ

تم رصد الشروخ أثناء تحميل العينات حتى الكسر وكذلك شكل وطبيعة الانهيار. ويوضح الشكل رقم (6) أشكال البلاطات أرقام ب₃، ب₅، ب₆، ب₇ و ب₈ بعد انهيارها. ونظراً لأن البلاطات الواردة بالبحث الحالي تم تصميمها بحيث يحدث لها كلها انهيار انحناء ناحية الشد (flexural tension failure) حيث أن نسبة التسليح الرئيسي للبلاطات كلها كانت أقل من نسبة التسليح التوازني للقطاع (under reinforced section)، فقد ظهر عدد من الشروخ بالحافة السفلى للبلاطة أثناء اختبارها في منطقة الثلث الأوسط من بحر التحميل. وقد حدث اتساع لهذه الشروخ عند الاستمرار في التحميل كما هو واضح بالشكل رقم (6). وتجدر الإشارة إلى أنه قد أظهرت بعض البلاطات ترخيماً عالياً لم يسترجع بعد إزالة الحمل المؤثر على العينة المختبرة، حيث يظهر ذلك بوضوح في البلاطتين ب₇، ب₈ (البلاطتان الأضعف والأكثر عيوباً).

وكلما زادت سلبية هذه العوامل (كما في حالة البلاطة ب8) ازداد السلوك الإنشائي للبلاطة المختبرة سوءاً لتصبح خارجة تماماً عن حدود القبول بالكود المصري¹. كما كانت النسبة المنوية لاسترجاع الترخيم بعد 24 ساعة من إزالة الحمل لهاتين البلاطتين أقل من القيمة الدنيا المسموح بها طبقاً للكود المصري¹ (63.13%، 60.04% على الترتيب).

وجدير بالذكر أنه قد تم ملاحظة ظهور شروخ من عدمه لكل البلاطات المختبرة أثناء تجارب التحميل، ولم يتلاحظ ظهور أية شروخ أو تمديدات بالعين المجردة بالرغم من تسجيل قيم عالية لهم الانحناء ببعض البلاطات المختبرة.

ويوضح الشكل رقم (5) العلاقة بين الترخيم والزمن أثناء التحميل وحتى 24 ساعة بعد إزالة الحمل للبلاطات المختبرة.



شكل رقم (5): العلاقة بين الترخيم والزمن أثناء التحميل وإزالة الحمل للبلاطات المختبرة

ويوضح الشكل رقم (5) الفارق الكبير في سلوك البلاطات المختبرة أثناء تجربة تحميل كل منها. ففي حين يكاد يتطابق سلوك البلاطات ب1، ب2، ب3، ب4 (التي لها نفس العمق الأصلي) خلال تجارب تحميلها، تبدو البلاطات الأخرى بسلوك مختلف. كما يظهر التأثير السلبي للنقص في العمق عتيفاً على سلوك البلاطات المختبرة خاصةً عندما يتزامن مع النقص في كل من نسبة صلب التسليح الرئيسي ومقاومة الضغط للخرسانة. فيتلاحظ أن الترخيم زاد بوضوح في البلاطتين ب5، ب6 التي نقص فيها عمق القطاع إلى 80%، 62% على الترتيب من العمق الأصلي. وعندما تزامن هذا النقص في عمق القطاع مع نقص آخر في كل من نسبة صلب التسليح الرئيسي ومقاومة الضغط للخرسانة كما في البلاطتين ب7، ب8 كان الترخيم المسجل خلال تجربة التحميل أكبر كثيراً منه في بلاطة التحكم (وصل إلى حوالي 25 ضعف في البلاطة ب8).

3-2 نتائج المرحلة الثانية (كسر العينات بالانحناء)

3-2-1 عام

يوضح هذا الجزء نتائج اختبارات الكسر بالانحناء (بعد الانتهاء من تجارب التحميل) وقد تم رسم العلاقة بين الحمل المؤثر على العينة وكل من الترخيم في منتصف البحر والانفعال الحادث في صلب التسليح الرئيسي. ويوضح الجدول رقم (4) نتائج تلك الاختبارات التي توضح سلوك البلاطات المختبرة تحت تأثير إجهادات الانحناء والتي تشمل قيم كل من: الحمل الأقصى، حمل التشرخ وكذلك قيم كل من الجساءة (Stiffness) والمثانة (Toughness).

وتجدر الإشارة إلى أن جساءة البلاطات المختبرة هي نفسها ميل الجزء الصاعد من منحنى الحمل-الترخيم. ونظراً لأن هذا الميل يقل عادةً عند حوالي 70% - 80% من الحمل الأقصى، فقد تم حساب الجساءة على أساس حساب قيمة الميل للمنحنى بين القيمتين 10% إلى 50% من قيمة الحمل الأقصى.

ويوضح الجدول رقم (3) نتائج تجارب التحميل للبلاطات المختبرة. ويظهر من الجدول رقم (3) قيم سهم الانحناء أثناء التحميل وبعد إتمام التحميل مباشرة وبعد 24 ساعة من التحميل وكذلك قيم سهم الانحناء المتبقي بعد إزالة الحمل مباشرة وبعد 24 ساعة من إزالة الحمل والنسبة المئوية لاسترجاع الترخيم. وتجدر الإشارة إلى أن كلاً من القيم الواردة بالجدول رقم (3) هي متوسط القيمتين المتحصل عليهما من ساعتَي الترخيم.

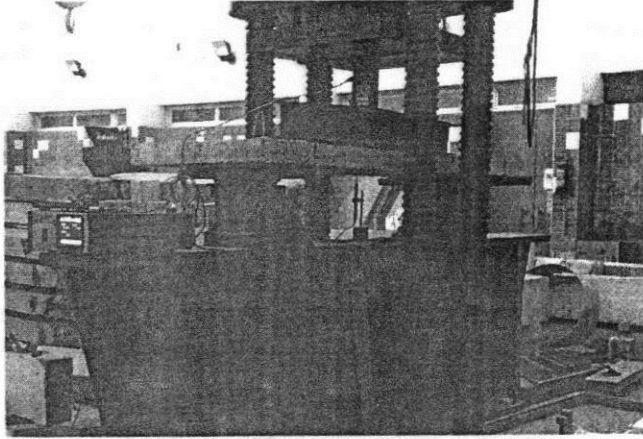
جدول رقم (3) نتائج تجارب التحميل

البلاطة	قيم سهم الانحناء أثناء مرحلة وجود الحمل (مم)			قيم سهم الانحناء المتبقي بعد إزالة الحمل (مم)		الاسترجاع في الترخيم بعد 24 ساعة من إزالة الحمل (مم)	النسبة المئوية لاسترجاع الترخيم (%)
	1/4 الحمل	1/2 الحمل	3/4 الحمل	بعد 24 ساعة من التحميل	بعد إزالة الحمل مباشرة		
ب ¹	0.04	0.14	0.24	0.38	0.10	0.30	78.95
ب ²	0.09	0.21	0.31	0.46	0.13	0.35	76.09
ب ³	0.05	0.16	0.29	0.44	0.13	0.33	75.00
ب ⁴	0.06	0.13	0.23	0.41	0.08	0.35	85.37
ب ⁵	0.05	0.51	0.62	0.79	0.20	0.61	77.22
ب ⁶	0.12	0.42	0.51	1.98	0.89	1.19	60.01
ب ⁷	0.26	0.95	1.44	3.77	1.46	2.38	63.13
ب ⁸	1.82	3.86	5.93	9.46	3.94	5.68	60.04

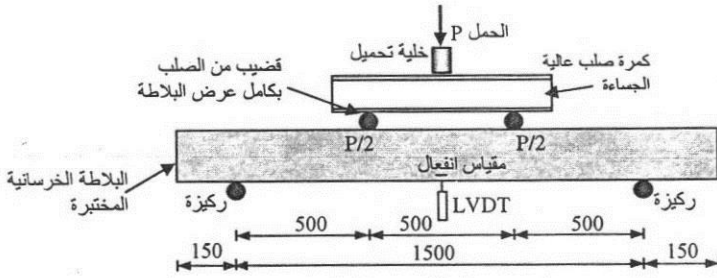
ويوضح الجدول رقم (3) أن سلوك البلاطات ب²، ب³، ب⁴ أثناء تجربة التحميل لم تختلف كثيراً عن سلوك بلاطة التحكم ب¹، حيث يلاحظ أن قيم سهم الانحناء بعد 24 ساعة من التحميل لتلك البلاطات تقريباً متساوية وهي أقل كثيراً من قيمة سهم الانحناء الأقصى المسموح به (1.41 مم). كما أن النسبة المئوية لاسترجاع الترخيم بعد 24 ساعة من إزالة الحمل لتلك البلاطات كانت تزيد على 75%. أي أن هبوط كل من مقاومة الضغط للخرسانة إلى 60% من قيمتها الأصلية (في البلاطة ب²) أو هبوط نسبة صلب التسليح الرئيسي إلى 76% أو 56% من قيمته الأصلية (في البلاطتين ب³، ب⁴ على الترتيب) لم يؤثر تقريباً على سلوك البلاطات خلال تجربة التحميل. أما في البلاطة ب⁵ والتي نقص فيها سمك القطاع ليصل إلى 80% من قيمته الأصلية في ب¹ فإن قيمة سهم الانحناء بعد 24 ساعة من التحميل زادت على ضعف قيمة سهم الانحناء بعد 24 ساعة من التحميل لبلاطة التحكم ولكنها في نفس الوقت كانت أقل من الحد الأقصى المسموح به لسهم الانحناء طبقاً للكود المصري¹. أي أن النقص في السمك بمقدار 20% ضاعف من قيمة سهم الانحناء بعد 24 ساعة من التحميل (مقارنة ببلاطة التحكم ب¹) ولكنه مازال في حدود المسموح به طبقاً للكود المصري¹.

على الجانب الآخر، يتضح من الجدول رقم (3) أنه عندما نقص سمك القطاع في البلاطة ب⁶ إلى حوالي 62% من قيمته الأصلية في ب¹، أدى هذا النقص إلى زيادة قيمة سهم الانحناء التي تم تسجيلها لهذه البلاطة (ب⁶) بعد 24 ساعة من بدء التحميل بصورة ملحوظة لتصل إلى 1.98 مم وهي أعلى من قيمة δ_{max} المسموح بها (1.41 مم). أيضاً كانت النسبة المئوية لاسترجاع الترخيم بعد 24 ساعة من إزالة الحمل لهذه البلاطة تقل عن 75% (وهي القيمة الدنيا المسموح بها طبقاً للكود المصري¹). أي أن النقص في سمك البلاطة بمقدار 38% أدى إلى عدم تحقيق البلاطة المختبرة حدود القبول بالكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية¹ وبالتالي فإن هذه البلاطة لا تفي بمتطلبات الكود.

يوضح أيضاً الجدول رقم (3) نتائج البلاطتين ب⁷، ب⁸ اللتين اشتملتا على نقص في كل من مقاومة الخرسانة ونسبة حديد التسليح الرئيسي وسمك القطاع عن قيمهم الأصلية في البلاطة ب¹. وكما سبق ذكره، فقد كانت مقاومة الخرسانة للضغط لهما حوالي 60%، 40% على الترتيب من مقاومة ضغط عينة التحكم وكانت نسبتاً تسليحيهما الرئيسي حوالي 76%، 56% على الترتيب من تسليح عينة التحكم كما كان سماكهما 80%، 62% على الترتيب من سمك عينة التحكم البلاطة ب¹. وقد أدى هذا النقص إلى زيادة قيمتي سهم الانحناء اللتين تم تسجيلهما لهاتين البلاطتين بعد 24 ساعة من بدء التحميل لتصل إلى 3.77 مم، 9.46 مم على الترتيب. ولما كان النقص حاداً في حالة البلاطة ب⁸ فكانت أيضاً الزيادة حادة في قيمة سهم الانحناء. أي أنه عندما اجتمعت عدة عوامل سلبية معاً كانت الزيادة درامية في القيمة المسجلة لسهم الانحناء أثناء تجربة تحميل البلاطة المختبرة



شكل رقم (3): إحدى البلاطات أثناء اختبارها حتى الكسر بالانحناء



* جميع الأبعاد بالمليمتر

شكل رقم (4): نظام تحميل البلاطات الخرسانية تحت تأثير إجهادات الانحناء حتى الكسر

وتجدر الإشارة إلى أنه قد تم تحميل البلاطات الخرسانية المختبرة حتى الكسر وتم قياس حمل التشرخ والحمل الأقصى أثناء التحميل والعلاقة بين الحمل المؤثر على العينة وكل من قيم الترخيم وقراءات انفعال صلب التسليح الرئيسي، كما تمت ملاحظة شكل الانهيار وتوزيع الشروخ في ضوء تأثير المتغيرات السابق سردها والجاري دراستها بالبحث الحالي. وتم أيضاً الاستمرار في التحميل بعد الوصول للحمل الأقصى لدراسة سلوك البلاطات بعد الانهيار.

3- نتائج الاختبارات وتحليلها

يتم في هذا الجزء من البحث مناقشة وتحليل نتائج كل من مرحلتي الدراسة. حيث يتم مناقشة وتحليل نتائج تجارب التحميل بالمرحلة الأولى من البرنامج العملي وكذلك نتائج تحميل العينات تحت تأثير إجهادات الانحناء حتى الكسر بالمرحلة الثانية من البرنامج العملي.

3-1 نتائج المرحلة الأولى (تجارب التحميل)

تم إجراء تجارب التحميل للبلاطات الثمانية الواردة بالدراسة الحالية طبقاً لما تم توضيحه بالبند رقم 3-2، وتجدر الإشارة إلى أنه قد تم تصميم بلاطة التحكم بـ واختيار بحر التحميل بحيث تكون إجهادات الانحناء المعرضة لها خلال تجربة التحميل بما فيها الإجهادات الناتجة من وزنها في حدود مرحلة المرونة. حيث أن عزم الانحناء الفعلي المعرض له البلاطة بـ (قيمتها 1.453 كيلو نيوتن متر) أقل من أقصى عزم انحناء يتحملة القطاع في مرحلة المرونة (2.371 كيلونيوتن متر للبلاطة بـ 1).

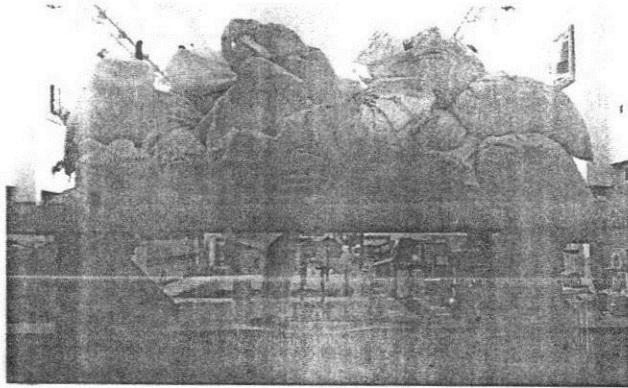
وقد تم توزيع هذا الحمل على مدد ثمانية عشرة شيكارة رمل استخدمت في تجارب تحميل البلاطات وزن كل منها 50.5 كجم. وبالتالي فإن عزم الانحناء المعرضة له البلاطات المختبرة نتيجة الأحمال (بخلاف الحزم الناتج من وزن البلاطة) تكون قيمته 1.031 كيلو نيوتن متر. هذا وقد نص الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية¹ على أن قيمة سهم الانحناء الأقصى المسموح به (δ_{max}) في العنصر المختبر كما يلي:

$$\delta_{max} \leq \frac{L_1 \cdot 2}{20000 * t} mm$$

حيث L_1 هو بحر البلاطة المختبرة وهو ثابت لكل العينات ويساوي 1500 مم ، بينما t هو سمك البلاطة الأصلي (سمك عينة التحكم ب r_1) ويساوي 80 مم. وبالتعويض عن هاتين القيمتين في المعادلة السابقة نجد أن أقصى قيمة مسموح بها لسهم الانحناء (δ_{max}) بعد 24 ساعة من التحميل في البلاطات المختبرة يجب ألا تزيد على 1.41 مم.

أيضاً نص الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية¹ على أنه في حالة ما إذا زاد سهم الانحناء الأقصى للعنصر المختبر على ما هو وارد بالمعادلة السابقة؛ فيجب ألا يقل الجزء المسترجع من سهم الانحناء الأقصى بعد 24 ساعة من رفع الحمل عن 75% من قيمة سهم الانحناء الأقصى، وأن يكون عرض الشروخ في حدود المسموح به.

وقد أخذت قراءات سهم الانحناء باستخدام ساعتي ترخيم دقة 0.01 مم. حيث يتم تثبيت ساعتي الترخيم في منتصف بحر البلاطة قبل البدء في التحميل ويتم أخذ قراءتيهما ثم يتم البدء في التحميل بعد ذلك. وجدير بالذكر أنه قد تم قياس سهم انحناء البلاطات المختبرة في منتصف البحر أثناء التحميل عند 1/4 ، 1/2 ، 3/4 الحمل الكلي وبعد التحميل مباشرة وبعد 24 ساعة من التحميل وكذلك تم قياس سهم الانحناء المتبقي بعد إزالة الحمل مباشرة وبعد 24 ساعة من إزالة الحمل. كما تمت مراقبة ظهور شروخ من عدمه أثناء وبعد التحميل. ويوضح الشكل رقم (2) شكل إحدى البلاطات أثناء إجراء تجربة التحميل لها.



شكل رقم (2): إحدى البلاطات تم تحميلها بشكائر الرمل أثناء إجراء تجربة التحميل

2-4 اختبار كسر العينات بالانحناء

بعد إتمام تجربة التحميل، تم تحميل العينات حتى الكسر بالانحناء عن طريق تحميل العينات بحملين خطيين في ثلث وثلثي البحر (بحر القص = 500 مم) باستخدام ماكينة ضغط سعة 500 KN . وتم قياس الحمل باستخدام خلية تحميل (Load Cell). كما تم قياس الترخيم باستخدام (LVDT) في منتصف البحر و تم قياس الانفعال في أحد أسياخ صلب التسليح الرئيسي عن طريق تثبيت مقياس انفعال (Strain Gauge) في منتصف البحر أثناء التحميل. وقد تم أخذ كل القراءات أوتوماتيكياً باستخدام جهاز القراءة (Data Logger). ويوضح الشكلان رقما (3)، (4) نظام التحميل المتبع لكسر العينات بالانحناء.

2-2 المواد المستخدمة

استخدم بالبحث الحالي ثلاث خلطات خرسانية تم تصميمها لتحقيق ثلاث قيم مختلفة لمقاومة الضغط المميزة (25، 15، 10 نيوتن/مم²) وذلك لدراسة تأثير التعديل في مقاومة ضغط الخرسانة على سلوك البلاطات الخرسانية تحت تأثير اختبار التحميل وأيضاً سلوكها تحت تأثير إجهادات الانحناء والحمل الأقصى لها. وقد احتوت الخلطات الخرسانية المستخدمة أسمنت بورتلاندي من النوع (42.5 N) وكسر أحجار الدولوميت مقاس 10 مم كركام كبير ورمل سيليسي كركام صغير. وقد تم اختبار جميع المواد المستخدمة في الخرسانة للتأكد من موافقتها للمواصفات القياسية المصرية. ويوضح الجدول رقم (2) تصميم الخلطات الخرسانية المستخدمة بالبحث ونسب مكوناتها مع ملاحظة أن كمية الماء المذكورة بالجدول هي كمية الماء الكلية المضافة والتي تشمل ماء الخلط إضافة إلى الماء الممتص بواسطة الركام الكبير بالخلطة.

جدول رقم (2): تصميم الخلطات الخرسانية

رقم الخلطة	المقاومة المميزة المطلوبة (نيوتن/مم ²)	وزن الأسمنت (كجم/م ³)	وزن الركام الكبير (كجم/م ³)	وزن الركام الصغير (كجم/م ³)	وزن الماء (كجم/م ³)
1	25.0	330	1200	600	200
2	15.0	200	1400	700	140
3	10.0	175	1450	725	126

تم خلط المواد ميكانيكياً باستخدام خلطة نحلة سعة 1/7 متر مكعب لمدة حوالي خمس دقائق. وقد استخدمت الخلطة رقم (1) في صب العينات أرقام ب₁، ب₂، ب₃، ب₄، ب₅، ب₆ بينما استخدمت الخلطة رقم (2) في صب العينتين ب₇، ب₈ في حين استخدمت الخلطة رقم (3) في صب العينة رقم ب₉. وتجدر الإشارة إلى أنه قد تم صب ستة مكعبات 150×150×150 مم مع كل بلاطة وقد تم معالجة تلك المكعبات مع البلاطات الخرسانية بالرش بالماء لمدة 14 يوماً ثم تركت داخل المعمل في الهواء حتى موعد اختبارها. وقد أعدت تلك المكعبات طبقاً للمواصفات القياسية المصرية م ق م 1991/1658 الجزء الخامس⁶ وتم اختبارها طبقاً للمواصفات الدولية ISO 4012⁷ لتعيين مقاومة الضغط الفعلية للبلاطات المختبرة في نفس يوم تحميلها بعد حوالي ثلاثة أشهر من تاريخ الصب. ويوضح الجدول رقم (1) مقاومة الضغط لتلك المكعبات.

أما صلب التسليح المستخدم فكان صلب طري 280/420 قطر 6 مم، 8 مم. وتم اختياره أيضاً طبقاً للمواصفات القياسية المصرية م ق م 6828 – 1⁸ وكانت قيمتا مقاومة الخضوع 330، 343 نيوتن/مم² على الترتيب.

2-3 تجربة التحميل

تم إجراء اختبار التحميل للبلاطات الواردة بالجدول رقم (1) طبقاً للكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية رقم 203 إصدار 2007¹ ودليل الاختبارات المعملية لمواد الخرسانة إصدار 2003². ولقد تم أخذ عدد من الافتراضات في الاعتبار لتكافئ البلاطات المختبرة بالبلاطات والأسقف بالمباني السكنية، وكانت هذه الافتراضات كما يلي:

- وجود حمل ميت مكافئ لوزن الأرضيات بالمباني السكنية يساوي 150 كجم/م².
- وجود حمل حي مكافئ للأحمال الحية بالمباني العادية يساوي 200 كجم/م².
- اعتبار وزن البلاطة الموجود هو وزنها بالسمك الأصلي (80 مم).

ولقد تم تحميل البلاطات المختبرة بحمل موزع بانتظام من الرمل المعبأ في شكاير قيمته ما يلي:

$$\text{الحمل المستخدم في الاختبار بالمتر المربع} = 0.85 \times (1.4 \times \text{الحمل الميت} + 1.6 \times \text{الحمل الحي}) - \text{وزن البلاطة}$$

$$= 0.85 \times (1.4 \times (0.2 \times 1.6 + (2.5 \times 0.08 + 0.15)) + 1.6 \times 0.2) - 2.5 \times 0.08$$

$$= 0.489 \text{ طن / م}^2$$

وعلى ذلك يكون إجمالي الأحمال الموزعة بانتظام في بحر تحميل البلاطات المختبرة =

الحمل المستخدم في الاختبار بالمتر المربع × عرض البلاطة × بحر التحميل

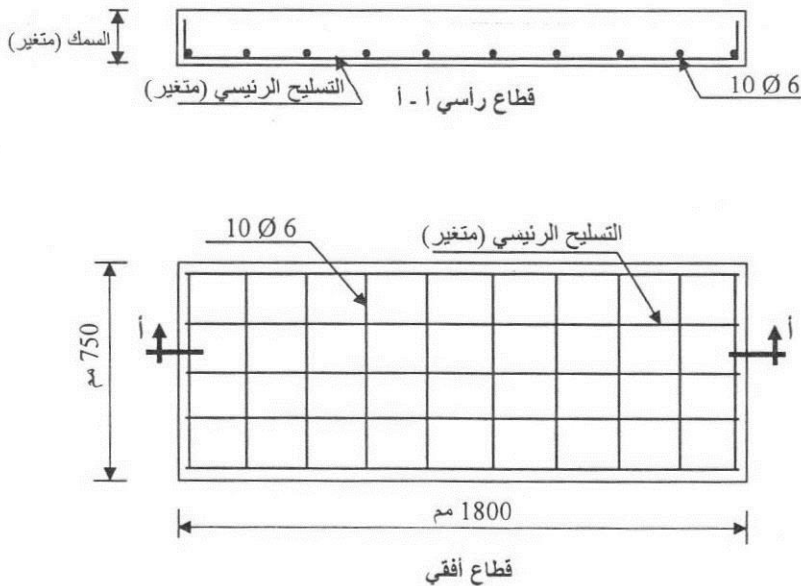
$$= 0.550 \text{ طن}$$

جدول رقم (1): خواص البلاطات المختبرة

البلاطة	مقاومة الضغط الفعلية للخرسانة (نيوتن/مم ²)	التسليح الرئيسي	سمك البلاطة (مم)	نسبة التسليح: تسليح بلاطة التحكم (%)	نسبة السمك: سمك بلاطة التحكم (%)
ب ₁	26.0	5 Ø 8	80	100	100
ب ₂	15.0	5 Ø 8	80	100	100
ب ₃	25.5	1 Ø 8 + 5 Ø 6	80	76	100
ب ₄	24.7	5 Ø 6	80	56	100
ب ₅	24.6	5 Ø 8	64	100	80
ب ₆	25.0	5 Ø 8	50	100	62
ب ₇	15.2	1 Ø 8 + 5 Ø 6	64	76	80
ب ₈	10.5	5 Ø 6	50	56	62

ويتضح من الجدول رقم (1) أن البلاطة ب₁ هي عينة التحكم (حيث تم صبها بالخرسانة ذات المقاومة المطلوبة وبالسمك المطلوب وبصلب التسليح الرئيسي المطلوب) بينما العينة ب₂ كانت مقاومة الخرسانة للضغط لها حوالي 60% من مقاومة ضغط عينة التحكم، أما العينتان ب₃، ب₄ فكانت نسبتا تسليحيهما الرئيسي حوالي 76%، 56% على التوالي من تسليح عينة التحكم. في حين كان سمكا العينتين ب₅، ب₆ 80%، 62% على الترتيب من سمك عينة التحكم ب₁.

وعلى الجانب الآخر، فقد تضمنت العينتان ب₇، ب₈ العيوب الثلاثة مجتمعة؛ فقد كانت مقاومة الخرسانة للضغط لهما حوالي 60%، 40% على التوالي من مقاومة ضغط عينة التحكم وكانت نسبتا تسليحيهما الرئيسي حوالي 76%، 56% على التوالي من تسليح عينة التحكم كما كان سماهما 80%، 62% على الترتيب من سمك عينة التحكم.



شكل رقم (1): الأبعاد وشكل التسليح للبلاطات المختبرة

1- مقدمة

تعد تجربة تحميل العناصر الخرسانية المعرضة أساساً لإجهادات الانحناء من أشهر الاختبارات غير المتلفة ومن أكثرها انتشاراً. ويجري هذا الاختبار عادةً بهدف الحكم على كفاءة العناصر الخرسانية في تحمل الأحمال التصميمية بدون حدوث شروخ أو سهم انحناء غير مسموح به. وغالباً ما يتم اللجوء لاختبار التحميل إذا كان هناك سبب يدعو إلى الشك في كفاءة المنشأ أو جزء منه من حيث مقاومته ومتانته أو إذا تطلبت مواصفات المشروع إجراءه. وقد احتوى الباب الثامن بالكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية منذ نشأته عام 1989 ومروراً بتحديثاته الثلاث إصدار أعوام 1995، 2001، 2007 (الإصدار الحالي¹) وكذلك الملحق الثالث للكود والخاص بدليل الاختبارات العملية لمواد الخرسانة إصدار 2003² شرحاً مفصلاً لهذا الاختبار متضمناً حدود القبول والرفض وكيفية الحكم على العنصر المختبر. كما تبنى العديد من الكودات العالمية مثل الكود الأمريكي (ACI 318-2008)³ وكود البناء الموحد (UBC-97)⁴ أيضاً اختبار التحميل للحكم على كفاءة العناصر الخرسانية.

ونظراً لأن معهد بحوث خواص المواد واختبارها وضبط الجودة بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء يعتبر من أكثر الجهات التي تقوم بأعمال ضبط الجودة وإجراء الاختبارات الحقلية على المنشآت الخرسانية بجمهورية مصر العربية، فقد توفر لدى الباحثين مؤلفي الدراسة الحالية العديد من نتائج اختبارات التحميل لبلاطات الخرسانة المسلحة بالمباني المختلفة بمختلف أنحاء الجمهورية⁵. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الاختبارات قد أجريت إما على منشآت جديدة لحدوث عيوب أثناء التنفيذ أو لعدم تحقيق نتائج اختبارات مقاومة الضغط للخرسانة القيم المرجوة أو على منشآت قائمة أثناء معابنتها لتقييم حالتها الإنشائية وتحديد مدى التدهور الحادث بها وإعداد تقارير سلامة إنشائية لها.

هذا وقد تلاحظ بالرغم من وجود عيوب إنشائية جسيمة وواضحة بالعناصر المختبرة مثل النقص في القطاع أو تدني قيم مقاومة الضغط للخرسانة أو تردّي الحالة الظاهرية لها، إلا أن نتائج اختبارات التحميل التي أجريت بمعرفة المركز غالباً ما أعطت نتائج مقبولة وفقاً لحدود القبول والرفض المذكورة بالكود وهو ما قد يزيد الحيرة أثناء التقييم الإنشائي لتلك المنشآت. من هنا تولدت فكرة هذا البحث الذي شمل برنامج عملي يتضمن إجراء اختبار التحميل لعدد ثماني بلاطات خرسانية مسلحة تم إعدادها بالمعمل، وقد احتوت هذه العينات على عدد من العيوب تم اختيارها لأنها الأكثر شيوعاً. وتعتبر تلك العيوب هي المتغيرات التي تمت دراستها بالبحث الحالي وتمثل في النقص في مقاومة الضغط المميزة للخرسانة والنقص في صلب التسليح الرئيسي والنقص في السمك. ويهدف البحث إلى دراسة تأثير تلك العيوب (المتغيرات) على نتائج اختبار التحميل كما تم مقارنة النتائج بحدود القبول والرفض بالكود. أيضاً بعد الانتهاء من اختبار التحميل تم تحميل العينات تحت تأثير إجهادات الانحناء حتى الكسر لدراسة تأثير العيوب الموجودة بالبلاطات المختبرة على الحمل الأقصى لها.

2- البرنامج العملي

اشتمل البرنامج العملي للدراسة الحالية على صب واختبار ثماني بلاطات خرسانية مسلحة ذات اتجاه التحميل الواحد. وكانت هناك مرحلتان عند اختبار العينات؛ اشتملت المرحلة الأولى على إجراء تجارب التحميل للعينات الثمانية طبقاً للكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية (كود رقم 203 لسنة 2007¹) بينما تم في المرحلة الثانية تحميل العينات حتى الكسر تحت تأثير إجهادات الانحناء.

2-1 تفاصيل البلاطات المختبرة

تضمنت سبعة من البلاطات المختبرة على عدد من العيوب المقصودة والتي تمثل متغيرات الدراسة الحالية بينما تمثل العينة الباقية عينة التحكم الخالية من العيوب. وكانت تلك المتغيرات هي النقص في مقاومة الضغط المميزة للخرسانة والنقص في صلب التسليح الرئيسي والنقص في سمك القطاع وهي تمثل الأخطاء الشائعة أثناء تنفيذ المنشآت الخرسانية المسلحة. كما عمدت الدراسة الحالية على أن يتضمن بعض العينات عيباً واحداً بينما يتضمن البعض الآخر كل العيوب السابقة مجتمعة.

وتجدر الإشارة إلى أنه قد تم صب البلاطات الثمانية بأبعاد 750 مم × 1800 مم ويسمك أصلي 80 مم (سمك عينة التحكم) كما كان بحر التحميل أثناء مرحلتي الاختبار لكل العينات 1500 مم. وكانت مقاومة الضغط المميزة المطلوبة للخرسانة بعينة التحكم 25 نيوتن/مم² كما كان صلب التسليح الرئيسي لها 8 Ø 5 بينما كان صلب التسليح الثانوي لكل البلاطات 6 Ø 10. وبوضوح الجدول رقم (1) مقاومة الضغط الفعلية للخرسانة وكذلك صلب التسليح والسمك الفعلي للبلاطات المختبرة. كما يوضح الشكل رقم (1) الأبعاد وشكل التسليح للبلاطات المختبرة.

مصادقية تجربة تحميل العناصر الخرسانية المعرضة لإجهادات الانحناء

د.م. محمد أحمد خفاجة¹ د.م. محمد سيد سيد²

^{2,1} أستاذ مساعد بمعهد بحوث خواص المواد بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء

ABSTRACT

Usually, structural engineers confuse when carrying out loading tests because of most of defected slabs can pass these tests. Therefore, the current research aims to study the effect of some defects on the structural behavior of defected reinforced concrete one way simply supported slabs during loading test. The experimental program consists of testing eight slabs through two stages; the loading test and then bending test until failure. One slab was used as a control specimen, while the remaining seven slabs were cast with different defects, which are the key parameters of the current study. Key parameters such as: reduction in the concrete compressive strength, reduction in the main reinforcing steel and reduction in the depth, were considered and experimentally investigated in the current study. The tested slabs may contain one or more of these defects. The results indicated that some defects, if found separately such as concrete strength or steel ratio, did not affect the behavior of the tested slabs during the loading test. While, if these defects are found together, their negative impact will be stronger. On the other hand, reduction of the slab depth has a direct impact on both the loading test and flexural strength. The reduction in the slab depth by 38% caused a deflection during the loading test equal to five times the deflection of the control slab and decreased the ultimate load by 44.5%.

المخلص

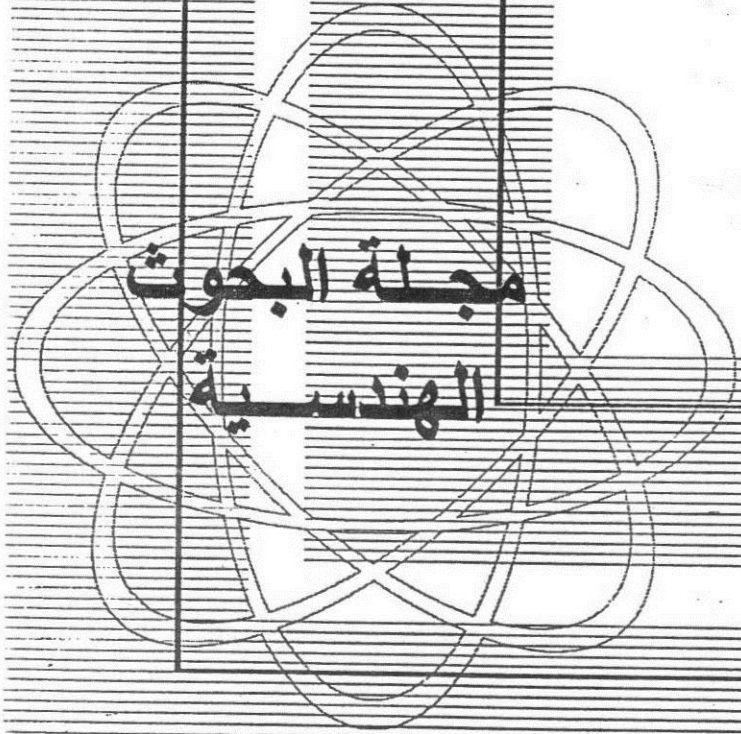
عادة ما تجتاز أغلب البلاطات الخرسانية تجربة التحميل بالرغم من أنها قد تحتوي على عدد من العيوب الواضحة وهو ما قد يزيد الحيرة عند الحكم على كفاءتها الإنشائية. لذا فقد اهتم البحث الحالي بدراسة سلوك البلاطات الخرسانية المسلحة المعيبة خلال إجراء تجربة التحميل لتحديد مدى تأثير هذه العيوب على تصرفها الإنشائي. وقد احتوى البحث على عدد ثماني بلاطات خرسانية بسيطة الارتكاز ذات اتجاه التحميل الواحد. اشتملت سبعة من هذه البلاطات على عدد من العيوب تم اختيارها لأنها الأكثر شيوعاً، وتعتبر تلك العيوب هي المتغيرات التي تمت دراستها بالبحث الحالي وتمثل في النقص في مقاومة الضغط المميزة للخرسانة والنقص في صلب التسليح الرئيسي والنقص في السمك بينما كانت العينة الباقية هي عينة التحكم الخالية من العيوب. كما عمدت الدراسة الحالية على أن يتضمن بعض العينات عيباً واحداً بينما يتضمن البعض الآخر كل العيوب السابقة مجتمعة. وكانت هناك مرحلتان لاختبار العينات؛ اشتملت المرحلة الأولى على إجراء تجارب التحميل للعينات الثمانية طبقاً للكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية (كود رقم 203 لسنة 2007¹) بينما تم في المرحلة الثانية تحميل العينات حتى الكسر تحت تأثير إجهادات الانحناء. وقد تم تحليل ومناقشة تأثير هذه العيوب على سلوك البلاطات المختبرة خلال مرحلتي الدراسة. وتوصلت الدراسة الحالية إلى عدم تأثير سلوك البلاطات الخرسانية أثناء تجربة التحميل ببعض العيوب مثل النقص في مقاومة الضغط أو النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي عند وجودها منفردة بالبلاطة المختبرة بينما كان التأثير واضحاً عند اجتماع هذه العيوب. وبالرغم من عدم التأثير خلال تجربة التحميل، فقد ظهر وضوح تأثير النقص في نسبة صلب التسليح الرئيسي على مقاومة البلاطات الخرسانية والحمل الأقصى لها خلال اختبار الكسر بالانحناء. كما ظهر تأثير النقص في العمق ملموساً على كل من نتائج تجربة التحميل ونتائج اختبار الكسر بالانحناء حيث أنه عندما نقص عمق البلاطة بنسبة 38% ازداد الترخيم أثناء تجربة التحميل ليصل إلى أكثر من خمسة أضعاف قيمة سهم انحناء بلاطة التحكم كما كانت نسبة الانخفاض في حمل الانحناء الأقصى للبلاطة المعيبة قدرها 44.5%.

الكلمات الدالة: تجربة التحميل - البلاطات الخرسانية - الكسر بالانحناء - الحمل الأقصى - الترخيم





جامعة حلوان
كلية الهندسة
المطرية - القاهرة



مجلة البحوث
الهندسية

(ISSN 1110-5615)

يونيو ٢٠١١

مجلد ١٣٠