EFFECTIVE STRESS FINITE ELEMENT ANALYSIS OF PILE-SOIL INTERACTION PROBLEMS

Dr. Yousif J.Al-Shakarchi
University of BaghdadDr. Mohammed Yousif Fattah
University of TechnologyAram M. Raheem
University of Baghdad.

ABSTRACT

The effective stress method is developed to predict the axial capacity of piles in clay. This method is based on the principle that, at failure, the available shear resistance at the pile soil interface is related to the mean normal effective stress at the pile face and the effective stress friction angle for the soil sliding on the pile material.

In this paper, the coupled non-linear finite element method is used to analyze some pile-soil interaction problems. This computer program (CRISP) is used for this task. Eight- node isoparametric elements were used for displacements while four- node elements are used for pore pressure. Interface elements are used to simulate the interaction between the pile and the soil. The soil is assumed to follow different models, linear elastic and modified Cam-clay model. A comparison is made between the measured and predicted settlements and excess pore water pressures and good convergence was obtained in which the proposed technique used in this paper, in which the measured excess pore water pressures are considered as initial pore pressures in the computer program (CRISP). No load was applied on the pile. The dissipation of excess pore water was studied through carrying out consolidation analysis.

KEY WORDS

Finite Elements, Pile, Effective Stress.

الخلاصة

إن مبدأ الإجهاد الفعال قد اعتمد لتخمين الاستيعاب المحوري للركائز في الطين.وتعتمد هذه الطريقة على مبدأ، انه عنــد الفشل، ان مقاومة القص المتوفرة عند منطقة التماس بين الركيزة و التربة تعود إلى معدل الإجهاد العمودي الفعال عند وجه الركيزة و إلى زاوية الاحتكاك الداخلي للإجهاد الفعال للتربة المتزحلقة على مادة الركيزة.

في هذا البحث استعملت طريقة التحليل المزدوج بطريقة العناصر المحددة لتحليل بعض مسائل التداخل بين الركيزة والتربة. واستعمل برنامج الحاسبة المسمى (CRISP) لهذا الغرض وقد مثلت المسالة باستخدام عناصر رباعية ثمانية العقد للازاحات وعناصر رباعية العقد لتمثيل ضغط ماء المسام واستخدمت العناصر الانزلاقية لتمثيل التداخل بين الركيزة والتربة. وقد افترض ان التربة تتبع سلوك نماذج مختلفة منها المرن الخطي ونموذج طين كام المعدل.

وقد اجريت مقارنة بين الهبوطات وضغط ماء المسام الاضافي المقاسة والمخمنة بطريقة العناصر المحددة ووجد تقارب جيـــد بين النتائج.

وقد تم التوصل الى نتائج منها ان التقنية المقترحة والمستعملة في هذا البحث والتي من خلالها مثلت ضغوط ماء المسام المقاسة بكونها ضغوط الماء الابتدائية في برنامج الحاسبة (CRISP) و لم يتم تسليط حمل على الركيزة في هـــذه الحالـــة. ودرس تصريف ضغط ماء المسام الاضافي من خلال اجراء تحليل الانضمام.

INTRODUCTION

The initial development of a general effective stress method for the predication of the axial capacity of driven piles in clay is described by Esrig et al. (1979). This method is based on the principle that, at failure, the available shear resistance at the pile soil interface is related to the mean normal effective stress at the pile face and the effective stress friction angle for the soil sliding on the pile material.

Grande and Nordal (1979) presented a procedure for predication of the pile soil interface stresses by means of effective stress parameters derived from tests performed in oedometer and triaxial tests. They derived several formulas from effective stress soil parameters, which are:

1) The ultimate lateral and axial pile head loads.

- 2) the soil reaction coefficients:
 - ky = dp/dv and kz = dt/dw

Relating the lateral and axial displacements v and w of a pile element to the corresponding soil reactions p and t.

3) simplified dimensionless p-v and t-w curves from which soil reaction curves may be constructed.

Randolph and Wroth (1981) used effective stress analysis to produce a more rational design method for shaft capacity. They discovered that for normally and lightly over-consolidated clay, the experimental data have been shown to be in broad agreement with the theoretically deduced strengths where at higher values of overconsolidation ratio, there will be overestimate in strength.

Numerical analysis

The advancement of modern computers made possible development of sophisticated numerical solution techniques for solving boundary value problems in geotechnical engineering (Al-Chalabi, 1990).

There are different numerical methods such as the finite element method, boundary integral equation method, finite difference method, etc. The finite element method was the important numerical method between others, and will be used in this paper.

Finite Element Program

The computer program CRISP (critical state program) was developed at Cambridge University, Engineering Department, Soil Mechanics Group, in 1975. Later and after making necessary modifications on (CRISP), it was published in 1987, (Britto and Gunn, 1987).

CRISP uses the finite element technique and allows predictions to be made of ground deformation using critical state theories. The program CRISP is used in this work to analyze pile-soil interaction problems after making necessary developments.

Solution techniques

Non-linear response arises from either geometric non-linearity or material non-linearity. Geometric non-linearity arises when large deformations of the structure mean that the equilibrium equations (based on the undeformed structure geometry) are no longer

sufficiently accurate. Material non-linearity arises when the stress-strain relation for the material is non-linear (e.g. the Cam-clay model relations).

There are a number of techniques for analyzing non-linear problems using the finite elements. CRISP uses the incremental or tangent stiffness approach: the user divides the total load acting into a number of small increments and the program applies each of these incremental loads in turn. During each increment, the stiffness properties appropriate for the current stress levels are used in the calculations. If only a few increments are used, this method produces a solution that tends to drift away from the true or exact solution. This means a stiffer response result for a strain-hardening model and the displacements are always under-predicated.

Problem No.1

Desai (1974) used the (FEM) to analyze field pile load tests conducted on pipe piles at the lock and Dam on the Arkansas river in USA. The results of single test performed on one of the piles (pile 3 in the reference) are analyzed here.

The diameter and penetration depth of pile (3) was (0.508) m, (16.15) m respectively. The total load applied on pile (3) was (280) tons through (13) increments, and the finite element mesh for the axisymmetric problem can be seen in Figure (1). Both sides are impermeable for water dissipation. Eight-node isoparametric elements were used for displacements while four-node elements were used for pore pressure.

Material properties

- a) **Pile material (steel):** the (stress-strain) behavior of steel was assumed linear elastic. The equivalent elastic modulus (E_{eq} =196*10⁵ kN/m²), Poission ratio (v=0.2), (the given values are equivalent for pipe steel pile).
- b) **Soil (sand):** the (stress-strain) behavior of sand was assumed to be linear isotropic elastic. Table (1) presents the sand properties used in the analysis.

Property	Modulus of Elasticity E_S (kN/m ²)	Poisson's ratio (v)	Angle of friction (Ø)	Unit weight γ (kN/m ³)	Coefficient of lateral earth pressure <i>K</i> _o
Value	33113.7	0.3	32	21.2	1.17

Table (1) Sand	l properties i	for problem N	No.1 (after l	Desai, 1974).
----------------	----------------	---------------	---------------	---------------

c) **Interface material:** the material at the interface and the soil were assumed to have the same properties except that the other properties of the interface were calculated as follows the following procedure of:

Kn: Normal stiffness.

$$Kn = \frac{E(1-v)}{(1+v)(1-2v)}$$

Ks: Shear stiffness.
$$Ks = \frac{E}{2(1+v)}$$

Kres: Residual shear stiffness.

$$Kres = \left(\frac{1}{100} \quad \text{to} \quad \frac{1}{1000}\right) Ks$$

t: thickness of element.

 $t = \left(\frac{L}{10} \text{ to } \frac{L}{100}\right)$ L: length of element.

Through table (2), the interface material properties can be seen.

Table (2) Interface material properties.

Type of soil	c(kPa)	ø	Kn (kPa)	Ks (kPa)	Kres (kPa)	t (m)
sand	0	32	44547.9	12714	25.457	0.0299





Due to symmetry in geometry and loading, only one half of the geometry is modelled. Eight-noded quadrilateral elements are used for both the pile and soil materials. The right and left boundaries are restrained horizontally and are free to move vertically. The load was applied in increments to simulate the actual loading. Another mesh was made for pore pressure consisted of eight-node elements for the soil material only.

Results

Fig (2) presents the load-settlement relationship. Figure (3) shows the surface settlement of the pile and adjacent soil predicated at nodes (10, 20, 30, 40, 50, 60 and 70) as shown in Figure (1). Figure (4) shows the changes in vertical effective stress along section (a-a) in the same mesh. Load (kN).



Fig. (2) The load-settlement relationship for the pile of problem No.1.



Fig. (3) Surface settlement of the pile and the adjacent soil under different load increments.





Problem No.2

This case represents the loading test, which was done by O'Niell et al. (1982) on (11) closed – ended steel pipe piles in stiff overconsolidated clay. The loading test was mentioned by Castelli and Maugeri (2002). The data was taken from the last reference.

The diameter and penetration depth of the pile used in the analysis was (0.27 m) and (13.10 m), respectively. The total load applied on the pile was (653 kN) through (7) increments. The finite element mesh can be seen in Figure (5).

Material properties:

- a. The piles are made of steel, it is assumed to behave as linear elastic ($E_s=2.1E8$ kPa, v = 0.15).
- b. The behavior of the clay is modelled using the modified Cam-Clay model. Table (3) shows the clay properties that are used in the analysis.

 Table (3) Clay properties for the Cam-Clay model of problem No.2.

Type of soil	V	E_s (kPa)	К	λ	ecs	M	$\gamma_{(kN/m}3)$	Ko
Clay	0.45	$0.45 195*10^3$		0.062 0.161		0.888	20	0.5
	Y							
	→ ″/		a 		(
щ	Ţ							
3.27								
3.275m								
	\mathbf{T}		┼─∳╹	╸┥──┼─	+			
3.275m								
	¥ ∅			3	(
75m								
3.2	\pm							
.1. 0.1								
	_ '//,		· ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
			2.5 m	2.5 m	2.5			

Fig. (5) The finite element mesh for problem No.2.

RESULTS

Figure (6) presents a comparison between the predicated settlements by the finite element method with measured ones. A good agreement between the measured and predicated settlement can be observed. Figure (7) shows the surface settlement that takes place after installation of the pile.

Figure (8) and (9) show the contours of total horizontal stress and total vertical stress, respectively. Load (kN).



Distance (m).

130

5

130

6

7

8

Fig. (8) Contours of total horizontal stress (kPa) of problem No.2.

4

130

ż

ż

2



Fig. (9) Contours of total vertical stress (kPa) of problem No.2.

Problem No.3

Pestana et al. (2002) presented full details of field measurements of excess pore pressure and deformation around a 600-mm-diameter, 35-m-long closed –ended steel pile driven into a thick deposit of San Francisco Bay Mud. This study concentrated on the dissipation of generated excess pore pressure due to pile driving through (1000 days) after pile installation.

The project site is located on San Francisco Peninsula in California, near areas of recently completed seismic retrofit work on the I-280 freeway.

Two seismic cone penetration tests with pore pressure measurements were carried out and 8 soil borings were drilled to various depths for the purposes of collecting high-quality laboratory samples and installation field instrumentation at the site.

Piezometer instrumentation

Three piezometer levels were selected at: 8.5, 12.8, and 23.8 m. These depths were chosen to obtain information from both layers of Young Bay Mud and to stay sufficiently far from the sandy drainage layer so that the predominant drainage path would be radial. Nine 1-indiameter piezometers were installed over a grid representing three depths and three radial distances from the pile where borings 1, 2, and 3 each have two piezometers at nominal depths of 8.5 and 12.8 m, borings 4, 5, 6 have one piezometer each at 23.8 m, boring 7 contains one piezometer at a depth of 6.7 m (Pestana, 2002).

Field monitoring:

The time line of visits to the project site spans a period three years from initial investigations in May 1997 to the final site visit in May 2000. Prior to driving the pile, base line measurement of all instrumentation were obtained. After pile installation, field data were collected frequently in the first days and weeks while the pore pressure gradient was high. These readings became less frequent as the exponential decay of pore pressures continued. The final set of pore pressure measurements was made approximately 2 years after pile installation at which point virtually all pore pressures had dissipated and any changes in the soil were due to secondary effects.

Material properties:

(a) Pile material (steel): Its behavior is considered as linear elastic ($E_s=2*10^8$ kPa, v = 0.2). (b) Soil: the soil profile has been subdivided into five distinct layers:

Number1

- 1) Miscellaneous fill within the upper (3.5m) with $\gamma = 20.4 \text{ kN/m}^3$.
- 2) Young Bay Mud between 3.5m-9.75m with $\gamma = 14.3 \text{ kN/m}^3$.
- 3) Young Bay Mud between 9.75m-15.5m with $\gamma = 15.1$ kN/m³.
- 4) A clayey sand layer from 15.5m-17m with $\gamma = 18.9 \text{ kN/m}^3$.
- 5) Young Bay mud below 17m with $\gamma = 16.2 \text{ kN/m}^3$.

The stiffer sand layer underlying the project site begins at approximately 33.5m. Piezometer measurement gives an approximate ground water table (GWT) at a depth of 2.km. The ky properties of these layers can be seen in Table (4). Table (4) Soil properties for the soils of problem No.3.

Туре	Behavior	$E(kN/m^2)$	V	γ (kN/m ³)	К	λ	M	e_{cs}		
of soil									(<i>m/s</i>)	(<i>m/s</i>)
Fill	Elastic	2.76E4	0.15	20.4	I	-	_	_	1E-4	1E-4
Young Bay mud(1)	MCC	_	0.45	14.3	0.064	0.324	0.95	2.772	1E-8	1E-8
Young Bay mud(2)	MCC	-	0.45	15.1	0.064	0.324	0.95	2.772	1E-8	1E-8
Clayey sand	Elastic	1.23E4	0.15	18.9	-	-	-	_	1E-4	1E-4
Young Bay mud(3)	MCC	-	0.45	16.2	0.0514	0.257	0.95	2.301	1E-8	1E-8

Note

- 1) MCC = Modified Cam-Clay.
- 2) The Modified Cam- Clay properties are calculated according to relations submitted by Randolph, Carter et al.(1978) which are:

 $\lambda = 0.00585 PI, \kappa = 0.2 \lambda, e_{cs} = 7 \lambda + 0.5.$

Table (5) shows the average index properties of San Francisco Bay Mud.

Table (5) Average index properties for San Francisco Bay Mud (after Pestana et al.,2002).

Depth(m)	LL	PL	PI	Gs
8.5	98	39	59	2.75
12.8	86	34	52	2.71
23.8	76	32	44	2.66

RESULTS

Figure (10) presents the finite element mesh. The problem is a coupled one in which the pore pressure is considered as a state variable. The dissipation of excess pore water pressure was studied in several points, and a comparison between field measured (excess pore water pressure) and predicated excess pore water pressure is presented. Both lateral sides are simulated as impervious boundaries.

In this problem a new technique is suggested in which the field measured excess pore water pressures are considered as initial pore pressures in the computer program (CRISP). No load was applied on the pile.

Y. J.Al-Shakarchi	Effective Stress Finite Element Analysis of
M. Y. Fattah	Pile-Soil Interaction Problems
A M Raheem	

Figure (11) shows a comparison between the measured and predicted pore water pressure (PWP) at a point (0.55, 8.5) m from the pile face, while Figure (12) shows the comparison at a point (0.55, 12.8) m from the pile face. Figure (13) presents the comparison at a point (1.07, 23.8) m from pile face. A good agreement between the field and predicated excess pore water pressures can be seen in all cases.

Also a comparison between the actual and predicated (degree of consolidation) at the same points is introduced. The degree of consolidation U is calculated according to the following equation:

$$U(\%) = \frac{(u_i - u)}{(u_i - u_o)}$$
.....(1)

where:

 u_i is the initial excess pore water presure.

u is the excess pore water pressure at any time.

 u_{o} is the hydrostatic pore water pressure.

Figure (14) shows the comparison at a point (0.55, 8.5) m from the pile face. In this figure, the predicated degrees of consolidation are close to the measured values and show good agreement.

Measuring lateral deformations would provide information on the consolidation process as the generated excess pore pressure dissipated, so the distribution of horizontal displacement along the pile at section (a-a) (shown in Figure (10)) is presented in Figure (15). It can be noticed that at different locations, there are sudden increases in lateral displacement due to presence of layers of different properties, in addition to the presence of interface element at the base of the pile which permits smooth movements to take place for the soil at the pile base.

The change in vertical effective stress along section (a-a) with time is presented in Figure (16). The changes in horizontal effective stress and pore water pressure along section (a-a) with time are presented in Figures (17) and (18), respectively.



Fig. (10) The finite element mesh of the problem No.3.



at a distance 0.55 m from the pile face and depth 8.5 m.

(11) Dissipation of excess pore water pressure with time at a point located at a distance 0.55 m from the pile face and depth 8.5 m.



distance 0.55 m from the pile face and depth 12.8 m.



Fig. (13) Dissipation of excess pore water pressure with time at a point located at a distance 1.07 m from the pile face and depth 23.8 m.



Fig. (14) Variation of degree of consolidation with time at a point (0.55 m) from the pile face and at a depth (8.5 m).



Fig. (15) Lateral displacement along Sec. (a-a) of the problem No.3.





Fig. (16) Changes in vertical effective stresses along Sec. (a-a) of problem No.3.



Fig. (17) Changes in horizontal effective stresses along Sec. (a-a) of problem No.3.



Fig. (18) Change in pore water pressure along Sec. (a-a) of problem No.3.

Conclusions

The finite element analysis of some pile- soil interaction problems revealed the following conclusions:

- 1. Good agreement between the measured and predicted settlements by the finite element method when the soil is assumed to follow the modified Cam Clay model.
- 2. The proposed technique used in this paper, in which the measured excess pore water pressures are considered as initial pore pressures in the computer program (CRISP). No load was applied on the pile. The dissipation of excess pore water was studied through carrying out consolidation analysis.
- 3. The analysis of pile embedded in layered soil showed that the distribution of horizontal displacement in the soil adjacent to the pile indicates sudden increases in lateral displacement. This may be attributed to the sudden change in the properties of the different layers in addition to the presence of the interface element at the base of the pile which permits smooth movements to take place for the soil at the pile base.

References

- Al-Assady A. K. M., (1998); "Effect of anisotropy on two-dimensional consolidation of clayey soil", a Thesis submitted to Civil Eng. Dept. in the University of Baghdad for degree of Master.
- Al-Chalabi J. H.H., (1990); "Single pile analysis using finite element method", a Thesis submitted to Civil Eng. Dept. in the University of Basra for the degree of Master.

Number1

- Britto A. M. and Gunn M. J., (1987); "Critical state soil mechanics via finite elements", John Wiley and Sons, New York, U.S.A.
- Castelli F. and Maugeri M., (2002); "Simplified nonlinear analysis for settlement prediction of pile groups", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, January, ASCE, vol.128, No.1, P.P. 76-83.
- Desai C. S., (1974); "Numerical design-analysis for piles in sands", Journal of the Geotechnical Engineering Division, vol.100, No.6, P.P. 613-635.
- Grande L. and Nordal S., (1979); "Pile-soil interaction analysis on effective stress basis", Recent Developments in the Design and Construction of Piles, ICE, London.
- Hunt C. E., Pestana J. M., Bray J. D. and Riemer M., (2002); "Effect of pile driving on static and dynamic properties of soft clay", Journal of Geotechnical and Geoenvironmetal Engineering, January, ASCE, vol.128, No.1, P.P. 13-23.
- Kirby R.C. and Esrig M.I., (1979); "Further development of a general effective stress method for prediction of axial capacity for driven piles in clay", Recent Developments in the Design and Construction of Piles, ICE, London.
- Pestana J. M., Hunt C. E. and Bray J. D., (2002); "Soil deformation and excess pore pressure field around a closed-ended pile", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, January, ASCE, vol.128, No.1, P.P. 1-12.
- Randolph M. F. and Wroth C. P., (1978); "Analysis of deformation of vertically loaded piles", Geotechnique, Vol. 104, No.12, P.P. 1465-1488.
- Randolph M. F. and Wroth C. P., (1981); "Application of the failure state in undrained simple shear to the shaft capacity of driven piles", Geotechnique 31, No.1, P.P. 143-157.

CURVATURE DUCTILITYOF REINFORCED CONCRETE BEAM SECTIONS STIFFENED WITH STEEL PLATES

Prof. Dr. Thamir K. Al-Azzawi Dept. of Civil/ College of Engineering University of Baghdad Assist. Prof. Raad K. Al Azzawi Dept. of Civil/ College of Engineering University of Baghdad

Teghreed H. Ibrahim Dept. of Civil/ College of Engineering University of Baghdad

ABSTRCUT

This paper presents theoretical parametric study of the curvature ductility capacity for reinforced concrete beam sections stiffened with steel plates. The study considers the behavior of concrete and reinforcing steel under different strain rates. A computer program has been written to compute the curvature ductility taking into account the spalling in concrete cover. Strain rate sensitive constitutive models of steel and concrete were used for predicting the moment-curvature relationship of reinforced concrete beams at different rate of straining. The study parameters are the yield strength of main reinforcement, yield strength of transverse reinforcement, compressive strength of concrete, spacing of stirrups and steel plate thickness. The results indicated that higher strain rates improve both the curvature ductility and the moment capacity of reinforced concrete beam sections. Moreover the section curvature ductility increases as the thickness of the stiffening plates decreases.

الخلاصة

قدم هذا البحث دراسة نظريه لقابلية مطيلية التقوس لمقاطع الاعتاب الخرسانية المسلحه والمقواة بالصفائح الحديدية. تم في هذه الدراسه الأخذ بنظر الأعتبار تصرف كل من الخرسانة وفولاذ التسليح تحت تأثير نسب قيم زمنية مختلفة للأنفعال. لحساب مطيلية التقوس تم كتابة برنامج كومبيوتر واخذ بنظر الأعتبار الانفصال الحاصل في غطاء الكونكريت. لقد تم استعمال مخططات متحسسه للمعدل الزمني للأنفعال لكل من الفولاذ والخرسانة وذلك لتوقع علاقة العرم مع التقوس لمقاطع الاعتاب. المتغيرات التي استخدمت في هذه الدراسة هي مقاومة الخضوع لفولاذ التسليح الرئيسي، مقاومة الخضوع لفولاذ التسليح الثانوي، مقاومة الانضغاط للكونكريت، مسافات روابط الاعتاب و سمك صفائح الفولاذ المقاطع أفولاذ المتسليح الرئيسي مقاومة الخضوع المستحصلة من الدراسه أشارت التي أن زيادة المعدلات الزمنية للأنفعال تحسن من المقاومة و الخرسانة و المقاومة و الن المستحصلة من الدراسه أشارت التي أن زيادة المعدلات الزمنية للأنفعال تحسن من المقاومة و الخرسة منا المقاطع أعتراب

KEYWORDS

Curvature Ductility, Beams, Reinforced Concrete, Steel Plates, Strain Rate.

INTRODUCTION

The philosophy of seismic design for moment resisting reinforced concrete frames is based on the formation of plastic hinges at the critical sections of the frame under the effect of substantial

T. K. Al-Azzawi	Curvature Ductilityof Reinforced Concrete Beam
R . K. Al Azzawi	Sections Stiffened with Steel Plates
T. H. Ibrahim	

load reversals in the inelastic range. The ability of the plastic hinge to undergo several cycles of inelastic deformation without significant loss in its strength capacity is usually assessed in terms of the available ductility of the particular reinforced concrete section.

The ductility capacity of reinforced concrete sections is usually expressed in terms of the curvature ductility ratio $(\mu_{\phi} = \phi_{u} / \phi_{y})$ where ϕ_{y} is the curvature of the section at first yield of the tensile reinforcement and ϕ_{u} is the maximum curvature corresponding to a specific ultimate concrete compression strain.

The moment-curvature analysis of the section is usually performed under monotonically increasing load which represents the first quarter-cycle of the actual hysteretic behavior of the plastic hinge rotation under the earthquake loading. Therefore, μ_{ϕ} of a section calculated under such assumption is a theoretical estimate of the actual inherent ductility of the section when subjected to an actual earthquake loading. However, the theoretical estimation of μ_{ϕ} under monotonic loading is widely used as an appropriate indicator of the adequacy of earthquake resistant design for reinforced concrete members.

Steel plates have been used for many years due to their simplicity in applying and their effectiveness for strengthening and stiffening. The high tensile strength and stiffness lead to an increase in bending capacity and a reduction of the deformations. Hussain et. al $(1995)^{[4]}$ tested eight beams of (0.15*0.15*1.25m) with a steel ratio (ρ =0.0096), the concrete cylinder strength was (f_c' =31 MPa) and the average yield strength of the main steel and stirrups was (414 and 275 MPa). The effect of plate thickness and plate end anchorage on ductility and mode of failure of beams were studied and concluded that increasing the plate thickness than 1mm caused a premature failure due to tearing of concrete in the shear span at loads lower than that calculated according to the ACI code shear strength formula.

Soroushian and Sim (1986)^[9] used strain rate sensitive constitutive models for steel and concrete to predict the axial load-axial strain relationship of reinforced concrete rectangular columns at different rates of strain. The analysis parameters were the yield strength of reinforcement ($f_y = 276$, 414, 552 MPa), the concrete strength ($f_c'=20.7$, 27.6 MPa), the steel ratio ($\rho=0.026$, 0.032, 0.04) and the amounts of hoop reinforcement ($\rho_s=0.01388$, 0.02082, 0.04164). The results indicated that for the range of analysis parameters considered and for the range of strain rates of (0.00005/sec - 0.5/sec) the secant axial stiffness increases in the range of (16%-36%). Al-Haddad (1995)^[1] studied the curvature ductility for reinforced concrete beams under strain rates in a range of (static, 0.05 and 0.1/sec) for values of ($f_y = 414$, 440, 483, 518 MPa) and reinforcement ratio ($\rho=0.003$, 0.3). He assumed that only the steel reinforcement is a strain rate sensitive. The results indicated that for a strain rate of (0.05/sec) the curvature ductility ratio was decreased by about (12%) for an increase of (34.5 MPa) in f_y compared with that under static loading.

MATERIAL MODELS OF THE PRESENT STUDY

Constitutive Concrete Model

The concrete constitutive model adopted in the present study is that of Razvi & Saatcioglu $(1999)^{[6]}$ which takes into account the cross sectional shape and reinforcement arrangements, **Fig.(1)**. The effect of the strain rate had been accounted for in this model by using the two coefficients (k_{f} , k_{ε}) as had been derived by Soroushian (1986)^[9] on the test results basis. The ascending part of the proposed curve is represented by:

$$f_{c} = \frac{f_{cc}' \cdot k_{f} \cdot (\frac{\varepsilon_{c}}{\varepsilon_{1} \cdot k_{\varepsilon}}) \cdot r}{r - 1 + (\frac{\varepsilon_{c}}{\varepsilon_{1} \cdot k_{\varepsilon}})^{r}}$$
(1)
Where: $r = \frac{E_{c}}{E_{c} - E_{sec}}$, $E_{sec} = \frac{f_{cc'} \cdot k_{f}}{\varepsilon_{1} \cdot k_{\varepsilon}}$, $E_{c} = 4730\sqrt{f_{c'}}$, $\varepsilon_{1} = \varepsilon_{01}(1 + 5k_{3}K)$

The descending part assumes a slope that changes with confinement reinforcement and as follows:-

$$\begin{aligned} \varepsilon_{85} &= 260k_{3}.\rho_{c}.\varepsilon_{1}[1+0.5k_{2}(k_{4}-1)] + \varepsilon_{085} \end{aligned} \tag{2} \\ k_{1} &= 6.7(f_{le})^{-0.17} , k_{2} &= 0.15\sqrt{\left(\frac{b_{c}}{S}\right)\left(\frac{b_{c}}{SL}\right)} \leq 1 , k_{3} &= \frac{40}{f_{c'o}} \leq 1 \\ k_{4} &= \frac{f_{Le}}{500} > 1 , K = \frac{k_{1}.f_{Le}}{f_{c'o}} \\ \varepsilon_{01} &= 0.0028 - 0.008k_{3} \\ \varepsilon_{085} &= \varepsilon_{01} + 0.0018k_{3}^{2} \\ \rho_{c} &= \frac{\sum_{i=1}^{n} (A_{sx})_{i} + \sum_{j=1}^{m} (A_{sy})_{j}}{S(b_{cx} + b_{cy})} \\ f_{Le} &= k_{2}f_{L} \\ k_{f} &= 1.48 + 0.16\log_{10}\varepsilon^{\bullet} + 0.0127(\log_{10}\varepsilon^{\bullet})^{2} \\ k_{\varepsilon} &= 1.08 + 0.112\log_{10}\varepsilon^{\bullet} + 0.0193(\log_{10}\varepsilon^{\bullet})^{2} \end{aligned}$$



Fig.(1) Strain rate modified stress-strain relationship for concrete^[6]

Constitutive Steel Model

Number1

Several models were proposed to represent the stress-strain relationship of steel reinforcement by using many dynamic tests results^[7]. The following constitutive model of steel has been empirically derived by Parvis Soroushian (1987)^[8] from dynamic test results on structural steel, reinforcing bars and deformed wires for different wires and for different types of steel, **Fig.(2)**.

$$f_{s} = \begin{cases} E_{s}\varepsilon_{s}\cdots\cdots\cdots\cdotsif \quad \varepsilon_{s} < \frac{f_{y}}{E_{s}} \\ f_{y}'\cdots\cdots\cdots\cdotsif \quad \frac{f_{y}'}{E_{s}} < \varepsilon_{s} < \varepsilon_{h}' \\ f_{y}'\left[\frac{112(\varepsilon_{s}-\varepsilon_{h}')+2}{60(\varepsilon_{s}-\varepsilon_{h}')+2} + \frac{(\varepsilon_{s}-\varepsilon_{h}')}{(\varepsilon_{u}'-\varepsilon_{h}')}(\frac{f_{u}'}{f_{y}'}-1.7)\right] if \quad \varepsilon_{h}' < \varepsilon_{s} < \varepsilon_{u}' \\ 0.0\cdots\cdots\cdots\cdotsif \quad \varepsilon_{s} \ge \varepsilon_{u}' \end{cases}$$
(3)

$$f_{y}' = f_{y} [(-6.54 * 10^{-8} f_{y} + 1.46) + (-1.334 * 10^{-7} f_{y} + 0.0927) \log_{10} \varepsilon^{-}]$$
(4)

$$f_{u}' = f_{u} [(-1.118 * 10^{-7} f_{y} + 1.15) + (-0.354 * 10^{-7} f_{y} + 0.04969) \log_{10} \mathcal{E}]$$
(5)

$$\mathcal{E}_{h}' = \mathcal{E}_{h} [(-6.105*10^{-6} f_{y} + 4.46) + (-1.22*10^{-6} f_{y} + 0.693) \log_{10} \mathcal{E}^{\dagger}]$$
(6)

$$\varepsilon_{u}' = \varepsilon_{u} \left[(-1.295 * 10^{-6} f_{y} + 1.4) + (-2.596 * 10^{-7} f_{y} + 0.0827) \log_{10} \varepsilon^{2} \right]$$
(7)



Fig. (2) Comparison of Static and Dynamic Constitutive Model of Steel^[8]

The comparison between the experimental $(f-\varepsilon)$ curve and Parvis Soroushian $(1987)^{[8]}$ constitutive model for two different strain rates for steel specimens with yield strength of (235 MPa) as shown in **Fig.(3)**.



Fig.(3) comparison of Parvis Soroushian (1987)^[8] constitutive model of steel with test results for f_y =235 MPa

MOMENT-CURVATURE RELATIONSHIP FOR CONCRETE SECTION

The response of reinforced concrete cross section to an applied bending moment and an axial force may be adequately described by the relation between moment and curvature referred to

moment-curvature relationship. This relation depends on the material and geometrical properties of cross section as well as the level of the applied axial force.

This relationship is established using the following procedure:

1. The ultimate concrete compressive strain is first computed using Bing, Park and Tanka (2001)^[2] equation and as follows:

$$\mathcal{E}_{cu} = \mathcal{E}_{co} [2 + (122.5 - 0.92f_{co}) \sqrt{\frac{f_l}{f_{co}}}]$$
 (8)
Where:

 f_l =lateral confining stress of transverse reinforcing steel

 f_{co} =compressive strength of unconfined concrete

 ε_{co} =strain at peak stress of unconfined concrete

The concrete spalling strain is limited by (0.004) as reported in Ref.^[5].

- 2. For a given concrete strain in the extreme compression fiber ε_{cm} and neutral axis depth *kd*, the analysis is performed as follows:
 - a) The steel strains (ε_{s1} , ε_{s2} ...) can be determined from similar triangles of the strain diagram. For example, for bar *i* at depth d_i the steel strain is:

$$\varepsilon_{si} = \varepsilon_{cm} \left(\frac{kd - di}{kd}\right) \tag{9}$$

The steel stresses $(f_{s1}, f_{s2}...)$ corresponding to strains $(\varepsilon_{s1}, \varepsilon_{s2}...)$ may be found from the stress-strain curve for the steel using equations (3). Then the steel forces $(S_{s1}, S_{s2}...)$ may be found from the steel stresses and the areas of steel, **Fig.(4)**. For example for bar *i* the force equation is:



Fig.(4) theoretical moment curvature analysis (a) steel in tension and compression.

b) The concrete compressive force C_c is made up of two parts, a confined part coming from the core concrete confined by the stirrups, and the unconfined part coming from the cover concrete. Each part is analyzed separately and both are added to make up the total concrete compressive force, **Fig.(5)**.



Fig.(5) concrete section analysis.

3. The force equilibrium equation is:

$$C_c = \sum_{i=1}^n f_{si} A_{si} \tag{11}$$

and the moment equilibrium equation:

$$M = C_{c}\left(\frac{h}{2} - X_{c}\right) + \sum_{i=1}^{n} f_{si} A_{si}\left(\frac{h}{2} - d_{i}\right)$$
(12)

Where:

 X_c =the moment arm of concrete compressive force (C_c). The curvature is given by

$$\phi = \frac{\varepsilon_{cm}}{kd} \tag{13}$$

4. The method of establishing these relations is based on equilibrium of internal and external forces assuming a linear distribution of strain across the depth of section. Concrete spalling outside the ties has no contribution in internal force calculation at strains more than the maximum unconfined value of (0.004). The moment-curvature curve exhibits a discontinuity at first yield of tension steel and has been terminated when external fiber compressive concrete strain ε_{cm} reaches the maximum compressive strain ε_{cu} , Fig.(5).

Fig.(6) shows a comparison between experimental results and the present study results. It is obvious that there is a good agreement between the analytical model and the test results.



Present Study Results for Confined Beam Section

Effects of Strain Rate on the Curvature Ductility

Any increase in the rate of loading usually increases both the compressive strength of concrete and the yield strength of steel. Hence it may be expected that the moment capacity of reinforced concrete beams increases with increasing in the loading rate.

The reinforced concrete beam shown in **Fig.(7)** is analyzed the results are presented in **Figs.(8)** to (12). In each Figure five curves of moment-curvature relationships are shown for four different strain rates of 0.0001/sec (a typical quasi-static value), 0.001/sec, 0.01/sec and 0.1/sec in addition to the static load condition for different parameters of (f_y, f_{yb}, f_c', S) and steel plate thickness). The steel plates stiffening the top and the bottom face of the reinforced concrete section.



Fig.(7) Details of Beam

Table (1) summarizes the results of the curvature ductility for different parameters (f_y , f_{yt} , f_c' and S). The effects of the above parameters on μ_{ϕ} for reinforced concrete beam sections are as follows:

- 1. μ_{ϕ} is increased by about 10% for f_y =414 MPa and by about 30% for both f_y =345 and 276 MPa under the strain rate of (0.1/sec) as compared to the static loading, **Fig.**(13-a).
- 2. For different yield strengths of the transverse reinforcement the curvature ductility factor under the strain rate of (0.1/sec) increased an average by about (14%) as compared to the static loading, **Fig.**(13-b).

- T. K. Al-Azzawi **Curvature Ductilityof Reinforced Concrete Beam** Sections Stiffened with Steel Plates R.K.Al Azzawi T. H. Ibrahim
 - 3. For different concrete compressive strengths the average increase in curvature ductility under the strain rate of (0.1/sec) is about (10%) as compared to the static loading, Fig.(13**c**).
 - 4. For different values of spacing of stirrups the average increase in μ_{ϕ} under strain rate of 0.1/sec is about 12% as compared to the static loading, Fig. (13-d).
 - 5. for different f_y , f_c' , f_{yt} and S the average increase in moment capacity at strain rate of (0.1/sec) as compared to the static rate is about 20%, Figs.(8) to (11).

Effects of Strengthening by Steel Plates

For different strain rates the beam section of **Fig.(7)** has been strengthened by using steel plates of 1mm, 3mm and 5mm thickness. The results are given in Table (2) the following can be concluded:

- 1. For different steel plate thickness the average increase in μ_{ϕ} under strain rate of 0.1/sec is about 14% as compared to the static loading.
- 2. For a strain rate of 0.1/sec the strengthening of the beam by steel plates of 1mm, 3mm and 5mm respectively decreases the curvature ductility by 8%, 9% and 10% respectively as compared to the unplated sections.
- 3. For the static strain rate the strengthening of the beam by steel plates of 1mm, 3mm and 5mm respectively decreases the curvature ductility by 6%, 12% and 18% respectively as compared to the unplated sections.
- 4. For higher strain rates the increase in thickness of steel plates is become insignificant on the curvature ductility of the beam section, Fig.(13-e).
- 5. For different steel plate thickness the average increase in moment capacity at strain rate of 0.1/sec over the static rate is (19%), Fig.(12).

Strain-Rate (ɛ́) 1/sec	0. 1	0. 01	0.001	0.0001	Static 0.00001
$f_y(MPa)$	f _c '=28 MPa,	f _{yt} =414 MPa, 1	S=100mm		
276	45.28	43.50	40.08	37.16	34.20
345	30.23	30.39	29.05	25.62	22.58
414	18.08	17.53	17.02	16.95	16.28
$f_{yt}(MPa)$	f _c '=28 MPa,	f _y =414 MPa, S	S=100mm	-	<u>.</u>
276	15.58	15.05	14.17	13.86	13.26
345	17.01	16.67	16.17	15.98	14.89
414	18.08	17.53	17.02	16.95	16.28
$f_{\rm c}'(MPa)$	$f_y = 414 MPa_y$	$f_{yt} = 414 MPa,$	S=100mm		-
21	14.39	13.92	13.57	13.32	13.10
28	18.08	17.53	17.02	16.951	16.28
35	19.39	18.90	18.48	18.22	17.47
S(mm)	<i>f_c</i> '=28 <i>MPa</i> ,	$f_{y} = 414 MPa, j$	$f_{yt} = 414 MPa$	-	-
100	18.08	17.53	17.02	16.95	16.28
150	13.77	13.14	12.49	12.32	12.01
200	11.82	11.76	11.18	10.88	10.54
250	10.76	10.99	10.37	10.17	9.80

Table (1) Curvature ductility μ_{\emptyset} for beams under different strain rates

· · ·					υıρ
Strain-Rate (é) 1/sec	0. 1	or Beam Sect 0. 01	ions 0.001	0.0001	Static 0.00001
Plate Thickness (mm)	f _c '=28 MPa, f	f _y =414 MPa, f	$f_{yt} = 414 MPa,$	S=100mm	
0	18.08	17.53	17.02	16.951	16.28
1	16.75	16.48	15.99	15.94	15.30
3	16.55	16.06	15.89	15.43	14.57
5	16.35	15.86	14.78	14.25	13.81





Fig (8) Effect of strain-rate on the moment curvature relationship for different



Fig. (9). Effect of strain-rate on the moment curvature



Fig. (10). Effect of strain-rate on the moment curvature relationship for different compressive strength of concrete f_v =414 MPa, f_{vt} =414 MPa, S=100mm



Fig. (11). Effect of strain-rate on the moment curvature relationship for different spacing of transverse reinforcement f_c =28 MPa, f_y =414 MPa, f_{yt} =414 MPa



Fig. (12). Effect of strain-rate on the moment curvature relationship for beams with and without steel plates f_c '=28 MPa, f_y =414 MPa, f_{yt} =414 MPa, S=100mm



Fig. (13). Effect of strain rate on curvature ductility for different:

(a) Effect of steel yield strength for main reinforcement (f_c '=28 MPa, f_{yt} =414 MPa, S=100mm) (b) Effect of steel yield strength for transverse reinforcement (f_c '=28 MPa, f_y =414 MPa, S=100mm) (c) Effect of concrete compressive strength (f_y =414 MPa, f_{yt} =414 MPa, S=100mm)

(d) Effect of spacing of stirrups (f_c '=28 MPa, f_y =414 MPa, f_{yt} =414 MPa)

CONCLUSIONS

Based on the results obtained in the present study, the following conclusions can be drawn:

1. The curvature ductility factor increased by about (14%) for a strain rate of (0.1/sec) as compared to the static loading for different yield strengths of the transverse reinforcement and different steel plate thickness

Number1 Volume 13 march 2007

- 2. The curvature ductility factor increased on average by (20%) under the strain rate of (0.1/sec) over the static strain rate for different yield strengths of the main reinforcement.
- 3. The moment capacity increased on average by (20%) for the strain rate of (0.1/sec) as compared to the static load condition for different yield strengths of the main reinforcement, strengths of the transverse reinforcement, compressive strength of concrete, spacing of stirrups and steel plate thickness.
- 4. The curvature ductility under different strain rates for the sections strengthened by steel plates as compared to the unplated sections decreased for the beam sections by about (10%).

NOTATIONS

 A_{sx} , A_{sy} =area of one leg of transverse reinforcement in x and y directions.

 b_{cx} , b_{cy} =core dimensions measured c/c of perimeter hoop in x and y directions.

- E_c =modulus of elasticity for concrete.
- E_s =modulus of elasticity for steel.
- E_{sec} =secant modulus of elasticity for concrete.
- f_{c} = concrete cylinder strength (in MPa).

 $f_{cc}'f_{co}'$ = confined & unconfined concrete compressive strength in members (in MPa).

- f_L = average confinement pressure (in MPa).
- $f_{Le'}$ = equivalent uniform lateral pressure (in MPa).
- f_u =static ultimate yield strength of steel (in MPa).
- $f_{u'}$ =dynamic ultimate yield strength of steel (in MPa).
- f_y =steel yield strength (in MPa).
- f_{y} =dynamic yield strength of steel (in MPa).
- f_{yt} =yield strength of transverse reinforcement (in MPa).
- m, n =number of tie legs in x and y directions.
- *S* =spacing of transverse reinforcement.
- S_L =spacing of longitudinal reinforcement laterally supported by corner of hoop or hook of cross tie. $\dot{\epsilon}$ =strain rate $\geq 10^{-5}$
- ρ_c =total transverse steel area in two orthogonal directions divided by corresponding concrete area.
- ε_{01} =strain corresponding to peak stress of unconfined concrete.
- ϵ_{085} =strain corresponding to 85% of peak stress of unconfined concrete on the descending branch.
- ε_1 =strain corresponding to peak stress of confined concrete.
- ϵ_{85} =strain corresponding to 85% of peak stress of confined concrete.
- ε_c =concrete strain.
- ε_h =static strain hardening initiation strains of steel.
- $\varepsilon_{h'}$ =dynamic strain hardening initiation strains of steel.
- ε_u =static ultimate strains of steel.
- $\varepsilon_{u'}$ =dynamic ultimate strains of steel.

REFERENCES

- 1. Al Haddad, M. S. "Curvature Ductility of R.C. Beams Under Low & High Strain Rates" ACI Structural Jor., Vol. 92, No. 5, Sep. Oct. 1995, pp 526 534.
- Bing, L., Park, R. and Tanka, H. "Stress-Strain Behavior of High Strength Concrete Confined by Ultra High and Normal Strength transverse Reinforcements" ACI Str. Journal Vol.98, No.3, May-June 2001, pp. 395–406.
- 3. Corley, W. G. "Rotational Capacity of Reinforced Concrete Beams" Journal Str. Divi. ASCE Vol. 92, No. st5, October, 1966, pp. 121-146.

T. K. Al-AzzawiCurvature Ductility of Reinforced Concrete BeamR. K. Al AzzawiSections Stiffened with Steel PlatesT. H. IbrahimSections Stiffened with Steel Plates

- 4. Hussain, M., Sharif, A., Basunbul, I. A., Baluch, M. H. and Al-Sulaimani, G. J. "Flexural Behavior of Precracked R/C Beams Strengthened Externally by Steel Plates" ACI Str. Journal Vol. 92, No. 1, Jan.–Feb., 1995 pp. 14-22.
- 5. Park and Paulay "Reinforced Concrete Structures" 1975.
- 6. Razvi,S. & Saatciaglu ,M. "Confinement Model for High Strength Concrete" Jor. Str. Eng. ASCE, March, 1999.
- Scott, B. D., Park, R. and Priestley, M. J. N. "Stress-Strain Behavior of Concrete Confined by Overlapping Hoops at Low and High Strain Rates" ACI Jor. January – February, 1982, pp 13 – 27.
- 8. Soroushian, P. "Steel Mechanical Properties at Different Strain Rates" ASCE Jor. Str. Eng., Vol. 113, No. 4, April, 1987, pp. 663 672.
- 9. Soroushian, P. and Sim, J. "Axial Behavior of R.C. Columns Under Dynamic loads" ACI Jor. November December 1986, pp 1018 1025.

EMBEDDED IN SANDY SOILS WITH CAVITIES

Dr. Mosa J. Al-Mosawe Professor, University of Baghdad, College of Engineering, Civil Eng. Department Dr. Yousif J. Al-Shakarchi Professor, University of Baghdad, College of Engineering, Civil Eng. Department Saheem M. Al-Taie Formerly Graduate Student University of Baghdad, College of Engineering, Civil Eng. Department

ABSTRACT

 \bigcirc

A program of laboratory testing is carried out to study the performance of laterally loaded piles embedded in soil, which contains cavities. The testing apparatus is manufactured for carrying out the tests and a simple technique was used to simulate the cavities.

The program of testing consists of five groups: Group One was carried out on pile embedded in soil without cavities. The Second and Third Groups are performed on pile embedded in soil contains single cavity located in front and in touch with pile face for the Second Group and in back and in touch with pile face for the Third one. Group Four is performed on pile with the existence of two cavities located in front and in touch with pile face. Group Five is performed on pile with the existence of three cavities located in front and at a variable distance from pile face. All tests are performed on a free head pile subjected to horizontal load.

The results of this study indicate that the number of cavities and their location have a combined effect on the behavior of laterally loaded pile The effect of cavities located in front of the pile is marginal at X/D > 8 where X is the spacing between cavity and pile and D is the diameter of the pile.

الخلاصة

لدراسة تصرف الركائز المحملة أفقيا والمدفونة في تربة تحتوي على تكهفات ، فقد تم وضع برنامج فحوص مختبري يتضمن دراسة تصرف نماذج من ركائز صغيرة مدفونة في تربة رملية مفككة صيغت بداخلها فجوات. وقد تم تصنيع جهاز لتنفيذ البرنامج مع استعمال تقنية بسيطة لتمثيل الفجوات .هذا ويحتوي برنامج الفحص خمس مجاميع: المجموعة الأولى: أجريت على ركيزة مدفونة في تربة خالية من الفجوات.المجموعة الثانية: أجريت على ركيزة مدفونة في تربة تحتوي على فجوة واحدة وموقها أمام الركيزة ومتماسة مع سطحها.ويتغير بعد الفجوة عن سطح التربة في كل فحص. المجموعة الثالثة: مماثلة للمجموعة الأولى: أجريت على ركيزة مدفونة في ان موقعها في هذه المجموعة الثانية: أجريت على ركيزة مدفونة في تربة تحتوي على فجوة واحدة وموقها أمام الركيزة ومتماسة مع سطحها.ويتغير بعد الفجوة عن سطح التربة في كل فحص. المجموعة الثالثة: مماثلة للمجموعة الثانية باستثناء موقع الفجوة حيث ان موقعها في هذه المجموعة خلف الركيزة .المجموعة الرابعة: أجريت على ركيزة مدفونة في تربة تحتوي على فجوة واحدة وموقعها أمام الركيزة ومتماسة الركيزة ومتماستين معها، المجموعة الحامسة : أجريت على ركيزة مدفونة في تربة تحتوي على في تربة تحتوي على فجوة واحدة الركيزة ومتماستين معها، المجموعة الحامسة : أجريت على ركيزة مدفونة في تربة تحتوي على ثلاث فجوات وموقعهما أمام الركيزة ومتماستين معها، المجموعة الحامسة : أحريت على ركيزة مدفونة في تربة تحتوي على ركائز حرة في حركة الراس

head ومعرضة لقوى افقية مع تغيير في نسبة اللامركزية.وبينت نتائج الفحوص ان هنالك تاثيرا مشتركا بين عــدد الفجــوات وموقعها على أداء الركائز المحملة افقيا. ويتلاشى تاثير الفجوات على سلوك الركائز عندما تكون على بعد X/D اكــبر مــن حيث ان X هو المسافة الافقية بين سطح الفجوة وسطح الركيزة و D هو قطر الركيزة.

KEY WORDS Cavities, Pile, Lateral load, Sand

INTRODUCTION

There are many cases in practice where piles pass through different layers of soils that contain cavities located at different depths and locations. In such kind of sites, cavities will affect drastically the pile performance and therefore it is vital to pay attention to this effect with great care.

AIM OF THE PRESENT WORK

The aim of the present work is to study the effect of cavities in loose sandy soil on the performance of laterally loaded piles. The parameters studied are the location, depth and number of cavities. The effect of these parameters on the performance of the pile subjected to horizontal loading is studied and the results are analyzed.

FAILURE MECHANISM

Al-Shakarchi, (1965) performed laboratory tests on laterally loaded pile embedded in cohesionless soil. Under the application of horizontal load on vertical single pile, the process of movement of the particles of soil around the pile that the pattern of motion of soil particles at failure for the upper two third of pile length is upwards in the same side of the pile at which the load is applied and a passive zone is developed. The pattern of motion of particles is downwards at the opposite side of the pile and represents active zone. At the lower one third of the pile length, the direction of soil particles movement is in the opposite directions of the upper two third length of pile, i.e. passive resistance is developed in the opposite side of the pile at which the load is applied.

PREVIOUS WORKS

The available works and studies concerning the problem of piles subjected to horizontal loads are limited to soils without cavities. The only available work related directly to the present problem is the experimental work performed by Ziyazov (1976). Other works which are related indirectly to the present problem are the works performed experimentally about the performance of footing above cavities, Badie and Wang (1984).

THE APPARATUS

The apparatus shown in Fig. (1) consists of: steel container, pile fixing tool, the dial gauge fixing tool and the loading system.

Steel Container

The sand container is made of steel plates with internal dimensions of 640 mm in length, 290 mm in width and 395 mm in height as shown in Fig. (1a).



Fig.(1): The apparatus: a) The steel container, b) Pile fixing tool, c) Loading system, d) Dial gauge fixing tool

THE PILE MODEL

The pile model is made of solid steel metal with a circular cross section of 15 mm diameter. The total length of the pile varies between 345mm and 480mm. The yield strength of the pile metal (F_y) is 380 MPa, while the modulus of elasticity (Ep) is 2.05 * 10⁵ MPa. According to the criteria proposed by Broms (1965) the pile used is considered rigid.

THE SAND

Properties

The sand used is Kerbala sand, which is washed with water to remove dust as much as possible. Then the sand is air dried;

The grain size distribution curve is shown in Fig. (2).

The properties of the sand as obtained from laboratory tests are listed below :

m



Fig. (2): Grain Size Distribution Curve for the Tested Sand (ASTM.) Standard

The bed of soil

The bed of soil is prepared in the form of layers of different thicknesses. Water corresponding to the 4 % -moisture content is then added gradually using a water sprinkler and mixed thoroughly with the soil. Care is taken to distribute the water evenly, then the mixture is spread inside the container and compacted with steel tamping hammer, until the required unit weight is achieved.

P.V.C. pipes, 50 mm diameter and 290 mm long, are used to form the cavities. They are placed in the required position during compaction process. Compaction continues until the final bed is achieved. After the completion of the bed of soil, the glass door, as in Fig. (1a), is opened and the P.V.C. pipes are withdrawn out of the container, then the door is closed.

The horizontal load is applied in suitable increments so as to get sufficient number of points for the load – displacement curve. The magnitude of suitable increment is found to be equal to $\frac{1}{4}$ kg. The last increment is applied when the rate of horizontal displacement does not exceed 0.02 mm per hour.

TESTING PROGRAM

The testing program is shown in Table (1). It should be mentioned that the tests are performed on free head piles.

n o.	Х	h*		L= 30	0 mm		
Gro p N	mm	mm		e/	'L		Remarks
			0.15	0.30	0.45	0.60	
Ι			*	*	*	*	Soil without cavity
		50	*		*		P ◀ ╆
		100	*		*		
п		150	*		*		
11		200	*		*		
		300	*		*		
		100	*			.*	₽ <u></u>
тт		200	*			n 🖌	- O L
		300	*				$\mathbf{D}_{\mathbf{++}}^{\mathbf{-+}} \rightarrow$
	100	150	*		*		
	100	200	*		*	P	▲e
IV	100	250	*		*	h	OHt 1
1 V	150	150	*		*	*	
	150	200	*		*		
	150	250	*		*		1 1
	0	200	*	*	*	*	<te< td=""></te<>
N7	20	200	*	*	*	100*]	
v	40	200	*	*	*	100	K∐ L
	60	200	*	*	*	100*	$\leq $
	80	200	*	*	*	*1 (

Table	(1).	Testing	nrogram
rable	(\mathbf{I})	resung	program

h* is the distance between the center of the cavity or the group of cavities

ESULTS AND DISCUSSION

Many references indicate some of the recognized criteria for defining failure loads of piles under compressive loads, but there is no criterion to define the failure load of laterally loaded piles except some notes in some references: Mc Multy (1956), Hopkins (1956), Soneja and Garg (1980), Bowles (1988) and Kashat (1990).

ANALYSIS OF THE RESULTS

To analyze the results of the present work, a load required to produce a horizontal displacement 2 mm is considered as working load.

Group I: Piles embedded in soil without cavity.

The length of embedment is constant, L=300mm and the eccentricity is variable, e=45mm, 90mm, 135mm and 180mm.

One can notice from Fig. (3) that the load required to produce a certain horizontal displacement decreases with the increase in eccentricity ratio. The load required to produce 2 mm horizontal displacement is shown in Table (2).



Fig.(3): Variation of horizontal load versus horizontal displacement for no cavities group (group I). L=300mm, e/L=0.15, 0.30, 0.45 and 0.60.

Table (2): Working load of piles embedded in soil without cavities in (N).

e/L	0.15	0.30	0.45	0.60
Р	46	40	36	33

Group II: The cavity is in touch and in front face of the pile.

Tests of this group are made as indicated in tasting program Table (1), with constant L=300mm e/L=0.15 and 0.45





The load re_(a) h=50mm (b) h=100mm (c) h=150mm (d) h=200mm (e) h=300mm

,
h	L=300mm			
(mm)	e/L			
	0.15	0.45		
0*	46	36		
50	24	22.5		
100	40	23		
150	42.5	23.2		
200	44.5	30		
300	46	36		

*h=0 denotes soil without cavity

Generally, the variation of load versus displacement shown in Fig. (4) indicates that the displacement corresponding to a specified pile load embedded in soil containing a cavity, is more than the load of pile embedded in soil without cavity. This behavior is due to the reduction in passive zone developed in front of the pile. One can notice from Table (3) that the existence of a cavity near the pile tip has no effect on working load. At pile tip, the passive zone is developed on the back face of the pile.

Fig. (5) shows the variation of working load versus cavity depth. Generally, increasing the depth of cavity, increases the working load.



Fig.(5): Variation of working load versus cavity depth with varying load eccentricity. (group II, one cavity, L=300mm)

Fig. (5) indicates that at a certain depth of cavity, an increase in eccentricity decreases the working load.

Figure (6) shows the variation of P_c/P_o versus h/L where P_c indicates that the pile working load embedded in soil contains single cavity in front and in touch with pile face and P_o indicates the corresponding load of pile embedded in soil without cavity.



Fig.(6): Variation of P_c/P_o ratio with h/L ratio at different eccentricity

ratios (group II, one cavity, L=300mm)

One can notice that the effect of cavity on the working load of

pile is more pronounced as long as the cavity is near the ground surface. A reduction in pile working load is about 48 to 52% when the cavity is located at about one sixth of pile length with e/L = 0.15 and 0.45 respectively, see Fig. (5). This behavior may be due to the fact that with increasing h/L the cavity gradually goes outside of the passive zone. Thus the effect of cavity near the tip of pile is negligible.

Group III: The cavity is in touch and at back face of the pile

Fig. (7) shows the variation of load versus horizontal displacement at variable depth of cavity. The working load for each pile is given in Table (4).

Table (4): Working load of pile embedded in soil containing one cavity at the back of the pile face.

h (mm)	0	100	200	300
$P_{c}(N)$	46	46	45.5	40

*h=0 denotes soil without cavity

Fig. (8) shows the variation of P_o/P_o versus h/L.It is clear that the cavity has no effect on the working load of pile as long as it is located in the active zone. The active zone is located approximately in the upper two-third of pile length.

The working load of pile is reduced to about 13% when the cavity is located near the pile tip.



Fig.(7): Variation of load versus displacement with varying cavity depths from soil surface (group III, one cavity, e/L=0.15)



Fig.(8): Variation of P_c/P_o ratio to h/L ratio for cavity at back face of the pile (group III, one cavity, e/L=0.15)

Group IV: Piles embedded in soil containing two cavities

The location of the cavities are shown in Table (1). The cavities are located in front and in touch with pile face. Fig. (9) shows the relationship between the lateral load and the horizontal displacement with varying e/L ratio.



Fig.(9): Variation of load versus displacement with varying e/L ratio (group IV, two cavities, L=constant=300mm, X=100mm). (a) h=150mm (b) h=200mm. (c) h=250mm.

The load required to produce 2 mm horizontal displacement (i.e working load) is given in Table (5). It should be mentioned that X=0 and h=0 denote the working load embedded in soil without cavity.

			· ·	
		L = 300 mm		
h	Х	e = 45(mm)	e = 135(mm)	Damada
mm	mm	e/L		Remarks
		0.15	0.45	
0	0	46	36	
150	100	27.1	17.6	
200	100	42	24	
250	100	44.3	30	
150	150	28	20	
200	150	41.3	23.5	
250	150	43.5	26.8	

Table (5): Working load for laterally loaded pile embedded in soil containing two cavities in (N)

*h=0 denotes soil without cavity

Fig.(10) shows the variation of working load versus depth of the center of the two cavities. It is clear that the location of the cavities near the ground surface has a pronounced effect of the performance of laterally loaded pile. Generally, the location of the cavities near the pile tip have a negligible effect on working load.



Fig.(10): Variation of working load versus depth of the center of the two cavities, h. Note: h=0 indicates soil without cavity.

The increase in eccentricity causes decrease in the pile load capacity provided that the increase in eccentricity causes decrease in the pile load capacity provided that (L) is constant.

The spacing between the two cavities (X=100 mm and 150 mm) has a smaller effect on the performance of the pile than other parameters.

The curves tend to be asymptote as long as the location of the cavities approaches the tip of the pile.

Figs.(11) and (12) show the relationship between P_c/P_o with h/X for two cases of X=100mm and 150mm, respectively.

Obviously, the existence of cavities in front of the pile affects the performance of the pile under the lateral load. They reduce the pile capacity. The working load of pile with the existence of two cavities with X=100 mm and h=150 mm and e/L=0.15 reduces to about 40%. The reduction in pile capacity is due to reduction in passive zone. as long as the cavities exist in the passive zone (which is located at the upper two-third of pile embedded length) the more reduction in working load.



Fig.(11): Variation of P_c/P_o versus h/X with varying e/L ratio X=100mm



Fig.(12): Variation of P_c/P_o versus h/X with varying e/L ratio X=150mm

Group V: Piles embedded in soil containing three cavities

The arrangement and location of the cavities are shown in Table (1).

M. J. Al-Mosawe Y. J. Al-Shakarchi and S. M. Al-Taie

The tests are performed on a pile embedded in soil containing three cavities, and the cavities are located at X/D = 0, 2, 4, 6 and 8 (D=15mm).

Fig.(13) shows the variation of horizontal load versus horizontal displacement with eccentricity ratio e/L equal to 0.15, 0.3, 0.45 and 0.60

LOAD (N) * 10

general, increasing In the lateral load causes an increase in the horizontal displacement. At a certain level of load, the horizontal displacement increases with the decreases in X/D ratio.

The loads required to produce 2 mm horizontal displacement for each case are shown in Table



Fig. (13): Variation of load versus displacement with varying e/L ratio (group V, three cavities, L=constant=300mm), X/D=(a) 0 (b) 2 (c) 4(d) 6 (e) 8

(6).

10010 (0)). Wolking loud of	i piles enticedded i	ii son contains the	
		L=30	00mm	
X/D e/L				
	0.15	0.30	0.45	0.60
0	27	26	17.5	12.5
2	34	30	18	14
4	35.5	32	21	16
6	41.5	32.5	25	17
8	45.5	37.5	34.5	27

Table (6): Working load of piles embedded in soil contains three cavities, in (N).

It is obvious from Table (6) that the working load increases with the increase in X/D ratio for all values of eccentricity ratio. Fig. (14) shows the variation of the ratio of P_c/P_o (P_c = the working load of pile embedded in soil containing three cavities), (P_o = the working load of pile embedded in soil without cavity) versus X/D.



Fig. (14): Variation of P_c/P_o versus X/D ratio (group V, three cavities).

At a specified X/D ratio, the value of P_c/P_o decreases with the increase in eccentricity ratio. In general, it is clear that P_c/P_o increases with the increase in X/D and approaches to one at X/D = 8, i.e. the working load of piles embedded in soil containing three cavities approaches the working load of pile embedded in soil without cavity.

Fig. (15) shows the variation of working load versus load eccentricity and X/D ratio. It is clear that with the increasing in X/D ratio, the working load increases, and at a specified X/D ratio the working load increases with the decrease in eccentricity.



Fig. (15): Variation of working load versus (a) load eccentricity (b) X/D ratio (group V, three cavities, L=constant=300mm).

CONCLUSIONS

Conclusions of a general nature are warranted only by extensive and conclusive tests under a wide variety of conditions. The following conclusions, therefore, are confined to the soil condition, pile type and cavity arrangement under which the tests are made:

1- There is a combined effect of the number of cavities and their location on the performance of laterally loaded pile. The existence of cavities in the passive zone of soil causes reduction in pile capacity.

- 2- The reduction in pile capacity increases as long as the existence of cavities is in front of pile and closer to the pile face and near to the ground surface. The reduction decreases as the cavity goes deeper and approaches zero near pile tip.
- 3- A reduction in pile working load is about 48% and 52% when the cavity is located at about sixth of pile length form the surface of the soil with eccentricity ratio 0.15 and 0.45 respectively.
- 4- The cavity located at the back of pile and in touch with pile face has no effect on the performance of the pile as long as it is located in the upper two third of the pile embeddment length. The working load is reduced to about 13% when the cavity is located near the pile tip.
- 5- The effect of cavities located in front of pile is marginal at X/D > 8, where X is the spacing between cavity and pile and D is the diameter of pile.
- 6- In general, the existence of a number of cavities in soil in front of a pile affects the performance of laterally loaded pile. With the increase in the number of cavities (i.e. more reduction in passive zone) the pile capacity decreases.

REFERENCES

Al-Shakarchi, Y. J., 1965; "Combined action of pile and soil under the effect of the lateral load", Al-Muhandis, Journal of the Iraqi Society of Engineers. serial 31 Dec. 1965 No. 3, year 9th, p.p. 29-41.

Al-Taie S. M., 2004; "Perfarmance of laterally loaded pile embedded in sandy soil with caviyies" M.Sc. thesis, University of Baghdad, College of Engineering, Civil Dept., Iraq.

Badie, A. and Wang, M.C., 1984; "Stability of spread footing above void in clay", Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol.110, No.11, p.p. 1591-1605.

Bowles J.E., 1988 "Foundation analysis and design", 4th edition,McGraw-Hill, New York.

Broms, B. B., 1965; "Design of laterally loaded piles", Proc. ASCE., Vol. 91, SM3, part 1, p.p. 79-99

Hopkins, D. A., 1956 Disscution to paper by McNulty J.S.M.F.D., ASCE Vol. 82 No. SM4, paper 940.

Kashat, I.K., 1990 "Effect of load inclination on the behavior of pile" M.Sc. thesis, College of Engineering, University of Baghdad.

McNulty, J. F. 1956 "Thrust loading on Piles" J.S.M.F.D., ASCE Vol. 82 No. SM2, paper 940.

Soneja, M. R. and Garg K. G., 1980; "Under-ream piles under lateral loads", Indian Geotechnical Journal. Vol.10, No.3, p.p. 232-244.

Ziyazov, Ya. Sh., 1976; "Performance characteristics of horizontally loaded piles located near a trench", Soil Mechanic and Foundation Engineering, ASCE. Vol. 13, No.3, p.p. 165-167.

NOTATION

- C_u = coefficient of uniformity.
- D = pile diameter in (mm)
- D_{50} = mean grain size in (mm).
- D_r = relative density.

- e = load eccentricity in (mm) or void ratio.
- e_{max} = maximum void ratio.
- e_{min} = minimum void ratio.
- e/L = eccentricity ratio.
- E_p = elastic modulus of pile material in (MPa).
- F_v = yield strength of the pile metal in (MPa).
- G_s = specific gravity.
- h = depth of cavity
- L = embedded pile length in (mm).
- P = lateral load in (N).
- P_c = the pile working load embedded in soil contains cavities in (N).
- P_o = the pile working load embedded in soil without cavities in (N).
- X = distance between two cavities in case of two cavities, or distance between pile and cavities in case of three cavities in (mm).
- \emptyset = angle of internal friction.

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF POST-TENSIONED CONCRETE BOX GIRDERS

Dr. Husain M. Husain Professor / University of Tikrit Mohanned I. Mohammed Hussein M.Sc. / University of Baghdad

الخلاصة

تمت دراسة سلوك روافد الجسور الكونكريتية ذات المقاطع الصندوقية المسبقة الجهد تحت تأثير الأحمال قصيرة الأمد. تم استعمال العناصر الطابوقية ثلاثية الأبعاد ذات عشرين عقدة لتمثيل الكونكريت المكون لأعضاء الجسر الصندوقي. أما حديد التسليح فقد تم تمثيله باستخدام عنصر أحادي البعد مطمور في العنصر الكونكريتي الطابوقي. سلوك الكونكريت تحت الانصغاط مُتَّل بنموذج مرن-لدن مع تصعيد انفعالي يتبعه جزء لدن تام الذي ينتهي عند بداية تهشم الكونكريت. أما تحت الانصغاط مُتَّل بنموذج مرن-لدن مع تصعيد انفعالي يتبعه جزء لدن تام الذي ينتهي عند بداية تهشم الكونكريت. أما تحت الشد وفقد استخدم نموذج توزيع الشقوق العمودية على محاور الإجهادات الرئيسية مع الأخذ بنظر الاعتبار مساهمة الكونكريت بين الشقوق و التغير في معامل القص في منطقة التشقق. تم تمثيل قوى الإجهاد في حبل الشد بتحويله إلى قوى مكافئة في العقد كما الشقوق و التغير في معامل القص في منطقة التشقق. تم تمثيل قوى الإجهاد في حبل الشد بتحويله إلى قوى مكافئة في العقد كما استخدمت طريقة لن (Lin) . تم إدخال مصفوفة حبل الشد إلى المصفوفة الكلية باعتباره عنصر أحادي البعد مطمور في عنصر الكونكريت. و عن الإجهاد وي معامل القص في منطقة التشقق. تم تمثيل قوى الإجهاد في حبل الشد بتحويله إلى قوى مكافئة في العقور و في المتعدم نطريقة لن (Lin) . تم إدخال مصفوفة حبل الشد إلى المصفوفة الكلية باعتباره عنصر أحادي البعد مطمور في عنصر الكونكريت. كما ينصر الكونكريت. كما يُرست حالة الخسائر القصيرة المدى في الجهد المسبق. وقد اخذ في التحليل ظاهرة الانز لاق المعنور في عنصر الكونكريت. كما يُرست حالة الخسائر القصيرة المدى في الجهد المسبق. وقد اخذ في التحليل ظاهرة الانز لاق المعنور عاصر العنول على عنو و المول الكونكريت. كما يُرست حالة الخسائر القصيرة المدى في الجهد المسبق. وقد اخذ في التحليل ظاهرة الانز لاق الربط العنور العمول عاهم المعندوقية المسبقة الإجهاد وتـم عند سلوح التلامس بين الكونكريت وحبل الشد. تمت دراسة وتحليل أنواع مختلفة من الجسور الصندوقية المسبقة الإجهاد والحرق عن طرح الحمول على توافق جيد بين النتائج المستحصلة من طريقة العناصر المحدة والنتائج العملية معنومة والن مرمة.

ABSTRACT

The behavior of prestressed concrete box-girder bridges has been studied under short term loading. The 20-noded isoparametric three-dimensional brick elements have been used to model the concrete in the box-girder with its two cantilever flanges. The reinforcing bars are idealized as axial members embedded within the brick elements. The behavior of concrete in compression was simulated by an elastic-plastic work hardening model followed by a perfectly plastic response, which is terminated at the onset of crushing. In tension, a smeared crack model with fixed orthogonal cracks is used with the inclusion of models for the retained post-cracking stress and reduced shear modulus. The prestressing forces in the tendons are transformed into equivalent nodal forces and by Lin's method. The contribution of the prestressing tendon stiffness to the global stiffness matrix is considered by treating the tendon as axial member embedded within the brick element. Two types of short-term prestress losses are considered in this study. The bond-slip phenomenon at concrete-tendon is considered by reducing the tendon axial stiffness. Several examples of prestressed concrete box girders are analyzed and compared with available experimental and theoretical studies in order to demonstrate the validity and efficiency of the proposed method. Good agreements between the results are obtained.

INTRODUCTION

The relative economy of the box-girder bridges contributed greatly to its popularity, as it has relatively slender and unencumbered appearance. The structural simplicity of the box-girder bridges, particularly in continuous structures of medium to long spans, has been well demonstrated. The efficiency of the cross-section for positive and negative longitudinal bending moments, as well as torsional moments is apparent even to casual observer.

A box-girder bridge is a particular case of a folded plate structure where the plate elements are arranged to form a closed section. One of the main differences between the general shell and the box-girder (folded plate) is that in the general shell only two elements can meet at the same edge and the change of slope is smooth, while in the box-girder more than two elements can meet at the same edge at different inclinations. This causes a problem of slope discontinuity at corners^[4].

Problem of the slope discontinuity at corners by the use of brick elements does not exist due to existing of three translation degrees of freedom at each node.

The finite element method is the most versatile and appropriate numerical method that can cater for most of the following requirements: detailing, geometric and material behavior, loading characteristics, and the boundary conditions of the structure and any significant interaction among them. The finite element method employs an assemblage of discrete one, two and three-dimensional members to represent the structure. The structure is divided into elements that are only connected at their nodes which possess an appropriate number of degrees of freedom^[20].

This work is devoted to study the overall prestressed concrete box-girder bridges subjected to monotonically increasing load. In order to achieve this main objective, a computer program is used, which was originally developed by Al-Shaarbaf^[3], but modified to be capable of analyzing prestressed concrete box-girders, by developing a system to include the effect of prestressing in the element formulation.

FORMULATION OF FINITE ELEMENT Concrete Idealization

The 20-noded hexahedral brick element is used in the current study to model the concrete^{[3][5]}. Each node of this element has three translation degrees of freedom u, v and w in the x, y and z directions respectively as shown in Fig. 1^[3]. The element employs the standard shape functions to define the displacement field^[68]. The displacements of the brick element are given by:

$$\begin{aligned} \mathbf{u}(\boldsymbol{\xi},\boldsymbol{\eta},\boldsymbol{\zeta}) &= \sum_{i=1}^{20} \mathrm{Ni}(\boldsymbol{\xi},\boldsymbol{\eta},\boldsymbol{\zeta}).\mathbf{u}_{i} \\ \mathbf{v}(\boldsymbol{\xi},\boldsymbol{\eta},\boldsymbol{\zeta}) &= \sum_{i=1}^{20} \mathrm{Ni}(\boldsymbol{\xi},\boldsymbol{\eta},\boldsymbol{\zeta}).\mathbf{v}_{i} \\ (1) \\ \mathbf{w}(\boldsymbol{\xi},\boldsymbol{\eta},\boldsymbol{\zeta}) &= \sum_{i=1}^{20} \mathrm{Ni}(\boldsymbol{\xi},\boldsymbol{\eta},\boldsymbol{\zeta}).\mathbf{w}_{i} \end{aligned}$$



Fig. 1 20-Noded isoparametric brick element^[3].

Reinforcing Bar Idealization

The reinforcing bars are idealized as axial members embedded within the brick elements^[21]. Reinforcing bars are assumed to be capable of transmitting axial force only. The stiffness matrix of steel bars is added to that of the concrete to obtain the global stiffness matrix of the brick element. The shape functions of the brick element can be used to represent the displacements of the bar^[3]. For example,

$$\begin{split} \underset{(2)}{\overset{\text{in}}{=}} &\sum_{i=1}^{20} \mathbf{N}_{i}(\xi).u_{i} \\ &\mathbf{v} = \sum_{i=1 \atop 20}^{20} \mathbf{N}_{i}(\xi).v_{i} \end{split}$$

where $\tilde{\Sigma} \mathbf{M}_{i}$ (considered lying parallel to the local coordinate axis ξ with $\eta = \eta_{c}$ and $\zeta = \zeta_{c}$ (constant), Fig. 2.



Fig. 2 Representation of reinforcement.

Bond and Bond-Slip Representation

For the embedded bar, either perfect a bond or a specified bond-slip relation is assumed. The present bond-slip formulation is based on the experimental results of Nilson^[48]. The bond-slip curve with C=152 mm (6 in.) is used (C, is distance from loaded face or face of crack), Fig. 3. Two polynomials are used to describe this curve, one for ascending portion, and the other for the descending part^[2]:

$$\frac{u}{\sqrt{f'_c}} = 0.083(7.5\alpha^3 - 25\alpha^2 + 27.5\alpha) \text{ for } 0 \le \alpha < 1$$
(3)

$$\frac{u}{\sqrt{f'_c}} = 0.083(2.5\alpha^3 - 15\alpha^2 + 22.5\alpha) \text{ for } \alpha \ge 1$$
(4)

where *u* is the bond stress, MPa, f'_{c} , the cylinder compressive strength of concrete, $\alpha = \frac{\Delta}{\Delta_{p}}$, normalized slip, $\Delta =$ slip, mm, and $\Delta_{p} =$ slip at peak bond stress, mm.

To obtain the bond stiffness K_b , Eq. (3) and Eq. (4) are differentiated with respect to the slip Δ :

$$K_{b} = \frac{\partial u}{\partial \Delta} = 0.083 \frac{\sqrt{f_{c}}}{\Delta p} (22.5\alpha^{2} - 50\alpha + 27.5) \text{ for } 0 \le \alpha < 1$$

$$K_{b} = \frac{\partial u}{\partial \Delta} = 0.083 \frac{\sqrt{f_{c}'}}{\Delta p} (7.5\alpha^{2} - 30\alpha + 22.5) \text{ for } \alpha \ge 1$$
(5)
(6)

To account for bond slip, the steel axial stiffness is reduced by the bond slip stiffness^[12].

w/16



Fig.3 Representative bond stress-slip curves.^[16].

General Nonlinear Solution Procedure

The **incremental-iterative** method is the most common technique used for solving nonlinear structural equations, due to their precise result^[8]. The **modified Newton–Raphson** method in which the stiffness matrix is updated at specified iterations of each increment of loading has been adopted. The convergence of the solution is controlled by a **force convergence criterion**. The numerical integration has been conducted by using 3x3x3=27-point Gaussian rule.

MODELING OF MATERIAL PROPERTIES <u>Modeling of Concrete</u> Behavior of Concrete in Compression

The behavior of concrete in compression is simulated by an elastic-plastic work hardening model followed by a perfect plastic response, which is terminated at the onset of crushing, Fig. 4. The plasticity model is illustrated in terms of the following constructions: the yield criterion, the hardening rule, the flow rule and the crushing condition.



Fig. 4 Uniaxial stress-strain curve for concrete^[3].

The state of stress must be scaled by an appropriate **yield criterion** to convert it to an equivalent stress that could be obtained from a simple experimental test. The yield criterion adopted in this work has been extensively used by many researchers^[3] and can be expressed as:

$$F({\sigma}) = f(I_1, J_2) = \sqrt{\alpha I_1 + 3\beta J_2} = \sigma_o$$
(7)

where α , and β are material parameters to be determined by fitting biaxial test results, using the uniaxial compression test and the biaxial test under equal compressive stresses. I₁, and J₂ are the first stress and second deviatoric stress invariants, and σ_0 is the equivalent effective stress taken from uniaxial tests. The **hardening rule** defines the motion of the subsequent loading surface during plastic deformation. In the current study an isotropic hardening rule is adopted. The rule assumes that the yield surface expands uniformly without distortion as plastic flow occurs^{[6][7]}. Therefore, the subsequent loading functions may be expressed as:

$$F({\sigma}) = C.I_1 + \sqrt{(C.I_1)^2 + 3\beta J_2} = \overline{\sigma}$$
(8)

where $c=\alpha/2\sigma_0$ and $\overline{\sigma}$ represents the stress level at which further plastic deformation will occur and it is termed as the effective stress or the equivalent uniaxial stress at that level.

The equivalent stress-strain relationships at various stages are:

1- Elastic stage:

 $\overline{\sigma} = E.\varepsilon_{c}$ for $\overline{\sigma} \le C_{p}.f_{c}'$ (C_{p} is the initial plasticity coefficient) (9)

2- Work-hardening stage:

$$\overline{\sigma} = C_{p} f_{c}' + E \left[\varepsilon_{c} - \frac{C_{p} f_{c}'}{E} \right] - \frac{E}{2\varepsilon_{0}'} \left[\varepsilon_{c} - \frac{C_{p} f_{c}'}{E} \right]^{2} \quad \text{for } C_{p} f_{c}' \le \overline{\sigma} \le f_{c}'$$
(10)

3- Perfect plastic stage:

$$\overline{\sigma} = f'_{c}$$
 for $\varepsilon_{c} > \varepsilon_{0}$ or $\varepsilon_{c} > (2 - C_{p}) \frac{f'_{c}}{E}$

where, ε_{c} is the effective total strain and ε'_{0} is the total strain corresponding to the parabolic part of the curve given by:

$$\varepsilon'_{o} = \varepsilon_{o} - C_{p} \cdot \frac{f'_{c}}{E}$$
 or $\varepsilon'_{0} = 2(1 - C_{p}) \cdot \frac{f'_{c}}{E}$
(12)

To construct the stress-strain relationship in the plastic range, an associated **flow rule** is considered. This means that the plastic strain increment rate vector will be assumed to be normal to the yield surface, the plastic strain increment can be determined as^{[7][17]}:

$$d\{\varepsilon_{p}\} = d\lambda \frac{\partial f(\sigma)}{\partial \sigma}$$
(13)

where $d\lambda$ is a parameter which determines the size of the plastic strain increment, and $\partial f(\{\sigma\})/\partial\{\sigma\}$ defines the direction of the plastic strain increment vector $(d\{\epsilon_p\})$ as normal to the current loading surface. The plastic multiplier, $d\lambda$ can be found as:

$$d\lambda = \left[\frac{\{a\}^{\mathrm{T}}.[D]}{\mathrm{H}' + \{a\}^{\mathrm{T}}.[D]\{a\}}\right].d\{\epsilon\}$$
(14)

(17)

where {a}, the flow vector, is the yield function derivatives with respect to the stress components and [D] is the elastic constitutive matrix. The elasto-plastic increment of total strain can be calculated as:

$$d\{\varepsilon\} = d\{\varepsilon_{\varepsilon}\} + d\{\varepsilon_{\varepsilon}\}$$
(15)

where $d{\epsilon_e}$, and $d{\epsilon_p}$ are the elastic and plastic strain components. The elastic strain increment is related to the stress increment by the elastic constitutive relationship, which is given by:

$$d\{\sigma\} = [D] d\{\varepsilon_{\circ}\}$$
(16)

Substitution of Eqs. (13), and (16) into Eq. (15) yields: $d\{\epsilon\} = [D]^{-1} d\sigma + d\lambda \{a\}$

$$d\{\varepsilon\} = [D]^{-1} d\{\sigma\} + \frac{\{a\}\{a\}^{T} [D]}{H' + \{a\}^{T} [D]\{a\}}$$
(18)

The crushing failure is a strain-controlled phenomenon. A failure surface in the strain space must be defined in order to take this type of failure into account. The **crushing criterion** can be obtained by simply converting the yield criterion, which is defined in Eq. (7) directly into strains instead of stress components^[7]:

$$\sqrt{\alpha I_1' + 3\beta J_2'} = \varepsilon_{cu}$$
(19)

where, I'_{1} , J'_{2} , are the first strain and second deviatoric strain invariants, and ε_{cu} is the ultimate total strain extrapolated from the uniaxial compressive test results.

Behavior of Concrete in Tension

The behavior of concrete in tension is modeled as a linear elastic brittle material and the maximum tensile stress criterion is employed. A smeared crack model with fixed orthogonal cracks is adopted to represent the tensile fracture of concrete. The model is described in terms of a cracking criterion, post-cracking formulation and shear retention model. In order to describe this model, the following constituents must be defined. For a **cracking criterion**, cracking occurs if the principal tensile stress exceeds the limiting tensile strength of concrete^[3]. After cracking, the normal and shear stresses across the plane of failure and the corresponding normal and shear stiffnesses are reduced. However, the behavior of concrete between two adjacent failure planes remains linearly elastic, i.e., concrete is assumed to be transversely isotropic with planes of isotropy being perpendicular to the major principal stress direction which violates the cracking criterion. Thus, the elastic modulus in the direction of maximum tensile stress, σ 1, is reduced. Because of the lack of interaction between the orthogonal planes caused by cracking, Poisson's ratio, v, is set to zero and a reduced shear modulus β_1 G is employed to model the shear strength deterioration. Therefore, the incremental stress-strain relationship in the local material axes may be expressed as:

$$\Delta\{\sigma\} = [D_{cr}]\Delta\{\epsilon\}$$
(20)

where $[D_{r}]$ is the material stiffness in local material axes.

In the present work, a **tension-stiffening model** is adopted, since the cracked concrete can still initially carry some tensile stresses in the direction normal to the crack. The gradual release of tensile stresses normal to the cracked plane is represented by an average stress-strain curve, Fig. 5, and expressed as^[3]:

1)
$$\sigma_n = \alpha_2 \sigma_{cr} [\alpha_1 - \varepsilon_n / \varepsilon_{cr}] / [\alpha_1 - 1.0] \text{ for } \varepsilon_{cr} \le \varepsilon_n \le \alpha_1 \varepsilon_{cr} \qquad \dots (15)$$

...(16)

2) $\sigma_n = 0.0$ for $\varepsilon_n > \alpha_1 \varepsilon_{cr}$

where σ_n and ε_n are the stress and strain normal to the crack plane, ε_{cr} is the cracking strain associated with the cracking stress σ_{cr} , α_1 and α_2 are the tension-stiffening parameters, (α_1 is the rate of post-cracking stress decay as the strain increases, and α_2 is the sudden loss in stress at instant of cracking).



Fig. 5 Post-cracking for concrete in tension^[3].

In the finite element analysis of reinforced concrete members, a **shear retention model** is usually used. The shear stiffness at a cracked sampling point becomes progressively smaller as the crack widens. So the shear modulus of elasticity is reduced to βG . Before cracking the factor β is set equal to 1.0. When the cracks propagate, the shear reduction factor β is assumed to decrease linearly, Fig. $6^{[21]}$. When the crack is sufficiently opened, a constant value is assigned to β , to account for the dowel action. The following relations are used to account for the shear retention effect.

1)
$$\beta = 1.0$$
 for $\varepsilon_n \le \varepsilon_{cr}$
(23)
2) $\beta = \frac{(\gamma_2 - \gamma_3)}{(\gamma_1 - 1.0)} (\gamma_1 - \frac{\varepsilon_n}{\varepsilon_{cr}}) + \gamma_3$ for $\varepsilon_{cr} \le \varepsilon_n \le \gamma_1 \varepsilon_{cr}$
3) $\beta = \gamma_3$ for $\varepsilon_n > \gamma \varepsilon_{cr}$
(24)
(25)

where, γ_1, γ_2 and γ_3 are the shear retention parameters., γ_1 , represents the rate of decay of shear stiffness as the crack widens, γ_2 , represents the sudden loss in the shear stiffness at the onset of cracking, and γ_3 , represents the residual shear stiffness due to the dowel action.



Fig. 6 Shear retention model for concrete^[3].

Modeling of Reinforcement

Modeling of reinforcing and prestressing steel in connection with the finite element analysis of reinforced and prestressed concrete members is much simpler than the modeling of concrete.

The reinforced and prestressed steel bars are long and relatively slender, and therefore, they can be assumed to transmit axial force only.

In the current work, an elastic-linear work hardening model is adopted to simulate the uniaxial stress-strain behavior of reinforcing and prestressing steel bars, Fig. 7.



Fig. 7 Stress-strain relationship of reinforcing and prestressing steel bars.

FORMULATION OF PRESTRESSING Equivalent Nodal Forces Method

Basic Assumptions

Few assumptions have to be made in order to obtain a workable mathematical model^[11].

- 1. The weakening of the concrete section by the holes provided for the prestressing tendons may be neglected.
- 2. The tension in the prestressing tendons is not affected by the elastic deformation of the structure.

Geometry of the Tendon and Variation of the Prestressing Forces

A particular brick element is considered where it is traversed by a prestressing tendon as shown in Fig. 8. The geometric definition of the tendon segment corresponding to a particular brick element is supposed to be of the following form^[11]:

$$\mathbf{X}_{c} = \begin{cases} \mathbf{x}_{c} \\ \mathbf{y}_{c} \\ \mathbf{z}_{c} \end{cases} = \sum_{i=1}^{m} \mathbf{M}_{i}(\boldsymbol{\chi}) \begin{cases} \mathbf{x}_{ci} \\ \mathbf{y}_{ci} \\ \mathbf{z}_{ci} \end{cases}$$
(26)

In this equation, X_c stands for the vector of global Cartesian coordinates associated with a general point C situated on the axis of the tendon, χ is a non- dimensional parameter varying from -1 to +1 between the points of the segment, and x_{ci} , y_{ci} , z_{ci} (i=1,2...m) represent given Cartesian coordinates of m particular points $C_1, C_2, ..., C_m$ distributed as uniformly as possible on the axis of the tendon. The base function $M_i(\chi)$ associated with a particular node C_i , by taking a value of unity in C_i and zero at all other nodes C_{kei} , is represented by Lagrange polynomial^[11]:

$$M_{i}(\chi) = \frac{(\chi - \chi_{1})...(\chi - \chi_{i-1})(\chi - \chi_{i+1})...(\chi - \chi_{m})}{(\chi_{i} - \chi_{1})...(\chi_{i} - \chi_{i-1})(\chi_{i} - \chi_{i+1})...(\chi_{i} - \chi_{m})}$$
(27)

The variation of tension $T = T(\chi)$ in the tendon is most adequately defined in the form consistent with the deflection of the tendon geometry, namely^[11]:

$$T = \sum_{i=1}^{m} M_{i}(\chi).T$$

(28)

where T_i (i=1,2,...m) are given magnitudes of the tension at nodal points. They will be specified on the basis of the customary prediction of loses of the prestressing.



Fig.8 Typical segment of prestressing tendon traversing a brick element^[11].

Element Local Loads Due to Prestressing

The local action of a prestressing tendon on a particular brick element may be represented by a distributed line load acting on the element along the corresponding segment $C_1 C_m$ of the tendon axis and, if revelant, by a concentrated anchoring force applied to the element at the points (C_1, C_m) where the extremity of the tendon has been anchored in the concrete, as shown in Fig. 8. The distributed line load has two components, the tangential component:

$$P_{t} = -\frac{dT}{ds}$$
(29)

and the normal component:

$$P_n = \frac{T}{R}$$

(30)

It is possible to combine the global components of the tangential and normal loads into a unique global Cartesian local vector:

$$p = \begin{cases} P_x \\ P_y \\ P_z \end{cases} = P_t t + P_n n$$

(31)

If one of the points C_1 or C_m of the tendon segment coincides with the end of the tendon, the end anchoring force $P_1 = T_1$ or $P_m = T_m$ (Fig. 8) must be applied to the element as a concentrated local load. This load, tangential to the tendon axis, will most conveniently be specified by giving the vector its Cartesian global components:

(32)

$$P_{m} = \begin{cases} P_{xm} \\ P_{ym} \\ P_{zm} \end{cases} = -(T.t)_{\chi_{z+1}}$$
(33)

Vector of Primary Nodal Forces of the Element

 $\mathbf{P}_{1} = \begin{cases} \mathbf{P}_{x1} \\ \mathbf{P}_{y1} \\ \mathbf{P} \end{cases} = (\mathbf{T}.\mathbf{t})_{\chi=-1}$

The displacement definition of the brick element can be written as:

 $\{u\}_{e} = [N].\{a\}_{e}$ (34)

and it is assumed that the element is traversed by only one prestressing tendon. Then, using the principle of virtual work, it can be shown that the local loads in Eqs. (31), (32) and (33) are balanced by the primary nodal forces of the element loads to^[17]:

$$\begin{split} & [F_{s}] = -\int N^{T}(\xi_{c},\eta_{c},\zeta_{c}) P(\chi) ds - (N^{T}(\xi_{c1},\eta_{c1},\zeta_{c1}) P_{1} \text{ or } \\ & N^{T}(\xi_{cm}^{-1},\eta_{cm},\zeta_{cm}) P_{m}) \\ & [F_{s}] = -\int N^{T}(\xi_{c},\eta_{c},\zeta_{c}) P(\chi) |V_{t}(\chi)| d\chi - \\ & (N^{T}(\xi_{c1}^{-1},\eta_{c1},\zeta_{c1}) P_{1} \text{ or } N^{T}(\xi_{cm},\eta_{cm},\zeta_{cm}) P_{m}) \end{split}$$
(35)

Lin's Method

Another method is used in the present study. This method is used to analyze the parabolic tendon in prestressed concrete box-girder bridges. The tendon is assumed to be frictionless and acts in the neutral plane of the brick element. The parabolic tendon may be replaced by two types of in-plane force: two end anchorage forces and a uniform pressure along the span of the bridge structure. Fig. 9 illustrates a curved post-tensioned tendon in a brick element.



Fig. 9 Analysis of curved cable^[1].

This treatment of curved tendon follows the procedure used by Lin and applied by Loo and Cusens^[14].

The span of the cable is assumed to be parabolic and the total change of the slope is calculated as:

$$\vartheta = \tan^{-1}(B + 2Cz_3) - \tan^{-1}(B + 2Cz_1)$$
 (36)

where:

$$C = \frac{\left(\frac{y_1 - y_2}{z_1 - z_2}\right) - \left(\frac{y_2 - y_3}{z_2 - z_3}\right)}{(z_1 - z_3)}$$
(37)

$$B = \frac{y_2 - y_3}{z_2 - z_3} - C(z_2 + z_3)$$
(38)

in which (y_1, z_1) , (y_2, z_2) and (y_3, z_3) are the coordinates for any three points in the parabolic curve spanning a brick element. The uniform pressure along the tendon duct may be replaced by a uniformly distributed in-plane load *P* along a line parallel to the z-axis, as shown in Fig. 9, and:

$$P = \frac{T\vartheta}{(z_3 - z_1)}$$
(39)

where T is the prestressing force in the tendon. The load is assumed to act as line \overline{y} , where:

 $\overline{y} = (y_1 + y_2 + y_3)/3$

(40)

In the present study, the uniform pressure is distributed equally upon the nodes for the elements spanning with parabolic tendon.

<u>Short Term Prestress Losses</u> <u>Frictional Losses</u>

For post-tensioned members, the tendons are usually anchored at one end and stretched by jacks at the other end. As the steel slides through the duct, frictional resistance is developed, with the result that the tension at the anchored end is less than the tension at the jack. The total friction loss is the sum of the wobble friction due to unintentional misalignment, and the curvature friction due to the intentional curvature of the tendon. The following well-known equation is used to calculate the prestress loss at any point in the tendon at distance x from the anchorage end^[13]:

$$\mathbf{P} = \mathbf{P}_{\alpha} \cdot \mathbf{e}^{-(\mu\alpha + \omega_{X})} \tag{41}$$

where, p_0 : force in jack end (*x=0*).

p: force in tendon at distance x.

 μ : curvature friction coefficient.

 α : angle change in prestressing tendon over distance *x*.

 ω : wobble friction coefficient.

For parabolic profiles of constant curvature, Eq. (41) can be written as follows:

 $p = p_o \cdot e^{-qx}$

(42) where $q = \mu a + \omega$, q constant profile curvature ($\alpha = ax$).

Anchoring Losses

Prestress loss due to slip-in of the tendon when the prestress jack end is released is present in posttensioned as well as pretensioned construction. Although it has a negligible effect on long tendons, it may become very significant for short tendons. However, anchor slip loss is mostly confined to a region close to the jacking anchorage. Distribution along the tendon is prevented by reverse friction as the tendon slips inward, and the steel stress throughout much of the tendon length may be unaffected by anchorage slip, Fig. 10.

Haung^[10] proposed a method for solving this problem. The force p_2 and length l_a over which anchor slip takes place are unknown. Considering the fact that the area under the curve

represents the elongation of the tendon, the following equation containing the unknown length l_a can be obtained:

$$l_{a} = \frac{2\Delta_{s}A_{s}E_{s}}{p_{o}(1 - e^{-2ql_{s}})}$$
(43)

where, Δ_s , is prestressing tendon anchor slip, A_s , is prestressing tendon area, E_s , is prestressing tendon modulus of elasticity.

Using Eq. (43), length l_a can be evaluated by using ordinary nonlinear solvers such as the iterative Newton-Raphson algorithm.

As shown in Fig. 10 the force in the tendon is then calculated as follows:

$$p = p_{o} \cdot e^{-q(2l_{a}-x)}$$

$$(44)$$

$$p = p_{o} \cdot e^{-qx}$$

$$x > l_{a}$$

$$(45)$$

$$P_{o}$$

(b) Prestress force variation along the tendon both before and after anchor release

Fig.10 Prestress forces losses due to anchor slip^[9].

Computer Program

In the present study, the computer program P3DNFEA (Three-Dimensional Non-linear Finite Element Analysis), has been adopted. The program was originally developed by A-Shaarbaf^[3]. The main objective of the program is to analysis prestressed concrete box-girder bridges. Modifications and newly added subroutines were necessary to incorporate the effect of prestressing forces. The program is coded in FORTRAN 77 language.

APPLICATIONS AND RESULTS

The present nonlinear finite element model is used to investigate the behavior and ultimate load capacity of prestressed concrete box girders subjected to nonproportional loads and initial prestressing forces. Several examples are considered.

Simply Supported Single-Cell Prestressed Concrete Box-Girder Bridge

One-seventh scale model of a single-cell prestressed box-girder bridge^[19], simply supported at its ends is analyzed by using the present nonlinear finite element technique.

The geometry and finite element mesh are shown in Figs. 11 and 12. The applied loading for the bridge was considered to be of a scaled modeled of the Ontario Highway Bridge Design truck

(OHBDC) as shown in Fig. 13. The positioning of the trucks on the bridge model is shown in Fig. 12. The material properties of the concrete, reinforcing and prestressing steel are listed in Table 1.

Since the one-cell box-girder was symmetrically loaded with respect to its longitudinal axis, only one-half of the box-girder is modeled. The one-half structure has been modeled by 252 brick elements with a total number of 1815 nodal points, as shown in Fig. 12.



All dimensions in mm

Fig. 11 Structural details of the one-cell box-girder bridge



Fig. 12 Finite element idealization for half bridge model of one-cell box-girder

Table 1 Material	properties of t	the one-cell b	ox-girder bridge.

Concrete		Steel			
			prestressing	reinforcing	
Elastic modulus, Ec (MPa)	22552	Elastic modulus, Es (MPa)	180000	200000	
Compressive strength, fc` (MPa)	30	Yield stress, fy (MPa)	1050.0	480.0	
Tensile strength, ft (MPa)	1.75*	Diameter (mm)	5.00	1.59	
Poisson's ratio, υ	0.15*	Bar area, (mm2)	19.6	2.00	
Compressive strain at fc`	0.0018	Ultimate strain	0.035	0.018	
Ultimate compressive strain	0.0045	Yield strain	0.0035	0.0018	
Cracking tensile strain	0.0002*	Poisson's ratio	0.3*	0.3*	
		Initial prestressing force, P _o (kN)	14.406*		

*assumed P_o= 0.7 Aps fy



Fig. 13 Simulated Ontario Highway Bridge Design trucks (OHBDC) for one-cell box-girder bridge

Fig. 14 gives the load-midspan deflection curve of the prestressed box-girder bridge. The obtained results show close agreement in comparison with the experimental results. Fig. 15 shows the deflected shape of the bridge at various load levels. The level of the load is indicated by the ratio P/Pu, where P is the load at which the deflection is evaluated and Pu is the ultimate load for the bridge. The concrete longitudinal normal stresses at various locations in the bridge are illustrated in Figs. 16, 17 and 18. Fig. 16 and Fig. 17 show the longitudinal normal stress in the centerline of the top slab at midspan and quarterspan versus the level of load. Generally, the obtained results were nearly close to the experimental results. The variation of concrete longitudinal normal stress at t^{*}Ref.(19) oss-sections at midspan and quarterspan for the bridge at load ratio P/Pu equal to 0.250 and 0.8 ref.(19)







3.50

Experimental Ref. (19)

NONLACS Ref. (19)

sent study with l



Fig. 16 Longitudinal normal stress on the top slab at midspan for one-cell box-girder bridge

0.50 Distance from left support (m) 2.50 3.00

P/Pn=0 756

0.00

0.00

2.00

4.00 6.00

8.00 10.00

12.00

14.00 16.00

18.00

20.00

Stress (MPa)









Fig. 19 Longitudinal normal stress variation across the section at midspan for one-cell box-girder bridge

Fig. 20 Longitudinal normal stress variation across the section of slab at quarter span for one-cell box-girder bridge

Simply Supported Two-Cell Prestressed Concrete Box-Girder Bridge

The same authors^[53] of the previous example tested and analyzed another example. It was a two-cell box-girder, simply supported at its two ends.

The geometry and the finite element mesh are shown in Figs. 21 and 22. The applied loading for the bridge is shown in Fig. 23. The positioning of the trucks on the bridge model is shown in Fig. 22. The material properties of concrete, and reinforcing and prestressing steel are listed in Table 2.

One- half of the bridge is modeled due to the symmetry of loading with respect to the longitudinal axis. The two-cell box-girder was modeled with 308 brick elements with a total number of 2266 nodal points, as shown in Fig. 22.





Fig. 22 Finite element idealization of half bridge model of two-cell box-girder

Table 2 Material properties of the two-cell box-girder bridge.

Concrete			Steel	
			prestressing	reinforcing
Elastic modulus, Ec (MPa)	28663	Elastic modulus, Es (MPa)	175000	200000
Compressive strength, fc` (MPa)	37	Yield stress, fy (MPa)	1550.0	298.0
Tensile strength, ft (MPa)	2.25*	Diameter (mm)	5.00	4
Poisson's ratio, v	0.18*	Bar area, (mm2)	19.6	12.90
Compressive strain at fc`	0.0018	Ultimate strain	0.035	0.018
Ultimate compressive strain	0.0045	Yield strain	0.0035	0.0018
Cracking tensile strain	0.0002*	Poisson's ratio	0.3*	0.3*
		Initial prestressing force, Po (kN)	21.266*	

*assumed P_o=0.7 A_{ps} f_y


Fig. 23 Simulated Ontario Highway Bridge Design trucks (OHBDC) for two-cell box-girder bridge

In Fig. 24, the load-deflection curve of the bridge is shown. Good agreement with experimental and NONLACS results is satisfied throughout most loading levels. The deflected shape due to external loading is shown in Fig. 25, it is measured at various levels of loading. The deflected shapes were measured along the longitudinal centerline of the bridge. Good agreement exists with the experimental results at various ratios of P/Pu, except the curve at the ratio P/Pu=0.909. Fig. 26 represents the development of longitudinal normal stress on the top slab at midspan versus the loading. It can be noted that the rate of development of stress is almost linear. The linear curve was due to the behavior of the structure. Generally, the obtained results are in good agreement with respect to the experimental and NONLACS results. A good agreement with respect to the experimental results in the present study are more close to the experimental results than the NONLACS results. The variation of concrete longitudinal normal stresses along the centerline of the top slab is shown in Fig. 28. The comparison is fairly close with respect to the experimental results. Figs. 29 and 30 show the variation of longitudinal normal stress at the cross-section at midspan and quarter span for the bridge at a ratio P/Pu equal to 0.182 and 0.727.













Fig. 26 Longitudinal normal stress on the top slab at midspan for two-cell box-girder bridge

Fig. 28 Variation of concrete longitudinal normal stresses along the top slab for two-cell box-girder bridge

Fig. 29 Longitudinal normal stress variation across the section at midspan for two-cell box-girder bridge



Fig. 30 Longitudinal normal stress variation across the section at quarter span for two-cell box-girder bridge

5.3 Simply Supported Single-Cell Prestressed Concrete Box-Girder with Inclined Web

A longitudinally prestressed single-cell box-girder, simply supported at both ends was analyzed by Jirousek et al^[11]. The box-girder is longitudinally prestressed by parabolic tendons located within the inclined webs. The profile of the tendons and geometry of the bridge model are shown in Fig. 31. The material properties of the bridge model are listed in Table 3. Each web of the bridge is provided with one-parabolic cable as shown in Fig. 31. The intensity of cable tension was assumed constant.

Due to symmetry of loading and geometry, one half of the bridge span was modeled with 176 brick elements and 1312 nodal points as shown in Fig. 32. In this example, the procedure used by Lin^[13] and applied by Loo and Cusens^[14] is used to represent the prestressing forces at the nodes.

Fig. 33 shows the vertical deflections for the cross-section at midspan due to prestressing forces only. Good agreement is obtained by comparing with Jirousek et al^[11] and Al-Temimi^[4] solutions. In Fig. 34, the distribution of longitudinal stresses at cross-section at midspan is shown. The obtained results are fairly close to Jirousek et al^[11] solution.





Fig. 32 Finite element mesh for the bridge model (half span)

Table 3 Material properties for the prestressed box-girder bridge with inclined webs.

	Concrete							
m	Elastic odulus, Ec (MPa)	Compressive strength, fc` (MPa)	Tensile strength, ft (MPa)	Poisson's ratio, υ	Compressive strain at fc`	Ultimate compressive strain	Cracking tensile strain	Initial prestressing force, Po (kN)
	29000	33.64*	3.132*	0.15	0.0018*	0.0045*	0.0002*	28500
	*assumed $E_{c} = 5000$ $f_{t} = 0.54$	$\frac{1}{\sqrt{f_c'}}$ $\sqrt{f_c'}$						
	⊖ ∆	— Jirousek Re — Al-Temimi — Present stu	f.(11) Ref. (4) dy					
	o <u>2</u>							<u>↑</u>
	Fig. 33	Deflection of	midspan cro	ss-section	Fig. 34 Lon	gitudinal str	esses at cross	-

ross-section Fig. 34 Longitudinal stresses at crosssection midspan

CONCLUSIONS

The nonlinear finite element method is used to analyze prestressed concrete box-girder bridges. Based on the numerical analyses carried out, the following conclusions can be drawn.

1. The three-dimensional finite element model used in the present work is suitable to predict the behavior of prestressed concrete box-girder bridges under flexure. The numerical results

showed the predicted load-deflection behavior, load-stress behavior and collapse load in good agreement with experimental results.

- 2. The losses in prestressing forces used in the present work improved the obtained results when comparing with the experimental results.
- 3. The concept of equivalent nodal forces used in the present study is capable to simulate the loads exerted by the prestressing tendon upon the structure with fair accuracy. Also, Lin's method is proved to be more suitable to simulate the forces by the parabolic tendons.
- 4. The contribution of the prestressing tendon stiffness to the element stiffness is considered and found to have some effect.

REFERENCES

- 1) Abdulla M.A. and Abdul-Razzaq A.A., "*Finite Strip Analysis Of Prestressed Box-Girder*", Computers and Structures, Vol. 36, No. 5, pp.817-822, 1990.
- 2) Al-Sabah A.S.I., "Non-Linear Time-Dependent Finite Element Analysis of Plane Reinforced Concrete Members", M.Sc. Thesis, University of Baghdad, February 1983.
- **3)** Al-Shaarbaf I., *"A Nonlinear Three-Dimensional Finite Element Analysis Program for Steel and Reinforced Concrete Beam in Torsion"*, Ph.D. Thesis, University of Bradford, 1990.
- 4) Al-Temimi J.E.M., "Analysis of Reinforced and Prestressed Concrete Box-Girder Bridges by Ahmad Degenerated Shell Element", M.Sc. Thesis, University of Al-Mustansiria, 2002.
- **5)** Al-Zahawi S.K., "Nonlinear Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Voided Slab Strips", M.Sc. Thesis, University of Technology, 1999.
- **6)** Cervenka V., *"Constitutive Model for Cracked Reinforced Concrete"*, ACI Journal, Vol.82, No.6, pp.877-882, November-December 1985.
- 7) Chen W.F., "*Plasticity in Reinforced Concrete*", McGraw-Hill, 1982.
- 8) Dawe D. J., "Matrix and Finite Element Displacement Analysis of Structures", Clarendon Press, Oxford, 1984.
- **9)** Ghalib A.M.A., "Inelastic Finite Element Analysis of Prestressed Concrete Multi-Planar Systems", M.Sc. Thesis, Department of Civil Engineering, University of Baghdad, 1990.
- **10)** Haung T., "Anchorage Take-Up Loss in Post-Tensioned Members", PCI Journal, Vol.14, August 1969.
- 11) Jirousek J. and Bouberguig A., "A Macro-Element Analysis of Prestressed Curved Box-Girder Bridges", Computers and Structures, Vol.10, pp.467-482, 1979.
- 12) Kindeel Z.M.R., "Nonlinear Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Beam-Column Joints", M.Sc. Thesis, University of Al-Mustansiria, July 2003.
- **13)** Lin T.Y. and Burns N.A., "*Design of Prestressed Concrete Structures*", Third Edition, John Wiley and Sons, 1982.
- 14) Loo Y.C. and Cusens A.R., "A Finite Strip Program for the Analysis of Box-Girder Bridges", User Manual, CIRIA Report 127/7, Civil Engineering Department, University of Dundee, 1972. (cited in Ref. 1)
- 15) Nilson A.H. and Darwin D., "Design of Concrete Structure", Twelfth Edition, 1997.
- **16)** Nilson A.H., "*Internal Measurement of Bond Slip*", ACI Journal, No.69, pp.439-441, July 1972.
- 17) Owen D. R. and Hinton E., "Finite Element in Plasticity, Theory and Practice", Pineridge Press, Swansea, U. K. 1980.
- 18) Pagnani T., Slater J., Aneur-Mosor R. and Boyukourk O., "A Nonlinear Three-Dimensional Analysis of Reinforced Concrete Beam on Boundary Surface Model", Computers and Structures, Vol.43, No.1, pp.1-12, 1992.

- 19) Razaqpur A.G., Nofal M. and Mirza M.S., "Nonlinear Analysis Of Prestressed Concrete Box-Girder Bridges Under Flexure", Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 16, pp.845-853, 1989.
- **20**) Schlaich J. and Seheel H., "*Concrete Box-Girder Bridges*", International Association for Bridge and Structural Engineers, Swiss, 1982.
- 21) Zeinkiweicz O.C., "The Finite Element Method", Third Edition, Mc Graw, Hill, London, 1977.

TEXTURE SYNTHESIS BY GENETIC ALGORITHM

Asst. Prof. Dr. Mayada F. Abdul-Halim Noor Adnan Ibraheem, University of Baghdad College of Science Department of Computer Science

ABSTRACT

One way to synthesis texture in a fast and easy way is image quilting proposed by Efros and Freeman in 2001. This research brings the adaptive search power of genetic algorithm and combines it with the concept of image quilting to propose new texture synthesis algorithm. The proposed GA is ran on many different images from standard texture sets. Visual comparison of our proposed GA with image quilting algorithm is considered. The texture results generated by the proposed GA are roughly comparable in quality to those generated from Efros and Freeman algorithm.

الخلاصه

واحدة من طرق تكوين نسيج شئ ما بطريقة سريعة وسهلة هي طريقة حياطة الصورة التي اقترحها ايفروس و فريمان فسي 2001. هذا البحث يقوم بجمع قوة البحث التي توفرها الخوارزمية الجينية مع مفهوم طريقة خياطة الصورة لاقتراح طريقة حديدة لتكوين صورة نسيج شئ ما. الخوارزمية الجينية المقترحة نفذت على عدد مختلف من الصور الموجودة في المجاميع القياسية للصور. المقارنة المرئية للخوارزمية المقترحة مع حوارزمية خياطة الصورة اظهرت ان جودة النتائج متقاربة.

KEYWORDS

Patch-based texture synthesis, image quilting, genetic algorithms.

INTRODUCTION

Texture is a common seen scenario in the real world and it usually characterizes certain types of surfaces of objects (e.g. walls, clouds, and piles of food cans). Therefore, reproducing the textures for these objects is usually required when rendering their synthetic images. One way to reproduce textures is from scanned photographs. However, this method is often suffered from inadequate size or visible repetition and seams if a simple tiling is directly used. Texture synthesis is an alternative way to create textures. Given a texture sample that contains adequate stochastic and structural information, the goal of texture synthesis is to grow a new texture that visually appears to be generated by the same underlying pattern as in the input texture sample. This method has a variety of applications in computer vision, graphics, and image processing. For example, textures have long been used to decorate object surfaces in computer rendered images. However, natural textures are often difficult to generate manually; therefore an algorithm to synthesize a large texture from a small scanned patch will be desirable.

Until 2001, most texture synthesis algorithms compute the value of each pixel in the synthesized texture individually. However, in 2001, Efros and Freeman published their paper "Image Quilting for Texture Synthesis and Transfer". In this paper, they note that most pixels in a synthesized texture do not have a choice about their final pixel value. Using this observation, Efros and Freeman present a method



М.	F. Abdul-Halim
NA	Ibrahaam

to synthesis texture based on blocks of texture rather than individual pixels. This process –image quiltingis a simple and fast patch-based method: the block substitution is here optimized by stitching together small blocks of existing images and minimizes the error on the boundary cut where the blocks join. By using blocks, the texture synthesis process becomes easier and faster whiles still producing excellent results for both stochastic and structured textures.

In this paper, we bring the adaptive search power of the genetic algorithm and combines it with the concept of image quilting to propose a new texture synthesis algorithm. Because our method is based on the patch-based approach, particully image quilting, we provide a brief overview of this approach. An overview of genetic algorithms also is given. Then we present the proposed genetic algorithm and how we utilize it for synthesizing texture. We show the results obtained and conclude by outlining some possible extensions of this work.

IMAGE QUILTING TEXTURE SYNTHESIS

The basic idea of image quilting texture synthesis procedure is as follows (Efros and Freeman, 2001). Assume that the unit of synthesis B_i is a square block of user specified size from the set S_B of all such overlapping blocks in the input texture image is defined. To synthesize a new texture image, as a first step tile it with blocks taken random from S_B . Before placing a chosen block into the texture looking at the error in the overlap region between it and the other blocks. A minimum cost path throw that error surface is computed and declare that to be the boundary of the new block. Figure 1 shows the result of this process.



The minimal cost path throw the error surface is computed in the following manner. If B_1 and B_2 are two blocks that overlap along their vertical edge (Figure 1) with the regions of overlap B_1^{ov} and B_2^{ov} , respectively, then the error surface is defined as $e = (B_1^{ov} - B_2^{ov})^2$. To find the minimal vertical cut through this surface traverse e (i = 2..N) and compute comulative minimum error E for all paths (Efros and Freeman, 2001):

In the end, the minimum value of the last row in E will indicate the end of minimum vertical path through the surface and one can trace back and find the path of the best cut. Similar procedure can be

	Number1	Volume 13 march 2007	Journal of Engineering
--	---------	----------------------	------------------------

applied to horizontal overlaps. When there is both a vertical and a horizontal overlap, the minimal paths meet in the middle and the overall minimum is chosen for the cut.

AN OVERVIEW OF GENETIC ALGORITHM

Genetic Algorithms (GAs) are a class of stochastic search algorithms for solving many difficult optimization problems (Goldberg, 1989). They are motivated by the computational process in natural evolution that enable organisms to adapt more to their environment over many generations. GAs operate on a set of possible *individuals*, which is called the *population*. In biological terms, the individual's bit string (i.e., *gene*) is the *genotype* and the solution represents the *phenotype* of a particular individual or *chromosome*¹. The most basic operations used by GAs are *selection, crossover,* and *mutation*. The selection operator identifies (according to *fitness* value) the individuals of the current population, which will serve as parents for the next generation. Crossover randomly chooses pairs of individuals to combine properties of them by creating offspring. Crossover occurs with probability p_c , which is typically near

one. Mutation is usually considered as a secondary operator, which makes small changes on single individuals to restore *diversity* of the population that may be lost from the repeated application of selection and crossover (Badros, 1995). Mutation occurs with some small probability p_m .

DESIGN OF GENETIC ALGORITH FOR TEXTURE SYNTHESIS

In this paper we bring the adaptive search power of GA and combines it with the concept of image quilting to propose a new texture synthesis algorithm, as we coined conventional genetic texture synthesis (CGTS).

The general steps of CGTS are:

- 1. Generate a random population of synthesized texture chromosomes with a pre-selected size.
- 2. Evaluate fitness and determine the best synthesized texture chromosome and carry it to the new population (elitist strategy). In this way there is a guarantee that the good synthesized texture chromosome is not lost.
- 3. Repeating the following steps until new population is complete.
 - 3.1 Select two parent chromosomes from the population according to their fitness (the better synthesized texture chromosome, the bigger chance to be selected).
 - 3.2 With a crossover probability, p_c , cross over the selected parents to form a new offspring. If no crossover was performed, offspring is an exact copy of parents.
 - 3.3 With a mutation probability, p_m , mutate new offspring at each gene.

3.4 Place new offspring in a new population.

- 4. Use new generated population instead of old one for a further run of algorithm.
- 5. If the termination criterion is satisfied, stop, and return the best solution in current population.
- 6. Go to step 2.

The following subsections clarify the CGTS chromosome representation. Depending on the chromosome representation, crossover and mutation are put in plain words.

Chromosome Representation and Population Initialization
The genetic algorithm used in this research process populations (old population and new population) of synthesized image textures. A synthesized image texture is a chromosome in the population. In the proposed GA, the chromosome representation is based on the idea of blocks arrangement, where the texture blocks are pasted from top to bottom, left to right. Each chromosome is represented using an array of $N \times M$ genes decimal variables inclusively. Gene variables represent block number i of the block B_i

generated randomly from the set S_B of all such overlapping blocks in the input texture image I_{sample} .

While $N \times M$ represent the encoding (genotype) of the output texture image I_{out} . Figure 2 gives an illustration of the chromosome representation used.



Fig.(2). GA Texture Chromosome Representation, where maximum number of overlapping blocks , here, is 12.

Consider that an output texture image of size $O_1 * O_2$ is to be synthesized from an input texture image of size $I_1 * I_2$ with block size $w_B * w_B$ and overlap region size w_e , of course $I_1 > w_B$ and $I_2 > w_B$. Then, the dimension N * M of an array of genes which define the GA chromosome is calculated as follows.

$$N = \left| O_1 / (w_B - w_e) \right|$$

$$M = \left[O_2 / (w_B - w_e) \right]$$
(2)
(3)

Each gene can hold a block number ranges from 1 to the maximum number of such overlapping blocks in the input texture image.

For research purposes, random initializing of population is the best. Moving from a randomly created population to a well-adopted population is a good test of the algorithm, since resulted synthesized texture will have been produced by the search of algorithm rather than initialization procedures. Therefore, random initialization for population is used here for CGTS. It is a simple matter to create new offspring from the members of old population using genetic operators, place those new texture chromosomes in new population. The choice of population size p_{size} ranges from 30 to 200 in conventional GA (Grefenstette 1986).

Objective and Fitness Functions

The *objective function* is used to provide a measure of how chromosomes have performed in the problem domain. As the objective of texture synthesis problem is to minimize the error on the boundary where the patches join, GA deals with image texture synthesis problem as a minimization problem, i.e., the fit chromosomes will have the lowest numerical value of the associated objective function. This raw measure of fitness is usually only used as an intermediate stage in determining the relative performance of

	Number1	Volume 13 march 2007	Journal of Engineering
--	---------	----------------------	------------------------

chromosomes in a GA. Another function, *fitness function*, is normally used to transform the objective function value into measure of relative fitness, thus:

fitness = g(objective)

......(4)

Where g transforms the value of the objective function *objective* to a non-negative number, and *fitness* is the resulting relative fitness. This mapping is always necessary when the objective function is to be minimized as the lower objective function values correspond to fitter chromosomes.

The objective function of any synthesized texture chromosome can be calculated by summing all vertical and horizontal Euclidean distance measured in RGB space at overlapping location.

$$objective = \sum_{i=1}^{N \neq M} (ve_i + he_i)$$
(5)

Where ve_i is the sum-of-squared difference-SSD of the vertical overlap region between block i and its left block, and he_i is the SSD of the horizontal overlap region between block i and its upper block in I_{out} . Then the fitness function can be computed as follows:

$$fitness = \frac{1}{objective} \tag{6}$$

For every synthesized texture chromosome, the fitness value is calculated. Better synthesized texture (i.e., chromosomes with larger fitness values) will get higher score. Evolution function directs population towards progress because good fitness will be selected during selection process and poor one will be rejected.

Selection

In this paper tournament selection is used, where two individuals are taken at random from initial generation, and the better individual is selected from them. The winner of the tournament is the individual with higher fitness of the tournament competitors, and the winner is inserted into mating pool, the mating pool, being filled with tournament winners. In addition, the *elitist* strategy is used so that the best individual will be automatically survived to the next generation. Elitism makes the GAs retain the best individual at each generation. The best individual can be lost if it is not selected to produce or if it destroyed by recombination or mutation (Mitchell 1998).

Crossover

There are numerous ways to implement crossover. Some forms of crossover are more appropriate for certain problems than others are (Spears 1997). Two point crossover is used for the proposed GAs. After choosing two parents from the mating pool, two crossover points are selected randomly. Each cut point represents a row and column coordinates of the parent chromosome array. Then the blocks of textures between these twopoints from the selected individuals are swapped to form two new offspring. Crossover occurs with probability 0.6 for CGTS. Figure 3 clarifies the crossover operation.

Parent1

Parent2



Fig(3). Crossover operation where the cut points (1, 1) and (4, 5) are chosen randomly.

Mutation

In CGTS, mutation is applied to each offspring chromosome after crossover. Each gene in the offspring is changed to include any source block number taken randomly from S_B . Mutation is performed with low probability, $p_m = 0.1$. Figre 4 clarifies this operation.

	Offspring								n	ew O	ffsp	ring				
	\mathbf{r}	5	12	11	4	5	8	10	1	2	12	11	4	5	8	10
	9	10	2	9	2	5	7	11	9	10	2	9	2	5	9	11
Gene block	1	11	7	5	1	6	10	12	1	11	7	3	1	6	10	12
number is to	12	3	11	3	10	2	6	8	12	3	11	3	10	2	6	8
be perturbed	6	4	5	2	8	4	7	2	 6	12	5	2	8	4	7	2
by indiation	2	6	4	12	5	6	5	7	2	6	4	12	5	6	5	7
	7	4	7	8	9	3	1	2	7	4	7	8	9	11	1	2
	11	8	3	5	6	1	8	3	11	8	7	5	6	1	8	3
			Befo	ore m	nutat	ion					A	fter r	nuta	tion		

Fig(4). Mutation operation



Number1

Volume 13 march 2007

Termination Criteria

A common practice to terminate the GA is after a pre-specified number of generations. Then the quality of the best members of the population against the problem definition is tested. If no acceptable solution is found, the GA may be restarted or a fresh search is initiated (pohleheim 1998). Henceforth, the application of this termination criterion is used.

Genotype Decoding (Phenotype)

The genotype of the best resulted synthesized texture chromosome from the last generation must be decoded into the corresponding phenotype, i.e., output texture image I_{out} . This operation is accomplished as follows. The best synthesized texture chromosome from the last generation is an array of blocks with minimum overlap error. The first block number at coordinate 1,1 is replaced by its corresponding pixel values in the upper left corner of the I_{out} . The remaining blocks are replaced with its corresponding pixel values in raster scan order, i.e., from top to bottom and from left to right. The overlapping process is done before pasting the block onto the output image. The minimum cost path in the upper and left overlap regions of block is calculated. Finally the path as the boundary between the adjacent blocks is marked. One purpose of finding the minimum cost path is to level off the abrupt intensity transitions in the overlap regions. Figure 5 depicts an example of the genotype decoding process.



Figure 5: Genotype decoding process. The gray area is already synthesized. (a) The best synthesized texture chromosome, (b) the output texture image I_{out} after replacing the first block. (c) The minimum cost path in the upper and left overlap regions of block (d) the chromosome phenotype.

EXPERIMENTAL RESULTS

The parameter settings used in all experiments are shown in table 1.

Table1: parameters setting				
Parameter	Value			
Population size	50			
Termination criteria	After 50 generation			
Crossover rate	0.6			
Mutation rate	0.1			
Block size	32*32			
we	5-pixel			
I _{sample}	64*64			
I _{out}	128*128			

A visual comparison of our approach with image quilting algorithm is shown in figure 6. As depicted from the figures, the texture results generated by CGTS is roughly comparable in quality to those generated from Efros and Freeman algorithm (2001). More results from applying CGTS on different texture samples shown in figure 7. Although our algorithm is able to synthesize a wide variety of textures including stochastic and semi-structured textures, they still have several limitations as shown in figure 8. Because we use fixed shape and size of blocks, our algorithm cannot reproduce perfect results for structured textures and with perceptivity, lighting and shadow features.



Fig.(6). Texture synthesis results. 1^{st} column: sample texture. 2^{nd} and 4^{th} columns: synthesis result generated by CGTS. 3^{rd} and 5^{th} columns: synthesis result generated by image quilting algorithm (Efros and Freeman, 2001).



Fig.(7). Texture synthesis results. 1st and 3rd columns: sample texture. 2nd and 4th columns: synthesis result generated by CGTS.



Fig.(8). Limitations of our texture synthesis algorithm. The smaller patches are the input textures, and to the right is the synthesized results by CGTS.

CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

In this paper, we have presented a new texture synthesis algorithm- as we coined conventional genetic texture synthesis algorithm. The proposed genetic texture synthesis algorithm combines the idea of image quilting and the power of the conventional genetic algorithm for texture synthesis problem. The results demonstrate that the texture results generated by CGTS are roughly comparable in quality to those generated from image quilting algorithm.

There are several possible directions for future work. Although our algorithm is fast enough for software applications, it needs further improvements. For example, to reduce computational efforts and provide a smooth transition between adjacent texture blocks a simple blending method called feathering can be used. this method may reduce the limitations of our method. Further, one can test the GA with smaller population size, and/or with different GA operators to see whether they produce progress in the GA results.

REFERENCES

Efros A. A. and Freeman. W. T. (2001): *Image quilting for texture synthesis and transfer*. In Proceedings of ACM SIGGRAPH 2001, Computer Graphics Proceedings, pages 341–346.

Brodatz, P. (1966): Textures: A Photographic Album for Artists and Designers. Dover, New work

Goldberg, D. E. (1989): Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison Wesley.

Grefenstette, J. J. (1986): *Optimization of control parameters for genetic Algorithms*, IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics, vol. SMC-16, no. 1.

Mitchell, M. (1998): An Introduction to genetic Algorithms, A Bradford Book, The MIT press.

Pohleheim, H. (1998): *GEATbx: Genetic and Evolutionary Algorithm Toolbox for use with MATLAB*, available at http://www.geatbx.com/index.html.

Spears, W. M. (1997): *Recombination Parameters*, Handbook of Evolutionary Computation, eds., T. Back and Z. Michalewies, IOP publishing and Oxford University Prees.

HELICAL WINDING INDUCTION HEATING SYSTEM

J. H. H. Alwash, Ph. D, C. Eng., M. IEE, M. IEEE and L. J. B. Qasir, M. Sc., Ph. D.

ABSTRACT

A novel method in induction heating is presented. The winding of the excitation coil is helical and of three – phase type while the charge is cylindrical. This heating system is compared with the classical induction heating system of the circular coil type with cylindrical charge and single – phase excitation. The study shows the merits of the proposed new system over the conventional one. The multi – layer theory approach is adopted for the analysis of helical winding induction heating system which is an analytical method.

الخلاصة

يتناول هذا البحث دراسة اسلوب جديد للتسخين بالحث الكهرومغناطيسي باستخدام ملفات لولبية ثلاثية الطور ذات شحنة اسطوانية الشكل و بناء نموذج رياضي لها. تتضمن الدراسة دراسة مزايا اسلوب التسخين الجديد بالمقارنة مع ملفات التسخين التقليدية احاديــة الطور بلفاتها الدائرية و المحيطة بذات الشنة الاسطوانية و ذلك من خلال حساب مواصفات المنظومة مثل المقاومة، القــدرة المحتثــة في الشحنة و الكفاءة. تم استخدام طريقة تحليلية صرفة و هي نظرية الطبقات بالنسبة للمنظومة الجديدة ذات اللفات اللولبية اما بالنسبة للمنظومة التقليدية فقد تم تحليلها باستخدام طريقة الدائرة المكافئة.

KEY WORDS

Helical winding, induction heating.

INTRODUCTION

Three – phase induction heating systems are normally known as traveling wave induction heaters $^{(1)}$. When the metallic charge is held stationary, the induced currents will heat it which can now be regarded as the workpiece. The method has uses in vessel and billet heating. The diffusion of the time – variable electromagnetic field in the conduction media is accompanied by electrothermal and electromagnetic effects. Some technical applications are based on the dynamic effect, for example, the electromagnetic stirring in traveling low frequency magnetic field, for steel degassing and treatment $^{(2)}$.

Fireteanu and Gheysens ⁽³⁾ presented a comparison between single phase and travelling wave induction heating system for crucible furnace. They concluded that the electromagnetic stirring of the molten metal by the action of electromagnetic force was more intensive in the case of travelling wave induction with a reduction of active power by an amount (8 - 23) %. The objective of this paper is to propose a mathematical model for the travelling wave helical winding induction heating system with poles distributed axially and circumferentially. A second objective of this paper is to compare the results of the helical model with those obtained for the conventional model and to show the merits of the new system over the conventional one.

For the analysis, a conventional system is adopted from reference [1] for the sake of comparison. The model is a system operating in the standard frequency (50 Hz). The results of helical system are compared with those obtained for the single – phase system obtained by the equivalent circuit method $^{(1)}$.

Winding Layout

The basic development of the helical winding can be explained with the aid of **fig.** (1). **Fig.** (1 - a) shows a flat layout of the instantaneous pole pattern of a HWIH system. If this layout is rolled about an axis and applied (EE) to (FF), the result is a helical travelling wave induction heating system as shown in **fig.** (1 - b).

The primary coil construction of one phase of the winding may be explained with the aid of **fig. (2). Fig. (2 – a)** shows the coil structure for planner heater. To convert this into the cylindrical shape, it is rolled to produce the construction shown in **fig. (2 – b)**. Polyphase versions of the winding may of course be arranged.

Fig. (3) shows unrolled three – phase configuration; with two poles circumferentially and axially. **Fig. (4)** shows the helical windings in cylindrical form for two poles axially.



Fig. (1). Basic development of the helical winding (a) A flat layout of the instantaneous pole pattern of a HWIH system (b) A helical travelling wave induction heating system

THEORETICAL ANALYSIS Primary current density

It is assumed that the winding produce perfect sinusoidal travelling wave. The line current density may be represented $by^{(4)}$:

$$J = J_s \exp j(\omega t - kz + n\theta) \tag{1}$$

where

$$J_{s} = J_{m} \exp(j\phi)$$
$$\phi = \tan^{-1} \frac{n}{k \cdot r_{g}}$$
$$k = \frac{\pi \cdot \cos(\phi)}{p}$$
and
$$J_{m} = \frac{N_{c}I_{m}}{W_{c}}$$

This may be resolved into two components, J_z and, J_{θ} where:

$$J_{z} = J_{zm} \exp j(\omega t - kz + n\theta)$$
(2)

$$J_{\theta} = J_{\theta m} \exp j(\omega t - kz + n\theta)$$
(3)
and:

$$J_{zm} = J_{m} \sin(\phi)$$
(3)

$$J_{\theta m} = J_{m} \cos(\phi)$$





Mathematical model

A general multi – region problem is analyzed. **Fig. (5)** shows a longitudinal section in HWIH system. **Fig. (6)** shows a cross – section through the model shown in **fig. (5)**. This represented the general mathematical model chosen for the analysis. The solution is based on the following assumptions:

1. The primary current is represented by a radially infinitesimally thin and axially infinite current sheet excitation at radius r_{e} .

2. All state variables vary sinusoidally as $\exp j(\omega t - kz + n\theta)$. This exponential will be dropped from the expression for shortness.

3. All field components decay to zero at sufficiently far radial distances from the model. 4. Displacement currents will be neglected at the frequencies used.

Maxwell's equations for any region in the model are:

 $\frac{1}{C} \quad \frac{1}{B} \quad \frac{1}{A} \quad \frac{1}{C} \quad \frac{1}{B}$

Fig. (3).

A flat layout of unrolled 3 – phase HWIH with two poles axially and circumferentially

(6)

	Number1	Volume 13 march 2007	Journal of Engineering
$\nabla \cdot \overline{J} = 0$			(7)
$\nabla \cdot \overline{E} = 0$			(8)
$\overline{J} = \sigma \overline{E}$			(9)
$\overline{B} = \mu \overline{H}$			(10)
-			

It is assumed that the resistivity in the radial direction is infinite, this gives:

$$J_r = 0 \tag{11}$$

The boundary conditions are:

1. The axial flux density is continuous across a boundary.

2. The axial component for magnetic field strength is continuous across a boundary, but allowance must be made for the current sheet in the manner shown in the section concerning field calculation at the region boundaries.

Field equation of a general region

Firstly, the field components of a general region are derived. Assuming that $\sigma_z = \sigma_\theta = \sigma$ and $\mu_r = \mu_\theta = \mu_z = \mu$, then using equation (7), for $n \neq 0$, we have:

$$J_z = \frac{n}{r.k} J_\theta \tag{12}$$

Using equation (9) yields:



Fig. (4). Helical winding in cylindrical form for two poles axially



$$\nabla \times \nabla \times \overline{E} = -j\omega\sigma\mu\overline{E} \tag{14}$$

Taking only the z – components from both sides of equation (14) and using equation (8) with the assumptions mentioned above, the general solution is:

$$E_{z} = A.I_{n}(\alpha r) + D.K_{n}(\alpha r)$$
⁽¹⁵⁾

Where:

$$\alpha^2 = k^2 + j\omega\mu\sigma \tag{16}$$

 I_n and K_n are modified Bessel functions of order n and of general complex argument. A and D are arbitrary constants to be determined from boundary conditions.

From equation (13) and equation (15), for $n \neq 0$,



Cross – section through multicylindrical induction heater Note: The dotted lines describe region(s) in between Using equations (5), (9), (13) and (15), it can be shown that:

 $H_r = -\left(\frac{n^2 + k^2 r^2}{\omega \mu r^2 k}\right) E_\theta \tag{18}$

Using equation (4) and equation (11), taking only the r – component, yields:

$$H_{\theta} = -\frac{n}{r.k}H_z \tag{19}$$

Using equations (6), (10), (17), (18) and (19)

$$H_{z} = \frac{jr.k}{n\omega\mu} \left[\left(\frac{2r.k^{2}}{n^{2} + r^{2}k^{2}} - \frac{n}{r} \right) (A.I_{n}(\alpha r) + D.K_{n}(\alpha r)) + \alpha (A.I_{n-1}(\alpha r) - D.K_{n-1}(\alpha r)) \right]$$

$$(20)$$

Field calculation at the region boundaries

Fig. (7 – a) shows a general region m, where $E_{\theta,m}$ and $H_{z,m}$ are the field components at the upper boundary of region m, and $E_{\theta,m-1}$ and $H_{z,m-1}$ are the equivalent values at the lower boundary of the same region. From equation (17) and equation (20), we may write:

$$E_{\theta,m} = \frac{r_m \cdot k}{n} \left[A \cdot I_n(\alpha_m r_m) + D \cdot K_n(\alpha_m r_m) \right]$$
⁽²¹⁾



Fig. (7). Mathematical model

$$H_{z,m} = \frac{jr_{m}.k}{n\omega\mu_{m}} \left[\left(\frac{2r_{m}.k^{2}}{n^{2} + r_{m}^{2}k^{2}} - \frac{n}{r_{m}} \right) (A.I_{n}(\alpha_{m}r_{m}) + D.K_{n}(\alpha_{m}r_{m})) + \alpha_{m}(A.I_{n-1}(\alpha_{m}r_{m}) - D.K_{n-1}(\alpha_{m}r_{m}))) \right]$$
(22)

Expressions for $E_{\theta,m-1}$ and $H_{z,m-1}$ can be found by replacing r_m in the above equations by r_{m-1} . For regions where $m \neq 1$ or N

$$\begin{bmatrix} E_{\theta,m} \\ H_{z,m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{\theta,m-1} \\ H_{z,m-1} \end{bmatrix}$$
(23)

Where $[T_m]$ is the transfer matrix ⁽⁵⁾ for region m, and is given by:

$$\begin{bmatrix} T_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_m & b_m \\ & \\ c_m & d_m \end{bmatrix}$$
(24)

Expressions for a_m, b_m, c_m and d_m are given in reference (4)

At the boundaries where no excitation current sheet exists, E_{θ} and H_z are continuous. Considering the current sheet to be at radius r_g , then:

$$H_{z,m} = H_{z,m} \qquad , \ m \neq g \tag{25}$$

And

$$H_{z,m} = H_{z,m} - J_{\theta}$$
, $m = g$ (26)

Where $H_{z,m}$ is the axial magnetic field strength immediately below a boundary and $H_{z,m}$ is the axial magnetic field strength immediately above a boundary. Hence it can be written that:

$$\begin{bmatrix} E_{\theta,N-1} \\ H_{z,N-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{N-1} \\ T_{N-2} \end{bmatrix} \dots \begin{bmatrix} T_{g+1} \\ T_{g+1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{\theta,g} \\ H_{z,g} - J_{\theta} \end{bmatrix}$$
(27)

And

$$\begin{bmatrix} E_{\theta,g} \\ H_{z,g} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_g \\ T_{g-1} \end{bmatrix} \dots \begin{bmatrix} T_2 \\ H_{z,1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{\theta,1} \\ H_{z,1} \end{bmatrix}$$
(28)

For region N, **fig.** (7 – **b**), then as $r \to \infty$, $I_n(\alpha r) \to \infty$, from equations (21) and (22):

A=0

$$E_{\theta,N-1} = \frac{r_{N-1}.k}{n} \left[D.K_n(\alpha_N r_{N-1}) \right]$$
(28)

And

$$H_{z,N-1} = \frac{jDr_{N-1}k}{n\omega\mu_N} \left[\left(\frac{2r_{N-1}k^2}{n^2 + r_{N-1}^2k^2} - \frac{n}{r_{N-1}} \right) K_n(\alpha_N r_{N-1}) - \alpha_N K_{n-1}(\alpha_N r_{N-1}) \right]$$
(29)

For region 1, as $r \to 0, K_n(\alpha r) \to \infty$, therefore, from equations (21) and (22):

$$D = 0 \tag{30}$$

$$E_{\theta,1} = \frac{r_1 \cdot k}{n} \left[A \cdot I_n(\alpha_1 r_1) \right] \tag{31}$$

$$H_{z,1} = \frac{jAr_{1}k}{n\omega\mu_{1}} \left[\left(\frac{2r_{1}k^{2}}{n^{2} + r_{1}^{2}k^{2}} - \frac{n}{r_{1}} \right) I_{n}(\alpha_{1}r_{1}) - \alpha_{1}I_{n-1}(\alpha_{1}r_{1}) \right]$$
(32)

Surface impedance calculations

The surface impedance looking outwards at a boundary of radius ($\ensuremath{r_{\rm g}}\xspace$) is defined as:

$$Z_{g+1} = \frac{E_{\theta,g}}{H_{z,g}}$$
(33)

And the surface impedance looking inwards is defined as:

$$Z_g = \frac{-E_{\theta,g}}{H_{z,g}}$$
(34)

Using the methods obtained in reference [6] with the values of $E_{\theta,N-1}$, $H_{z,N-1}$, $E_{\theta,1}$, $H_{z,1}$ and a_m , b_m , c_m and d_m as derived in the previous section, then:

$$Z_{in} = \frac{Z_g \cdot Z_{g+1}}{Z_g + Z_{g+1}}$$
(35)

Where Z_{in} is the input surface at the current sheet and Z_{g+1} and Z_g are the surface impedances looking outwards and inwards at the current sheet. Substituting for Z_g and Z_{g+1} using equation (34) and equation (33) respectively and rearranging gives:

$$Z_{in} = \frac{-E_{\theta,g}}{H_{z,g} - H_{z,g}}$$
(36)

Using eqation (26),

$$H'_{z,g} = H_{z,g} - J_{\theta}$$

Substituting this in equation (36),

$$Z_{in} = \frac{-E_{\theta,g}}{J_{\theta}}$$

Thus, the input surface impedance at the current sheet has been determined. This means that all field components can be found by making use of this and equations (34), (27) and equation (28).

Power calculation

The time – average power flowing through a boundary is given as (7):

$$P = \operatorname{Re}\left\{\frac{1}{2\pi}\int_{0}^{\pi} \left(E_{\theta}H_{z}^{*} - E_{z}H_{\theta}^{*}\right)d\theta\right\} \qquad W/m^{2}$$
(37)

Using equations (13), (18), (28) and the concept of surface impedance $^{(6,7)}$ it can be shown that:

$$P_{in} = \pi r_g \left[1 + \left(\frac{n}{k r_g}\right)^2 \right] J_{\theta} \Big|^2 \operatorname{Re} \{Z_{in}\} \quad W/m$$
(38)

NUMERICAL RESULTS

A model from reference⁽¹⁾ is adopted. The computations are made using the equivalent circuit method for the conventional system and layer theory approach for helical system. The operating frequency is 50 Hz and the helical winding is connected for two poles axially and two poles circumferentially. **Table (1)** shows the data for both systems. The number of turns for helical system is chosen such that equal coil losses are obtained for both systems. It should be noted that turn length for helical system is given by ⁽⁸⁾:

$$l_{H} = 2\pi d_{av} \left(\frac{1}{\cos \phi} + \frac{\pi}{4n} \right), \quad \text{meter}$$
(39)

Where:

 l_{H} : Average helical turn length.

 d_{av} : Average coil diameter.

 ϕ : Helicoid angle at the inner coil radius.

And the coil efficiency is given by $^{(1)}$:

$$\eta = \frac{R_w}{R_w + R_c}$$

Where: R_W : charge resistance per phase (Ω).

 R_C : coil resistance per phase (Ω).

Table (2) shows a comparison between the two systems. The computations were made using the equivalent circuit method for the conventional system and layer theory approach for helical system.

(40)

Parameter	Value
Number of axial poles	2
Number of circumferential poles	2
Coil inner radius (mm)	87.5
Axial coil length (mm)	2000
Turns per coil for helical system	2
Number of turns for conventional system	54.7
Axial pole pitch (mm)	1000
Helicoid angle on primary (degree)	68.17
Normal pole pitch (mm)	371.85
Normal slot pitch (mm)	123.95
Normal coil width (mm)	42.76
Slots per pole per phase	1
Exciting phase current (Amp.)	12160
Frequency (Hz)	50
Conductivity of coil conductor (mho/m)	5.066 ×10 ⁷
Outer charge radius (mm)	75
Charge conductivity (mho/m)	1.86916×10^{7}
Charge relative permeability	1

 Table (1)

 Data for helical system and conventional system

comparison servicen nenear and conventional system parameters					
Parameter	Equivalent circuit method for conventional system	Layer theory approach for helical system			
Charge power (kw)	307	739.3			
Per phase charge resistance $(m \ \Omega)$	2	1.67			
Coil efficiency %	60.29	78.5			

 Table (2)

 Comparison between helical and conventional system parameters

The coil conductor is hollow for cooling purposes and has rectangular shape, **fig.** (8). In this case two turns are used in each phase, the turns are assembled either axially beside each other or radially one above the other and therefore there are two conductor sizes. **Table** (3) shows the conductor size for the two cases of helical system together with the water cooling circuit parameters.

Figs. (9), (10) and (11) show the variation of radial, circumferential and axial flux density components with charge radius for both conventional and helical system at 50 Hz. The figures show that while there is only one component for the conventional system which is the axial one (the radial component being zero, the circumferential component is zero due to circular symmetry), the helical system has all components, it is worth noting that the magnitude of total flux density is greater for helical system. It is shown that flux density components are maximum at outer charge radius and decay exponentially as the radius approaches zero due to skin effect. Fig. (12) shows the charge power against frequency for both systems. It is evident that power is greater in the case helical system.



Fig. (8). A cross section in a coil conductor

with water circuit parameters					
Parameter	The two conductors one above the other	The two conductors one beside the other			
a (mm)	30	12			
b (mm)	35	80			
c (mm)	20	7			
d (mm)	25	60			
Radiation power (kw)	0.96	0.96			
Coil power (kw)	198.7	202.4			
Water temperature rise $({}^{0}C)$	30	30			
Water flow rate (lit/min)	94.6	96.4			
Water velocity (m/sec)	3.15	3.82			
Water pressure drop (bar)	1.61	4.6			

 Table (3)

 Two conductor dimensions arrangement of helical system with water circuit parameters



Fig. (9). Radial flux density distribution along charge radius



Fig. (10). Circumferential flux density distribution along charge radius





Fig. (11). Axial flux density distribution along charge radius

Fig. (12). Variation of charge power against frequency

CONCLUSIONS

A novel method for three – phase induction heating with cylindrical charge is presented. This system is compared with conventional model taken from reference [1]. It is revealed that higher induced power in the charge is obtained with the helical system for same coil losses, hence higher heating efficiency and lower heating time.

REFERENCES

- 1. Daves, J. and Simpson, P.; "Induction heating hand book", McGraw Hill Book Company, (UK), 1979.
- 2. Sundberg Y., "Principle of induction stirrer", ASEA Journal, 4, 1971.
- 3. Fireteanu, V. and Gheysens, R., "Numerical modeling of the travelling field diffusion. Induction heating and electromagnetic stirring", ibid, Vol. 28, No. 2, Mar. 1992, pp. 1489 1492.
- 4. Alwash, J. H. H., Mohssen, A. D. and Abdi, A. S.; "Helical motion tubular induction motor", IEEE Trans. On Energy conversion, Vol. 18, No. 3, PP. 362 – 369, Sept. 2003.
- 5. Greig, J., and Freeman, E. M., "Travelling wave problem in electrical machines", Proc. IEE., Vol. 114, No. 11, pp. 1681 1683, Nov. 1967.
- 6. Freeman, E. M. and Smith, B. E., "Surface impedance method applied to multilayer cylindrical induction devices with circumferential exciting currents", Proc. IEE, Vol. 117, No. 10, pp. 2012 2013, Oct. 1970.
- 7. Alwash, J. H.; "Analysis and design of linear induction machines"; Ph.D. Thesis, Imperial College, London University, U. K., 1972.
- 8. Abdi, A. S.;" Performance study of helical winding tubular linear induction motor"; M. Sc. Thesis, College of engineering, University of Baghdad, Baghdad, 1999.

TREATMENT OF LOW– AND INTERMEDIATE– LEVEL RADIOACTIVE LIQUID WASTE FROM ALTWATHA SITE USING IRAQI ZEOLITE

Maysoon Jawdat Zaiter

Supervised by

Adnan H. Afaj

Yasamen A.Aziz

ABSRTRACT

Ion exchange material used in this study is synthetic inorganic resin. It is Iraqi synthetic zeolite type Na-A, which was prepared from Iraqi kaolinite. The prepared zeolite pellets were solidified by heat treatment at 600°C for 3 hours.

Nine radiochemical experiments were carried out on real (radioactive) samples. Five of these experiments were to study the uptake rate (sorption rate) of cobalt-60. The measured value for equilibrium time was one hour. The other experiments were carried out to obtain sorption isotherm using batch test. The product cobalt concentration was fitted to Langmuir and Freundlich isotherms as followed respectively:

$$\frac{x}{m} = 1.25 \text{ C}_{e} / (1+6*10^{4} \text{ C}_{e})$$
$$\frac{x}{m} = 8*10^{-4} \text{ C}_{e}^{0.4}$$

Gamma spectrometry analysis system of Sodium Iodide (NaI) detector coupled with a multichannel analyzer, was used for the measurements of radioactivity of the samples pre- and after treatment with zeolite.

In general the experimental results have shown an efficient performance of the Iraqi zeolite to remove different cobalt concentration from low- and intermediate- level radioactive liquid waste.

خلاصة
مادة المبادل الايوني المستخدمة في هذا البحث هو نوع صناعي لا عضوي, زيو لايت نوع Na-A المحضر
من الكاؤلين العراقي. حبيبات الزيو لات تم تصليبها بالتسخين لدرجة 600°م ولمدة ثلاث ساعات.
تسعة تجارب أجريت على نفايات سائلة مشعة مأخوذة من موقع التويثة. قسم من هذه التجارب (خمسة)
لدر اسة معدل الامتزاز (Sorption rate), وتبين أن الفترة الزمنية اللازمة للوصول إلى حالة التوازن هي ساعة
واحدة. التجارب الباقية (أربعة) فقد أجربت لدر اسة علاقة التوازن بثبوت الحرارة (Sorption Isotherm).
ووجد أن العلاقة مطابقة لمعادلتي لانكمير (Langmuir) وفرندلش (Friendliest) وحسب ما يلي:-
$$\frac{x}{c} = 1.25 \text{ C}_{e}/(1+6*10^{4} \text{ C}_{e})$$

$$\frac{x}{m} = 1.25 \text{ C}_{e} / (1+6*10^{4} \text{ C}_{e})$$
$$\frac{x}{m} = 8*10^{-4} \text{ C}_{e}^{0.4}$$

M. J. Zaiter	Treatment of Low- and Intermediate- Level Radioactive
A. H. Afaj	Liquid Waste from Altwatha Site Using Iraqi Zeolite
A. A.Aziz	

التحليل للنماذج أعلاه تم باستخدام جهاز قياس أطياف أشعة كاما المعتمد على الكاشف الوميضي أيود يد الصوديوم (NaI) المرتبط بمحلل متعدد القنوات (Multichannel Analyzer). النتائج أظهرت كفاءة الزيولايت العراقي نوع Na-A في إزالة النظير المشع Cobalt-60 من النفايات السائلة ذات النشاط الإشعاعي الواطئ والمتوسط

KEYWORD

Zeolite, sorption rate, sorption isotherm, cobalt ions, distribution coefficient, total sorption capacity.

INTRODUCTION

There are many sources of low-and intermediate- level radioactive liquid waste in Altwatha site, those include radiochemical, radiomedical and reactors. All these activities were stopped after the war at 1991.

Radioactive liquid waste from all these activities are collected and stored in storage tanks of Rad Waste Treatment Station (RWTS).

14-Tammuze reactor, Material testing reactor, MTR (swimming pool reactor type), its containment building was destroyed completely and the reactor pool was opened to the surrounding environment. Emergency and health physics teams had been emptied the radioactive liquid waste from the pool and filled with other clean water in order to reduce exposure to the surrounding environment. Radioactive liquid waste used in this study, is from reactor pool. The pollutant cobalt-60 in the liquid waste came from neutron activation for corrosion products.

Radiations can produce harmful effects on living organisms. Partly as a result of ignorance and partly due to accidental circumstances, a number of cases of injury, ranging from minor early skin lesions to delayed bone cancer and leukemia, where reported among radiologists and others who were exposed to excessive amount of radiations. When the first definitive "maximum permissible" levels of exposure to radiation were instituted, their general acceptance leads to a marked decrease in incidence of radiation injuries (Samuel, 1981).

Natural Zeolites were first discovered in 1756, by the Swedish mineralogist Freiherr Cronstedt (Mumpton, 1983). However, it was not used until the late 1950s, that researchers showed their effectiveness for environmental protection and remediation (Karen, 2000).

Ebenezer, (1984) was mentioned that the use of zeolites towards decontamination of low- and intermediate- level radioactive liquid waste and as carriers of target elements in a nuclear reactor has received considerable attention.

After the resin has been exhausted in treating radioactive liquid waste, there is no regeneration and it will disposed as radioactive solid waste (Karen, 2000). The radionuclides are not destroyed but rather are removed from the waste stream and concentrated on the solid matrix (resin).

Sample of Iraqi synthetic type A zeolite as crystalline with molecular formula Na₂O:0.79, Al₂O₃:1, SiO₂:1.95, powder and pellets are prepared in Iraqi Atomic Energy Commission (IAEC) Laboratories, which was used as material under investigation in this study.

Gamma Spectrometry, NaI scintillation detector, was used to determine radioactivity concentration of samples before and after treatment using Iraqi zeolite .

Atomic Adsorption Spectrophotometry, was used to determine the total concentration of pollutant (radioactive and non radioactive cobalt).

This study is also concerned with the application of ion exchange because ion exchange is becoming more and more important in the treatment of water and wastewater. The industrial usage of ion exchange has been broadening to such classic operation as adsorption, distillation, and filtration (Kunin, 1963).

Ion exchange is a chemical treatment process used to remove unwanted ionic species from wastewater. It is basically a simple process based on reversible interchange of ions between liquid and

solid (that is, the resin) with no permanent changes in the structure of the solid (ABB, 1999).Cation exchange resins contain fixed electro negative charged, which interact with mobile counter ions having the opposite (positive) charge (Considine, 1974).

The major goal of this research is to minimize the volume of radioactive liquid waste and incorporate the radionuclides into a solid matrix in order to prepare for final disposal.

EXPERIMENTAL ARRANGEMENT & PROCEDURES

Materials

Sorbent

Zeolite was used as sorbent, it was the artificial widely available and cheaply sold zeolite, type A in the sodium form (Na-A) as developed for use in detergents. This material was prepared from Iraqi Kaolinite (mixed with 2Normality sodium hydroxide at boiling point for two hour under agitation) [Al-Mashta, 1989]. The product was mixed with natural kaolinite in specific proportion as cross linking material to form pellets. These pellets were calcined in the furnace at 600°C for three hours for solidification.

Crystalline powder zeolite sorbent was used in static equilibrium experiments, Elemental analysis was accomplished in the Geological Survey and Mining Company's Laboratories, Table 1.

Element	Percentage %
SiO ₂	34.48
Al ₂ O ₃	29.94
L.O.I.	15.05
Na ₂ O	13.4
CaO	2.52
TiO ₂	1.70
Fe ₂ O ₃	0.95
MgO	0.08
K ₂ O	0.03

Table 1 : Zeolite Composition.

Sorbate

Cobalt (Radioactive and Non Radioactive) which included in:-

- Radioactive Liquid Waste from Altwatha site (Reactor Pool), which contains Co-60 from neutron activation of corrosion product.
- Simulant Solution prepared in Lab. Using Cobaltous oxide, CoO (carrier free of Co-60)

Equipment

Gamma Spectrometry, NaI Scintillation Detector:

Sodium Iodide scintillation detector was used to analyze radioactivity concentration of samples. It is coupled with a multichannel analyzer Fig.1. Scintillation detector consists of two main parts, the first is sodium iodide crystal containing small quantity of thallium, the second is photomultiplier .When a photon passes through the crystal, it will cause emitting of light in a visible

M. J. Zaiter	Treatment of Low- and Intermediate- Level Radioactive
A. H. Afaj	Liquid Waste from Altwatha Site Using Iraqi Zeolite
A. A.Aziz	

band. This light when falling on photocathode will give an electrical pulse, which can amplified immediately by photomultiplier (Khalid , 1988).

The system must be calibrated using sources with known radioactivity, usually Co-60 and Cs-137 standard small solid sources are used for calibration.



Fig. (3-4): Gamma Spectrometry, NaI Scintillation Detector.

The sample placed in special а container (1 liter), sample volume must be not less than 250 milliliters. The sample must weight accurately.

The counting started after fixing the sample at the right place and

closing the shielded region. For accuracy, counting time must be not less than one hour.

Atomic Adsorption Spectrophotometry

- Auxiliary equipment:

- A. Oscillating shakers.
- B. Centrifuge.
- C. Electrical Balance.

Experimental Procedures

Static equilibrium experiments were used to study the sorption rate and sorption isotherm of cobalt-60 on synthetic type A zeolite using radiochemical measurements.

Determination of sorption rate

250 ml of radioactive liquid waste was placed into (1L) beaker. Accurately weighted amount of zeolite powder (0.5 gram) was added to five of these beakers. Each beaker was sealed with parafilm and placed in an oscillating shaker at 90 rpm Fig.2 . Each beaker was shaked for a various period of time (10, 30, 60, 120, 180) minutes.



Fig.2 :Oscillating Shaker.

After shaking, the content was distributed into six closed plastic ampoule, then placed in a centrifuge (10000 rpm) for 30 minutes. The supernatant of all ampoules were collected into (1L) beaker, then transferred to special container to analyze in Gamma Spectrometry Scintillation Detector.

Determination of Sorption Isotherm

250 ml of radioactive liquid waste was placed into five (1L) beakers. Accurately weighted amounts of zeolite powder (0.25, 0.73, 1.02, 2.0 g) were added to these beakers and the 5^{th} was left to serve as a blank.

Each beaker after sealing by parafilm was placed in an oscillating shaker (90 rpm) for 4.5 hour to reach equilibrium (from previous experiment it was found that one hour is sufficient for reaching equilibrium).

The content of each beaker was distributed into six closed ampoule, then placed in a centrifuge (10000 rpm) for 30 minutes. The supernatant was collected into (1L) beaker, and then transferred to special container to analyzed using Gamma Spectrometry Scintillation Detector. **RESULTS AND DISCUSSION**

Source Sample Analysis:

Source Sample was analyzed in gamma spectrometry scintillation detector (NaI) Sodium Iodide type. The analytical graph is presented in Fig. (4-1).



Fig. 3: Analytical Graph of Source Sample.

Radioactivity concentration of this sample was calculated and found to be 19.684 kBq/m³ (4.8×10^{-13} kg/m³ radioactive cobalt). For the analyses of the results GDR computer program was used.

From Fig.3, it was observed that the radioactivity of sample comes from cobalt-60, which present in the reactor coolant by neutron activation of corrosion products, the below reaction was followed:

$$Co^{59} + n \longrightarrow Co^{60} + \gamma$$

$$Co^{59} (n, \gamma) Co^{60}$$
(1)

The same sample was analyzed by Atomic Adsorption Spectrophotometry, the results show that total cobalt concentration was $0.0929 \text{ ppm} (9.29 \times 10^{-5} \text{ kg/m}^3)$.

Batch Experiments

Sorption Rate

The radioactivities of samples after treatment with 0.5g zeolite powder at different shaking time were tabulated in Table 2.

Beaker No.	Volume of sample *10 ⁴ (m ³)	Weight of zeolite, *10 ³ (kg)	Shaking Time (s)	Activity of Supernatant,A _f (kBq/m ³)	Distribution Coefficient,Kd _r *10 ³ (m ³ /kg)		
1	2.5	0.5	600	19.273	10.66		
2	2.5	0.5	1800	17.41	65.31		
3	2.5	0.5	3600	14.51	178.29		

Table 2: Radioactivity Concentrations of Different Shaking Time.

Number1	Volume 13 march 2007	Journal of Engineering

4	2.5	0.5	7200	14.291	188.68
5	2.5	0.5	10800	14.35	185.85

Radioactivity of sample $(A_0) = 19.684 \text{ kBq/m}^3$.

Figure 4 shows the different shaking time with the radioactivity of samples.

From Fig. 4, it was observed that the time needed for the equilibrium between cobalt-60 ions and the zeolite was at least one hour.



Fig. 4: Effect of Shaking Time on Radioactivity of Sample after Treatment with Zeolite.

Distribution Coefficient, $Kd_r(m^3/kg)$ of cobalt-60 on zeolite was calculated Appendix-E , the results were tabulated in Table 2.

The relation between the distribution coefficient with shaking time can be observed from Fig. 5.



Table 3 shows a comparison between the distribution coefficient of present research and different references.

Table 3:Comparison Between Distribution Coefficient of Present Research and Different References.

Radionuclide	Sorbent	Kd _r , (m ³ /kg)	Reference
Cobalt	Zeolite	0.16	Present Research
Cesium	Sandstone	1	Kenichi,1989
Cesium	Limestone	0.1	Kenichi,1989
Cesium and Strontium	Loam	1	Tadashi,1989
Cesium and Strontium	Bentonite	0.1	Tadashi,1989
Cesium	Bentonite (pH=2.4)	0.14	Masao,1988
Cesium	Bentonite (pH=9.3)	1.5	Masao,1988

Sorption Isotherms

Table 4 represented the radioactivity of cobalt-60 and the total concentration (radioactive and non-radioactive) after treatment with different weight of zeolite.

Table 4: Radioactivity and Atomic Concentrations of Samples.

Beaker No.	Weight of zeolite, *10 ³ (kg)	Activity of Supernatant A _f (kBq/m ³)	Conc. of cobalt-60 *10 ¹³ (kg/m ³)	C _e , Equilibrium conc. of total cobalt *10 ⁵ (kg/m ³)
1	0.25	15.291	3.76	7.61
2	0.5	14.35	3.53	6.11
3	0.73	14.028	3.45	4.63
4	1.02	12.071	2.97	3.50
5	2.0	9.026	2.22	2.87

Radioactivity of sample(A_o) = 17.872 kBq/m^3 Total cobalt concentration = $9.29*10^{-5} \text{ kg/m}^3$

Table5 shows the cation exchange capacity and distribution coefficient for cobalt -60 and total cobalt.

Samples of calculation was shown in Appendix-E.

The plot of Cation exchange capacity of cobalt-60 and of total cobalt on zeolite was shown in Fig. (4-4).

Table 5: Cation Exchange C apacity and Distribution Coefficient for Cobalt-60 and Total Tobalt on Zeolite.

Beaker No.	Weight of zeolite, *10 ³ (kg)	CEC _r *10 ⁴ (eq/kg) cobalt-60	Kdr *10 ³ (m ³ /kg) cobalt-60	CEC *10 ⁴ (eq/kg) Total cobalt	Kd *10 ³ (m ³ /kg) total cobalt	x/m*10 ⁵ (kg/kg)
1	0.25	4.55	168.8	5.7	220.8	1.68
2	0.5	3.1	122.7	5.4	260.2	1.59
3	0.73	2.3	98.3	5.4	345.5	1.6
4	1.02	2.5	117.8	4.8	405.7	1.42
5	2.0	1.95	122.5	3.9	383.3	1.15



Fig. 6: Cation Exchange Capacity of Cobalt-60 and of Total Cobalt on Zeolite.



Fig. 7: Distribution Coefficients of Total Cobalt on Zeolite.

Equilibrium concentration $*10^{13}$ (kg/m³)

Fig. 8: Distribution Coefficients of Cobalt-60 on Zeolite.

Sorption isotherm was shown in Fig. 9.

This figure shows that the equilibrium isotherm is of the favorable type.



Fig. 9: Sorption Isotherm for total cobalt.



Fig. 10: Parameters for the Langmuir's Equation.

This means that the equilibrium results correlated well with Langmuir equation. Langmuir equation constants (a) and (b) were calculated from the slope and the intercept of the straight line . These values are tabulated in Table (4-5).

Langmuir's equation is:

$$\frac{x}{m} = 1.25 \,\mathrm{C_e} \,/ \,(1 + 6 \mathrm{x} 10^4 \,\mathrm{C_e}) \tag{2}$$

The plot of $(\log \frac{x}{m})$ versus $(\log C_e)$ for the same equilibrium results showed a straight line

Fig. 11. This means that the equilibrium data also correlated well to Freundlich equation.

The Freundlich equation constants (K_f) and (1/n) were calculated from the slope and intercept of the straight line Fig. 11. Their values were tabulated in Table 6.



Freundlich equation was:

$$\frac{x}{m} = 8*10^{-4} \,\mathrm{C_e}^{0.4} \tag{3}$$

Table 6: Langmuir and Freundlich Equation Constants.

Equation	a	b	K _f	1/n
Langmuir	$2.08 * 10^{-5}$	$6 * 10^4$	-	-
Freundlich	_	-	$5*10^{3}$	0.4

Fig (4-10) shows the comparison between the experimental, Langmuir and Freundlich isotherms.



Fig. (4-10): A Comparison Between Experimental ,Langmuir and Freundlich Isotherms.

Fig.	:E%	and	Rms for	Langmuir	and	Freundlich.
- -						

Equation	Correlation	Е%	Rms
Langmuir	$\frac{x}{m} = 1.25 \text{ C}_{e} / (1+6*10^{4} \text{ C}_{e})$	0.019	0.00047
Freundlich	$\frac{x}{m} = 8*10^{-4} \mathrm{C_e}^{0.4}$	0.039	0.0022

where:

$$E\% = (\frac{1}{m})\sum_{i=1}^{m} \left\{ \frac{\left| Ci_{\exp.} - Ci_{calcu.} \right|}{Ci_{\exp.}} \right\}$$

$$Rm_{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} \left\{ \left(Ci_{exp.} - Ci_{calcu.}\right)^{2} \right\}}{m}}$$

Where:

E% is the absolute mean error. Rms is the root mean square

REFERENCES

- 1. ABB Instrumentation, (1999),"Ion Exchange Simply Explained", Technical Support Department, (Internet).
- 2. Al_Mashta, F., Al_Daghistani, N., & Al_Derzi, N., (1989), "Formation of Zeolite type A from Iraqi kaolinite", petroleum Res. Vol.8 No.1
- 3. Considine, D.M., (1974) "Chemical and Process Technology Encyclopedia", Mc Graw-Hill Book Company.
- Ebenezer A. Daniels & Micky Puri, (1984), "Isotope Enrichment of Cs⁺, Ba⁺² and Zn²⁺ Ions in a Competitive Uptake from Aqueous Solution by Zeolite- 4A", Int. J. Appl. Radiat. Isot. Vol. 36, No.2 Pergamon press.
- Karen Stead, Sabeha K. Ouki and Neil I.Ward, (2000), "Natural Zeolites- Remediation Technology for The 21st Century?", website file: //A:\ad 3.htm
- 6. Kenichi, Hiroyki and Takuji. (1989), "Distribution Coefficient of Cesium and cation Exchange Capacity of Minerals and Rocks", Journal of Nuclear Science & Technology, 26 (12).
- 7. Khalid,(1988),
- 8. Kunin, R., (1963), "Ion Exchange Resins", Rohn and Haas company, 2nd printing, New York, John Wiley & Sons, Inc.
- 9. Masao, Koichiro, Tadashi and Yakio, (1988), "Sorption Behavior of Cesium, Strontium and Americium Ions on Clay Materials", Journal of Nuclear Science and Technology 25 (12).
- 10. Tadashi, Mieko and Koichiro, (1989), "Sorption Behavior of Cesium and Strontium Ions on Mixtures of Clay sorbents", Journal of Nuclear Science and Technology, 26(9).
NON-ISOTHERMAL MODELING OF SOIL VAPOR EXTRACTION SYSTEM INCLUDING SOIL TEMPERATURE EFFECT

Rafa'a H. Al-Suhaili Dept. of Envir. Eng., Univ. of Baghdad. Member, ASCE, and Talib R. Abbas Dept. of Envir. Eng., Univ. of Baghdad

ABSTRACT

Soil vapor extraction (SVE) is a proven effective in-situ technology for the removal of volatile organic compounds (VOCs) from the subsurface. SVE process is highly sensitive to temperature. Studying annual soil temperature variation with depth declares that there is a considerable temperature variation in the upper few meters that may affect the overall efficiency of SVE process.

A numerical model was developed to aid in investigation of field-scale soil vapor extraction process. The model is three-dimensional, time dependent that simulates nonisothermal vapor flow and transport of multicomponent mixtures in soil and keeps track of the distribution of each compound in the other three immobile phases (NAPL, aqueous, and sorbed). Rate limited interphase mass transfer with linear driving force expressions were used to model volatilization of oil into gas phase. A local equilibrium partitioning was assumed between gas, water, and solid phase. The model equations were discretized using a standard Galerkin finite element method and solved using set iterative solution algorithm.

Simulation of hypothetical field-scale problems was done. The physical domain described a threedimensional system with flow to a single extraction well. A hypothetical soil temperature variation with depth was incorporated with the model. The result of these simulations showed that this temperature variation has a considerable effect on system efficiency and may play a role in optimum system configuration.

خلاصة تعتبر عملية استخلاص بخار التربة تكنولوجيا موضعية مثبتة الكفاءة لاز الة المركبات العضوية المتطايرة من المنطقة غير المشبعة من التربة. ان هذه العملية حساسة جدا لدرجة الحرارة. من دراسة التغير السنوي لدرجة حرارة التربة مع العمق تبين بأن هنالك تغير حراري لابأس به في الأمتار القليلة العليا من التربة والذي من الممكن أن يؤثر على الكفاءة الكلية لهذه العملية.

تم تطوير نموذج عدى للمساعدة في دراسة عملية استخلاص بخار التربة وضمن الأبعاد الحقلية. وهو نموذج ثلاثي الابعاد و معتمد على الزمن والذي يحاكي الجريان و الانتقال متغير الحرارة لأبخرة مخلوطات المكونات المتعددة في التربة مع متابعة توزيع كل مكون في الاطوار الثلاثة الاخرى غير المتحركة (الزيتي والمائي و الممتص). تم استعمال نموذج انتقال الكتلة بين طورين ذو المعدل المحدود مع تعبير خطي للقوة الدافعة لنمذجة تطاير الزيت الى الطور الغازي مع افتراض اتران موقع لموزيع الملوث الاطوار الثلاثة الغازي والمائي والصلب. حلت معادلات النموذج عدديا وبثلاثة ابعاد باستعمال طريقة العناصر المحدودة والمعدل المحدود مع تعبير خطي للقوة الدافعة لنمذجة تطاير الزيت الى الطور الغازي مع افتراض اتران موقعي لتوزيع الملوث بين والطوار الثلاثة الغازي والمائي والصلب. حلت معادلات النموذج عدديا وبثلاثة ابعاد باستعمال طريقة العناصر المحدودة التقليدية معتمان من معادي المائي والمائي والملاب عليه معادلات النموذج عدديا وبثلاثة العاد مالي المريقة العناصر المحدودة التقليدية

تمت محاكاة عمليات استخلاص بخار التربة بابعاد حقلية يصف المدى الفيزيائي فيها منظومة ثلاثية الابعاد ووجود جريان بأتجاه بئر سحب واحد. تم ادماج تغير حراري افتراضي للتربة مع النموذج العددي. أظهرت نتائج المحاكات التأثير المهم للتغير الحراري للتربة على كفاءة المنظومة وبينت انها قد تلعب دورا في تحديد الشكل الامثل والابعاد المثلى للمنظومة.

KEYWORDS

SVE; NAPL; soil vapor extraction; modeling; soil temperature; unsaturated zone

INTRODUCTION

Soil vapor extraction (SVE) has been become the most common innovative technology for treating subsurface soils contaminated with volatile and semivolatile organic compounds. This technology employs vadose zone wells and pumps to generate gas flow through the unsaturated zone. SVE systems emphasize removal by contaminant volatilization and above ground recovery. The popularity of SVE is due in part to the low cost of vapor extraction relative to other available technologies. Vapor extraction systems are also attractive because mitigation is completed in situ. This reduces the exposure of chemical contaminants to on-site worker and off-site public. Vapor extraction offers considerable flexibility in terms of installation and operation (Hunt & Massmann, 2000).

Success of soil venting is dependent upon several site-specific factors, including the mass of spill, the type of contaminant, geohydrologic factors, and regulatory requirements regarding both site closure levels and air emission limits (Depaoli et al., 1996). In presence of oil phase, contaminant volatility will be governed by its vapor pressure and mole fraction within immiscible fluid. The vapor pressure of all compounds increases substantially with an increase in temperature. This suggests that soil temperature should be taken into account when evaluating recovery of contaminant located near the soil surface (DiGiulio, 1992).

Currently few soil extraction or bioventing models incorporate non-isothermal effects when considering system performance (Glascoe et al., 1999). Studying annual soil temperature variation with time and depth declare that there is a considerable nonlinear temperature variation with depth. Williams & Gold (1976) show that the annual range (difference between maximum and minimum about annual mean) of ground temperatures at Ottawa-Canada varies from 20°C at 0.3m depth to about 2°C at 5m depth. Similar observations for soil temperature at Griffith-Australia were presented by Marshall & Holms (1988). According to Williams & Gold (1976); Hillel (1982); Marshall & Holms (1988), for ground has constant thermal properties, the annual variation of daily average soil temperature at different depths is described with a sinusoidal function whose amplitude is decrease exponentially with distance from the surface.

A variety of methods have been used to control gas flow in the vadose zone in order to remove volatile organic compounds. Several studies recognized the effects of well configuration and engineered surface seals on gas flow and analyzed the consequence effects on the design of a vapor extraction well. These studies assumed a steady and homogeneous vadose zone temperature.

The previous studies simulate unheated SVE system with isothermal mathematical models. The effect of soil temperature variation with depth on SVE system efficiency has not been investigated. This work aims to investigate the above effect using a non-isothermal model.

Mathematical Model

This study is concerned with the non-isothermal multicomponent gas flow in the water-unsaturated soil zone and with the interfacial mass transfer of the organic contaminants between gas phase, the water phase solid phase, and the pure NAPL phase. The infiltration events are neglected and the water phase is assumed to be immobile in time, water evaporation may occur. Furthermore, the gas phase is assumed compressible, while the water phase and the soil matrix are considered incompressible. Biodegradation processes are not considered (Rathfelder et al., 1991, Hoeg et al., 2004).

The NAPL is considered to be a mixture of three volatile components (i.e. $N_o = 3$). The gas phase is modeled with composition of dry air, water vapor, and volatile constituents of the NAPL (i.e. $N_a = 5$). The aqueous phase is assumed to be comprised of water, and soluble constituents of the NAPL (i.e. $N_w = 4$). Sorption to the solid phase is restricted to components of the NAPL (i.e. $N_s=3$)

	Number1	Volume 13 march 2007	Journal of Engineering
--	---------	----------------------	------------------------

Since the quantity of contaminant dissolved in water phase and adsorbed to the solid phase is small relative to the quantity of contaminant that exists as oil phase, this study will focus on the oil phase volatilization. Equilibrium phase partitioning between gas, water, and solid phase is assumed.

Based on work presented by Rathfelder et al. (1991); Glasco et al. (1999); Adenkan et al. (1993); and Yoon et al. (2003), the following model is developed:

Flow Model Equation

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{nS_a M_a P}{R T} \right] = \nabla \left[\left(\frac{M_a P}{R T} \right) * \left(\frac{k k_{ra}}{\mu_a} \right) \nabla P \right] + nS_a \Gamma_a$$
(1)

where t is time (T); n is dimensionless soil porosity; S_a is the dimensionless gas phase saturation; M_a is gas phase molecular weight (M/mole); P is gas phase pressure (ML⁻¹T⁻²); R is universal gas constant (L² θ^{-1} T⁻²/mole); T is temperature (θ); k is intrinsic soil permeability tensor (L²); k_{ra} is dimensionless relative air permeability; μ_a is gas phase viscosity (ML⁻¹T⁻¹); Γ_a is gas phase source/sink (ML⁻³T⁻¹).

Mass Transport Model Equations

Volatile Components: ($\gamma = 1, 2, \text{ and } 3$)

$$\frac{\partial}{\partial t}(n S_{a} \rho_{a\gamma} + n S_{w} \rho_{w\gamma} + \rho_{s} \rho_{s\gamma}) = \nabla \cdot (\rho_{a\gamma} \frac{k k_{ra}}{\mu_{a}} \nabla P + n S_{a} D^{h}_{a\gamma} \nabla \rho_{a\gamma}) - \lambda^{\gamma}_{ao} (\rho_{a\gamma} - K^{\gamma}_{ao} \rho_{o\gamma})$$
(2)

$$\frac{\partial}{\partial t}(n S_{o} \rho_{o\gamma}) = \lambda^{\gamma}_{ao} (\rho_{a\gamma} - K^{\gamma}_{ao} \rho_{o\gamma})$$
(3)

where $\rho_{a\gamma}$ is the mass concentration of γ - component in gas phase (ML⁻³); S_w is the dimensionless water saturation; ρ_s is soil bulk density (ML⁻³); $\rho_{s\gamma}$ is solid phase mass concentration of γ -component (MM-1); D^h_{a\gamma} is the gas phase dispersion tensor of γ -component (L²T⁻¹); λ^{γ}_{ao} is NAPL-gas lumped mass transfer coefficient of component γ (T⁻¹); K^{γ}_{ao} $\rho_{o\gamma}$ is the air-phase equilibrium with oil phase (ML⁻³); S_o is the dimensionless oil phase saturation; $\rho_{o\gamma}$ is the mass concentration of γ - component in oil phase.

Water

$$\frac{\partial}{\partial t}(n S_a \rho_{aw} + n S_w \rho_{ww}) = \nabla . (\rho_{aw} \frac{k k_{ra}}{\mu_a} \nabla P + n S_a D^h_{aw} \nabla \rho_{aw})$$
(4)

where ρ_{aw} is the mass concentration of water vapor in gas phase (ML⁻³); D^{h}_{aw} is the gas phase dispersion tensor of water vapor (L²T⁻¹); ρ_{ww} is the mass concentration of pure water in water phase (ML⁻³).

NAPL Saturation (S_o)

$$\frac{\partial}{\partial t}(n S_{o}) = (\lambda_{ao}^{1}/\rho_{1}) (\rho_{a1} - K_{ao}^{1} \rho_{o1}) + (\lambda_{ao}^{2}/\rho_{2}) (\rho_{a2} - K_{ao}^{2} \rho_{o2}) + (\lambda_{ao}^{3}/\rho_{3}) (\rho_{a3} - K_{ao}^{3} \rho_{o3})$$
(5)

where ρ_1 , ρ_2 , and ρ_3 are the γ - component density as a pure compound (ML⁻³).

Energy Transport Model Equation :

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[(n S_a \rho_a C_a + n S_o \rho_o C_o + n S_w \rho_w C_w + (1-n)\rho_s C_s) T \cdot h_{\text{lat},n} n S_o \rho_o \cdot h_{\text{lat},w} n S_w \rho_w \right] = \nabla \cdot (\rho_a C_a T)$$

$$\frac{k k_{ra}}{\mu_a} \nabla \mathbf{p} + \mathbf{k}_{t,\text{eff}} \nabla \mathbf{T}$$
 (6)

where C_{α} is the specific heat capacity of phase α (L²T⁻² θ^{-1}); $h_{lat,n}$ and $h_{lat,w}$ are the latent heat of vaporization of NAPL and water respectively (L²T⁻²); $k_{t,eff}$ is the volume average thermal conductivity of the soil-oil-water-gas system (MLT⁻³ θ^{-1}). For partially saturated porous media an appropriate estimate of the volume average thermal conductivity is obtained from an empirical relation (Glasco et al., 1999):

$$k_{t,eff} (W m^{-1} K^{-1}) = 1.27 - 2.25n + 0.39 k_{t,s} S_w$$
(7)

where the $k_{t,s}$ is the thermal conductivity of the soil granular media ($k_{t,s} = 4.45$ W m⁻¹ K⁻¹, typical value for sand).

Equilibrium Partition Relationships

Supplementary equilibrium partitioning relationships are needed to relate the phase concentration. The air-oil equilibrium relationships are evaluated from Raoult's Law together with Ideal Gas Law.

$$K_{ao}^{\gamma} = \rho_{a\gamma} / \rho_{o\gamma} = P_{v}^{\gamma} / RT \sum_{\gamma=1}^{N_{o}} (\rho_{o\gamma} / M_{\gamma})$$
(8)

where

 P_v^{γ} is γ -component vapor pressure at point temperature (M L⁻¹ T⁻²); M_{\gamma} is γ -component molecular weight (M/mole).

The air-water equilibrium relationships for contaminants are evaluated from Henry's Law and Ideal Gas Law.

$$K_{aw}^{\gamma} = \rho_{a\gamma} / \rho_{w\gamma} = M_{\gamma} K_{h}^{\gamma} / RT$$
(9)

where

 K_{h}^{γ} is γ – component Henry's Law constant ($L^{2} T^{-2}$).

The air-water equilibrium relationship for water vapor is evaluated from Raoult's Law together with Ideal Gas Law:

$$K_{aw}^{w} = \rho_{aw} / \rho_{ww} = P_{v}^{w} / RT \sum_{\gamma=1}^{N_{w}} (\rho_{w\gamma} / M_{\gamma})$$
(10)

 P_v^w = water vapor pressure at point temperature (M L⁻¹ T⁻²).

The solid-water equilibrium relationships are evaluated from equilibrium sorption partition coefficient of soil. The basis for this coefficient is the Freundlich isotherm. The lower concentration region of the Freundlich isotherm is nearly linear; that is, the mass of contaminant sorbed is directly proportional to its mass in aqueous phase. Because soil organic matter is the most common sorbent in soil, the estimation of this coefficient may be based on organic carbon content of the soil (Watts, 1997):

$$K_{sw}^{\gamma} = \rho_{s\gamma} / \rho_{w\gamma} = K_{oc} f_{oc}$$
(11)



(12)

where

 f_{oc} = the dimensionless organic carbon content of the soil; K_{oc} is the organic-carbon-normalized partition coefficient (L³ M⁻¹).

Numerous methods have been proposed to estimate K_{oc} (watts, 1997). Karickhoff et al. (1979) correlated K_{oc} with the contaminant water solubility for ten organic compounds, mostly aromatic:

$$Log K_{oc}(ml/g) = -.54 Log S + .44$$

where the γ -component water solubility S is expressed in mole fraction. The approach outlined is strictly useful only if f_{oc} is well above .1% (Karickhoff et al., 1979), and sorption can be assumed to be at equilibrium.

Totality Conditions

By definition fluid phase saturations sum to unity:

$$S_a + S_o + S_w = 1 \tag{13}$$

For the incompressible liquid phase at constant temperature, the component volumetric fractions sum to unity, for oil:

$$\sum_{\gamma=1}^{N_o} (\rho_{0\gamma}/\rho_{\gamma}) = 1$$
(14)

and for water:

$$\rho_{\rm ww}/\rho_{\rm w} + \sum_{\gamma=1}^{N_o} (\rho_{\rm w\gamma}/\rho_{\gamma}) = 1$$
(15)

The gas components concentration sum to the gas phase density which is evaluated by the ideal Gas Law:

$$\rho_{aa} + \rho_{aw} + \sum_{\gamma=1}^{N_o} \quad \rho_{a\gamma} = P M_a / RT$$
(16)

where ρ_{aa} and ρ_{aw} are the dry air and water vapor components, respectively (ML⁻³).

Numerical Solution Scheme

After the flow and transport equations (1, 2, 3, 4, 5, and 6) have been discretized in three space dimensions using a standard finite element approach (Huyakorn & Pinder, 1983). The coupled nonlinear equation are solved using a modular, set-iterative solution algorithm. In this approach, the sets of flow, mass transport and energy transport are decoupled and solved separately. The set-iterative approach substantially reduces the size of solution matrices (Reeves & Abiriola, 1994). With this scheme, different grid and time discretization schemes, can potentially be applied for each equation set. The details of the numerics and model verification are described by Talib (2006).

Effect of Soil Temperature Variation on the Behavior of SVE Process in Representative Field Settings:

The finite-element model developed in this study was applied to hypothetical field-scale problem in order to demonstrate the effect of soil temperature variation on the behavior of soil vapor extraction

process in representative field settings. Three field cases shown in table 1 were simulated. Contaminants selected for this simulation were benzene, toluene and trichloroethylene.

The physical domain, shown in Fig. 1, describes a three-dimensional system with flow to a single extraction well, assuming axial symmetry. The problem scenario is an idealized representation of NAPL spill accident (Rathfelder et al., 1991 & 2000). To remediate the site an extraction well is positioned in the center of the cylindrical contamination zone. An impermeable cap is placed on the ground surface.

The flow equation was solved in the domain from the well screen to the radius of influence; r_{well} to r_{α} . Atmospheric conditions were specified at r_{α} , constant flux conditions were specified at r_{well} ; within the screened well casing pressure is evaluated from the known flux and along the blank well casing and below the well, no flow conditions were used. In the vertical direction no flow conditions were specified along the bottom boundary and along the impermeable cap at the ground surface. Atmospheric conditions were used beyond the radius of the impermeable cap.

The mass transport equations were solved in the domain from the well screen to a radius, r_c , where mass transport processes were considered insignificant. At this radius, contaminant vapor concentrations were taken to be zero. Contaminant transport at the well screen boundary was assumed to occur by advection.

The heat transport equations were solved in the domain from the well screen to a radius, r_c , where heat transport processes were considered insignificant. At this radius, temperature was taken to be governed by distributions shown in table 1. No temperature gradient toward well screen was assumed at the well screen boundary.

The soil properties and all initial contaminant distributions were assumed to be uniform. Based upon this composition, equilibrium partitioning relationships were used to evaluate the initial contaminant gas, water, and soil phase concentrations. Parameters used in this simulation were summarized in table 2. The physical data used in the simulations were listed in Talib (2006).

The flow and transport domaions were discretized with an irregular mesh. Near the extraction well a high refined grid is required to capture the steep pressure gradients and large radial velocities in the gas phase. The pressure gradients, however, diminish rapidly from the well where larger spacings were used to reduce computational effort. Grid ensitivities were performed to insure solutions were sufficiently independent of mesh spacing and radius of influence.

Table 1: Temperature Distribution and Well Screen Interval within Contamination Zone for Simulations.

Case	Temp. distribution	Screen interval
1	T = constant = 20 (°C)	4m
2	T = 30 - 10*Z/4	4m
3	T = 30 - 10*Z/4	2m
ta	that the tax of some as	mad to be sta

note that the top of screen assumed to be at z = 0 for all cases, where z is the depth from the ground surface.

Table 2: (Rathfelder et al., 1991) Parameters Used in Simulations:

Configuration	
well radius (r _{well})	0.5m
screen interval 4.0m (case 1&2); 2m	(case 3)
depth to top of screen	0.0m
radius of soil contamination (r _c)	7.0^{*} m
radius of influence (r_{α})	40.0m

Number1 Volume 13 march	2007	Journal of Engineering
Field parameters		
intrinsic permeability (darcy)	10.0	
porosity (%)	37.3	
bulk soil density (gm/cm^3)	1.75	
soil mean grain size (d_{50}) (cm)	0.06	
organic carbon content, foc (%)	0.05	
longitudinal dispersivity (cm)	10.0	
transverse dispersivity (cm)	1.0^{*}	
gas extraction rate (m ³ /min)	3.7*	
Initial saturations		
oil saturation (%)	1.0	
water saturation(%)	15.0	
Initial oil phase mole fractions (%)		
benzene	0.467	
TCE	0.277	
toluene	0.257	
Δt (min.)	0.01-3.0	
Note:		
(*)(assumed in this study, based on I	literature review)
		/

Simulation results are shown in Fig.'s 2, 3, and 4.







Fig. 2: Contours of Constant NAPL Saturation (S_o) Predicted from Simulation, (Case1), After 1, 2, 4 days.



Fig. 3: Contours of Constant NAPL Saturation (S_o) Predicted from Simulation, (Case2), After 1, 2, 4 days.



Fig. 4: Contours of Constant NAPL Saturation (S_o) Predicted from Simulation, (Case 3), After 1, 2, 4 days.



Fig..5: Predicted Total NAPL Mass Remains in Soil with Venting Time.

RESULTS AND DISCUSSION

A time series of predicted NAPL distributions in Fig.'s 2, 3 & 4 for cases 1, 2 & 3 respectively shows NAPL removal progresses radially inward. The influx of clean air along the radial and bottom horizontal boundary of the contaminated zone fastens the removal of contaminants in the early stages of venting operations. The clean air has the greatest contaminant assimilation capacity. Close to the extraction well, the increasing gas flux together with the stipulated equilibrium condition cause additional contaminant volatilization. A corresponding plot of the NAPL total mass remained in soil is shown in Fig. 5. Plots Fig.'s 2, 3 & 4 and 5 indicate that NAPL removal is greatest in the early stages of remediation. After 4 days venting, the total NAPL mass in soil is 490.1, 260.49 & 80.8 Kg for cases 1, 2 & 3 respectively.

It is clear that venting efficiency of case three is the lowest. This is evidence that the incorporation of soil temperature variation with depth in SVE numerical model for the upper few meters may predicts better venting efficiency value than the case when considering a homogenous soil temperature that exist in the deeper soil. It is clear that venting efficiency of case three is the lowest. This is evidence that the incorporation of soil temperature variation with depth in SVE numerical model for the upper few meters may predicts better venting efficiency value that the incorporation of soil temperature variation with depth in SVE numerical model for the upper few meters may predicts better venting efficiency value than the case when considering a homogenous soil temperature that exist in the deeper soil.

CONCLUSIONS

A numerical model was developed to aid in investigation of field-scale soil vapor extraction process. A hypothetical soil temperature variation with depth was incorporated with the model.

Simulation of hypothetical field-scale problems was done. Conclusions which are based on this work are summarized below:

- 1.Comparison of simulation results from this work with those from other researchers indicates that model advances in terms of the type and representation of processes considered leads to more complicated behavior in the simulated system dynamics, which can in turn affect interpretation of system characteristics. Shan et al. (1992); and Chen & Gosselin (1998) showed that in general, it is advantageous to screen the well close to the lower impermeable boundary because the area cleaned by the well is larger than it would be if the well was screened near the ground surface. In contrast, simulation results in this work indicate that taking soil temperature variation with depth revealed that it is advantageous to screen the well close to the hottest region. Simulation of hypothetical field-scale problems give evidence that that the lower the clean-up time may occur when the air is directed to the point of highest temperature in the multi-component contaminated zone.
- 2.Simulation of hypothetical field-scale problems demonstrated efficiency of venting operation is highly sensitive to soil temperature variation with depth. They give evidence that the incorporation of soil temperature variation with depth in SVE numerical model for the upper few meters may predicts better venting efficiency value than the case when considering a homogenous soil temperature that exists in the deeper soil.

REFERENCES:

- Adenekan, A. E., and Patzek, T. W. (1993). "Modeling of Multiphase Transport of Multicomponent Organic Contaminants and Heat in the Subsurface: Numerical Model Formulation." Water Resour. Res., 29(11), 3727-3740.
- Chen X., and Gosselin, D.C. (1998). "Numerical Simulation of Radial Gas Flow: Effects of Soil Anisotropy, Well Placement, and Surface Seal." J. Hydr. Eng., 3(1), 52-61.
- DePaoli, D. W., Wilson, J. H., and Thomas C. O. (1996). "Conceptual Design of Soil Venting Systems." J. Envi. Eng., 122(5), 399-405.
- DiGiulio, D. C. (1992). "Evaluation of Soil Venting Application." EPA/540/S-92/004, April.
- Glascoe, L. G., Wright, S. J., and Abriola, L. M. (1999). "Modeling the Influence of Heat/Moisture Exchange During Bioventing." J. Envi. Eng., 125(12), 1093-1102.
- Hoeg, S., Scholer H. F., and Warnatz J. (2004). "Assessment of Interfacial Mass Transfer in Water-Unsaturated Soils During Vapor Extraction." J. Cont. Hydrol., 74, 163-195.
- Hunt, B., and Massmann J. (2000). "Vapor Flow to Trench in Leaky Aquifer." J. Envi. Eng., 126(4), 375-380.
- Huyakorn, P. S., and Pinder, G. F. (1983). "Computational Methods in Subsurface Flow.", Academic Press Inc., San Diego.
- Karickhoff, S. W., Brown, D. S., and Scott, T. S. (1979). "Sorption of Hydrophobic Pollutants on Natural Sediments." Water Res., 13, 241-248.
- Marshall, T. J., and Holms J. W. (1988). "Soil Physics", Cambridge Univ. Press, New York.
- Rathfelder, K., Yeh, W. W-G, and Mackay, D. (1991). "Mathematical Simulation of Vapor Extraction systems: Model Development and Numerical Examples." J. Cont. Hydrol., 8, 263-297.
- Rathfelder, K. M., John, R. L., and Abriola L. M. (2000). "A Numerical Model (MISER) for the Simulation of Coupled Physical, Chemical and Biological Processes in Soil Vapor Extraction and Bioventing Systems." J. Cont. Hydrol., 43, 239-270.
- Reeves, H. W., and Abiriola L. M. (1994). "An Iterative Compositional Model for Subsurface Multiphase Flow." J. Cont. Hydrol. 15, 249-276.

- Shan, C., Flata, R. W., and Javandel, I. (1992) "Analytical Solutions for Steady State Flow to a Soil Vapor Extraction Well." Water Resour. Res., 28(4), 1105-1120.
- Talib, R. A. (2006). "Mathematical Modeling of Soil for Non-isothermal vapor Extraction." Ph.D. thesis, University of Baghdad, College of Engineering.
- Watts, R. J. (1997). "Hazardous Waste: Source, Pathways, Receptors.", John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Williams, G. P., and Gold, L. W. (1976). "Ground Temperatures." National Research Council Canada, CBD-180.
- Yoon, H., Valocchi, A. J., and Werth, C. J. (2003). "Modeling the Influence of Water Content on Soil Vapor Extraction." Vadose Zone J., 2, 368-381.

NOTATION

Symbol Definition

\mathbf{C}_{α}	specific heat capacity of phase α
$D^{h}_{a\gamma}$	the gas phase dispersion tensor
f _{oc}	dimensionless organic carbon content of the soil
h _{lat,n}	latent heat of vaporization of NAPL
h _{lat,w}	latent heat of vaporization of water
k	permeability of the soil tensor
k _{ra}	dimensionless relative air permeability
k _{t,eff}	volume average thermal conductivity of the soil -oil-water-gas system
$K^{\gamma}_{ao} \rho$	_{oy} air-phase equilibrium with oil phase
K_{h}^{γ}	γ - component Henry's Law constant
K _{oc}	organic-carbon-normalized partition coefficient
M_a	gas molecular weight
\mathbf{M}_{γ}	γ -component molecular weight
n	dimensionless porosity
N_{α}	number of representative components comprising
	α - phase (α = a (air); o (oil); w (water); s (solid))
Р	gas pressure
$P_v{}^\gamma$	γ -component vapor pressure at point temperature
P_v^w	water vapor pressure at point temperature
r_w	well radius
R	universal gas constant
S	γ-component water solubility
Sa	gas saturation
So	dimensionless volumetric NAPL saturation
$\mathbf{S}_{\mathbf{w}}$	dimensionless volumetric water saturation
$\mathbf{S}_{\boldsymbol{lpha}}$	dimensionless fluid saturation
t	time
Т	temperature
Z	depth below the surface

Number1

- α thermal diffusivity
- Γ_a gas phase source /sink
- λ_{ao} air-oil mass transfer factor
- μ_a gas phase viscosity
- ρ_a gas phase density
- ρ_{aa} dry air component concentration in gas phase
- ρ_{aw} water vapor component concentration in gas phase
- ρ_s bulk soil density
- $\rho_{s\gamma}$ solid phase mass concentration of γ -component
- ρw water density
- ρ_{ww} pure water component concentration in water phase
- ρ_{α} mass density of α -fluid
- $\rho_{\alpha\gamma}$ mass concentration of γ -component in the α phase
- ρ_{γ} γ -component density as a pure compound

ABBREVIATIONS:

- NAPLNon-Aqueous Phase LiquidSVESoil Vapor ExtractionTCETriChloroEthylene
- VOC Volatile Organic Compound

 $((\ldots))$

DEWAXING OF DISTILLATE OIL FRACTION (400- 500 °C) USING UREA

Abdul-Halim A.-K. Mohammed and Safaa R.Yasin Chemical Engineering Department College of Engineering University of Baghdad

De-waxing of lubricating oil distillate (400-500 $^{\circ}$ C) by using urea was investigated in the present study. Lubricating oil distillate produced by vacuum distillation and refined by furfural extraction was taken from Al-Daura refinery. This oil distillate has a pour point of 34 $^{\circ}$ C. Two solvents were used to dilute the oil distillate, these are methyl isobutyl ketone and methylene chloride. The operating conditions of the urea adduct formation with n-paraffins in the presence of methyl isobutyl ketone were studied in details, these are solvent to oil volume ratio within the range of 0 to 2, mixer speed 0 to 2000 rpm, urea to wax weight ratio 0 to 6.3, time of adduction 0 to 71 min and temperature 30-70 $^{\circ}$ C). Pour point of de-waxed oil and yield of wax produced were determined to show the effect of these operating conditions. The most favorable operating conditions were solvent to oil volume ratio of 1, mixer speed of 1500 rpm, urea to wax weight ratio of 5, time of adduction of 13 min and temperature of 30-52 $^{\circ}$ C.

KEYWORDS

dewaxing; urea dewaxing; lubricating oil production; wax; paraffin wax; n-paraffin production; extractive crystallization.

An important operation in the production of lubricating oils is the de-waxing of the corresponding petroleum fractions and residues, since it is only possible to manufacture lubricating and industrial oils with low pour points and viscosities, suitable for use at low temperatures, from cruds containing paraffin (1,2,3). Several processes used in the refinery fall under the classification of de-waxing processes; however, such processes must also be classified as wax production processes (4).

There are three types of processes in use for de-waxing. The first process is called solvent dewaxing, where the oil portion diluted by organic solvents. After refrigeration of the oil-solvent mixture, the solvent dissolves paraffin waxes only to a very slight extent, while they are good for dissolving the other components of lubricating oils. Wax is then separated by filtration and solvent is removed by distillation from de-waxed oil (1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10).

The second process is called catalytic de-waxing. This process is a selective hydrocracking process to crack the wax molecules to light hydrocarbons (3, 5, 11, 12, 13, 14, 15).

Third de-waxing process is called urea de-waxing. In this process, various straight-chain organic compounds and also slightly branched compounds are capable of forming complexes with urea, called adducts, which are crystalline at room temperature. These adduct crystals can be separated

A.I-Halim	DEWAXING OF DISTILLATE OIL FRACTION
AK. Mohammed	(400- 500 °C) USING UREA
S. R.Yasin	

easily by filtration. By raising the temperature and/or diluting with a suitable solvent, which may even be the purified oil, it is possible to resolve the adduct into its constituents (1, 2, 5, 8).

The discovery of adduct formation with urea is linked with Bengen's name (16, 17), who, after his first results, systematically studied numerous alcohols, aldehydies, ketones, acids and esters with respect to their capacity for adduct formation. He found that in addition to normal paraffinic hydrocarbons, these compounds also form urea adducts, if their carbon chain is not branched, but a straight alkyl chain (methyl groups at one end of the chain also undergo this formation of adducts).

There is a minimum chain length required for adduct formation. For example, in the n-alkane series, n-hexane forms an adduct, but n-pentane not, at room temperature (16). Pentane forms a complex at lower temperatures in liquid SO₂ as solvent (18). In the ketone series, acetone is already the first member of the series that capable of adduct formation (19). Although there appears to be no theoretical upper limit to the length of paraffin chain which will react, an apparent decline in activity has been observed for n-paraffin above n-C₅₀ (16, 18).

Thiourea forms similar complexes with branched-chain and certain ring type compounds; however, thiourea is not so specific as urea in its action (17,18, 20, 21). The complexes of urea and thiourea have been termed adducts, and their formation, adduction. Bailey (20) adopted the term "extractive crystallization" to describe new crystallization separations based upon adduct formation (18, 20, 21).

Extractive crystallization, based on the selective reaction of urea with straight-chain hydrocarbons, results in the separation of n-paraffins or olefins from petroleum fractions ranging from gasoline to heavy lubricating oil. Potential applications of this process include pour point reduction of oils and fuels, production of pure n-paraffins, recovery of straight-chain olefins from cracked stocks, and octane number improvement. High purity n-alkanes is produced from this process (more than 95%)(16, 18, 22, 23).

Before adduct formation, the waxy oil is usually diluted with a suitable solvent in order to reduce its viscosity. Wetting agents (activators) are also used for adduct formation in order to eliminate the effect of the impurities interfering with adduct formation. Some solvents are used as diluents and also as activator in the same time. Urea reacted with n-paraffins is added either as solid or as solution. Water and alcohols of low carbon atoms "1 to 3", such as methanol and iso-propanol, are suitable solvents for urea (16, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30).

EXPERIMENTAL

<u>Materials.</u>

Feed Stock.

The lubricating oil fraction used as feed stock in this investigation is the raffinate of furfural extraction of vacuum distillate produced in Al-Daura refinery. Boiling range of 400-500 $^{\circ}$ C and pour point of 34 $^{\circ}$ C.

• <u>Urea.</u>

High quality industrial solid urea $(NH_2-CO-NH_2)$ with spherical shape contained 46% of nitrogen produced by General Company for Production of chemical Fertilizers was used for de-waxing the lubricating oil feed stock.

• Deionized Water.

Deionized water supplied from Al-Mansour plant was used as solvent for the urea.

• Solvents.

Methyl Iso-butyl Ketone (MIBK).

Technical grade methyl iso-butyl ketone (C₆H₁₂O) with purity of 99% was used as solvent for the feed stock. Molecular weight of the solvent is 100.16 g/g mol. It has boiling point of 115-117 °C, refractive index (n_D^{20}) of 1.396, and density of 0.8 g/ml.

Methylene Chloride (Di-chloro methane).

Methylene chloride (CH₂Cl₂) produced by AJAX chemicals was used as another solvent for the feed stock. It has molecular weight of 84.93 g/g mol, boiling point 39.8 °C ± 0.1 °C, refractive index (n_D^{20}) 1.424, and density 1.315 to 1.321 g/ml at 20 °C.

Procedure.

Fig. 1 shows a schematic diagram of Adduct formation unit used for de-waxing of furfural refined-lubricating oil feed stock by adduct formation of n-paraffin components with urea.



1. Reaction flask	6. Marine propeller	11. Relay
2. Adaptor	7. Electrical motor	12. Chiller
3. Condenser	8. Water bath	13. Voltage regulator
4. Dropping funnel	9. Electrical heater	14. Four flat blade pitched paddle
5. Thermometer	10. Thermocouple	15. Various speed electric motor

Fig1. Adduct formation unit.

De-waxing in the Presence of Methyl Iso-butyl Ketone Solvent.

The required quantity of water is added into the reaction flask and is heated to the temperature of the water bath which is adjusted at a temperature higher than the initial reaction temperature (*e.g.* bath temperature of 60 °C and initial reaction temperature of 52 °C). Urea is then added to the flask

A.I-Halim	DEWAXING OF DISTILLATE OIL FRACTION
AK. Mohammed	(400- 500 °C) USING UREA
S. R.Yasin	

gradually under mixing to make an aqueous solution by dissolving the urea in the water. The quantity of urea added is equal to the saturation concentration of urea in water at an initial reaction temperature (*e.g.* 52 °C). Dissolving of urea in water is endothermic, so heat is needed to accomplish the dissolving, this heat is supplied from the water bath.

When the temperature of the aqueous solution reached 60 \degree C, the required amount of the feed stock and methyl isobutyl ketone solvent was added to the flask after being heated to a temperature of 60 \degree C.

Chilled water is pumped from the chiller into the cooling coil in order to reduce the temperature of the flask mixture from initial reaction temperature (*e.g.* 52 °C) to the final reaction temperature (*e.g.* 30 °C) at the desired time and mixer speed. Adduct crystals begin to appear at temperature of slightly below 52 °C, and proceed with temperature decreasing. When the mixture temperature reach the final reaction temperature (30 °C), the mixture is filtered off by using vacuum filtration to separate the adduct crystals. Then these crystals are washed twice by using for each wash 100-150 ml of cold methyl iso-butyl ketone solvent in 1 liter beaker and then re-filtered. This washing process removes the oil phase adhered at the surface of the crystals. Cold washing solvent (15 °C) is used in order to prevent adduct decomposition.

The filtrate from the adduct separation step and from the adduct washing step is mixed together and then placed into a separating funnel to separate the organic phase (oil and solvent) from the aqueous phase (urea solution). Organic phase is then washed with water to remove traces of aqueous solution which may contaminates the organic phase, and then separated by using separating funnel. Then the organic phase is introduced to the simple distillation to recover methyl iso-butyl ketone solvent from the de-waxed oil, which is then go to a pour point measurement after it is cooled and weighed.

The washed adduct crystals is then decomposed in 1 liter beaker by using water at a temperature of 70 $^{\circ}$ C. The quantity of water required for decomposition is equal to or higher than the quantity required for dissolving the urea presents in the adduct crystals. 300 ml of water was used in this study. The adduct is decomposed as the temperature is increased, and when the temperature reached 70 $^{\circ}$ C then all of the adduct crystals will be decomposed, where the urea dissolved in water while the wax is librated as a melt above the water layer. Wax is separated whilst hot from water by using a Pyrex separating funnel. Then the wax is weighed and stored in bottles.

• De-waxing in the Presence of Methylene Chloride Solvent.

The procedure for using methylene chloride as solvent is similar to that for methyl isobutyl ketone except in the method of solvent addition into the flask, and in the reaction temperature.

The temperature of the water bath is held at 40 $^{\circ}$ C. Lubricating oil feed stock is added to the flask at 40 $^{\circ}$ C. Then methylene chloride solvent is added to the flask at laboratory temperature by using the dropping funnel. Chilled water is passed through the condenser in order to reflux any solvent evaporated from the flask where the boiling point of the solvent is equal to about 40 $^{\circ}$ C. While the flask content is held at 40 $^{\circ}$ C, aqueous solution of urea heated to about 70 $^{\circ}$ C and has a saturation concentration at 62 $^{\circ}$ C is added to the flask. The temperature of mixture after this addition will reach about 50 $^{\circ}$ C and then reduced rapidly to 40 $^{\circ}$ C by the action of solvent reflux. The temperature of the bath is adjusted at 40 $^{\circ}$ C by using chilled water pass through the cooling coil and a heater immersed in the bath. The reaction is continued at temperature of 40 $^{\circ}$ C for 30 minutes, after that adduct is filtered, washed and decomposed. Oil phase separated from the aqueous phase is then washed with water, separated from water, and then supplied to simple distillation to remove solvent.

RESULTS & DISCUSSION.

• De-waxing in the Presence of Methyl Iso-butyl ketone Solvent.

Effect of Solvent to Oil Ratio.

The effect of solvent to oil volume ratio upon the pour point of de-waxed oil and the yield of n-paraffin wax extracted from the feed stock was investigated as shown in **Fig. 2** and **Fig. 3** respectively.



Fig 2. Effect of volume ratio of MIBK solvent to oil distillate on pour point of de-waxed oil.



Fig 3. Effect of volume ratio of MIBK solvent to oil distillate on yield of wax produced.

Fig. 2 shows that the pour point of de-waxed oil decreases from 34 °C to 7 °C when the volume ratio of solvent to oil increases from 0 to 0.5 and higher. When the adduction reaction was done in the absence of solvent, the pour point of de-waxed oil remains unchanged (34 °C) and no wax was extracted. For volume ratio higher than 0.5, the pour point of de-waxed oil was being stable at 7 °C.

Fig. 3 shows that the yield of paraffin wax increases to 20.7 wt.% with increase in solvent to oil ratio up to 0.5, after which further additions of solvent up to a ratio of 1 increases the yield slightly to 22.63 wt.%. Further increase in volume ratio over 1 decreases the yield of paraffin wax to 15 wt.% at ratio of 1.5 and 16.04 wt.% at ratio of 2.

In the absence of methyl iso-butyl ketone no wax was extracted and the pour point was still at 34 °C because of the high viscosity of the oil, where good contact between oil and urea was not achieved. Using solvent dilution improves the rate of diffusion through heavy oil films. Also, a very slow rate of reaction is observed unless promoter solvents are used which these promoter solvents weaken the surface mono-layer between aqueous urea solution and oil interphase (18, 27). On the other hand, the rate of reaction of solid waxes may depend upon their rate of solution in a solvent, so an increase in solvent dilution improves this rate (18). Methyl iso-butyl ketone is a good diluent (solvent) for oil and a good promoter (activator) for adduct formation. The pour point of the de-waxed oil and yield of n-paraffin extracted were enhanced by using this solvent.

Methyl iso-butyl ketone and water are only slightly soluble in each other and that urea is soluble in water but only slightly so in methyl iso-butyl ketone. When hydrocarbons are added, methyl iso-butyl ketone is partitioned largely into the hydrocarbon phase; it serves as a diluent for the hydrocarbon and operates to reduce the reaction rate barrier which exists between the aqueous urea solution and the oil phase; the urea remains largely in the aqueous phase. Thus a rapid reaction can be effected by bringing together a saturated aqueous solution of urea and a solution of the hydrocarbon feed in methyl iso-butyl ketone (20).

	Number1	Volume 13 march 2007	Journal of Engineering
--	---------	----------------------	------------------------

The pour point of oil is unchanged (7 °C) although the yield of paraffin wax extracted reduces from 22.63 wt.% at ratio of 1 to yield of 15-16 wt.% at ratios of 1.5-2.0. This is because the equilibrium of straight-chain hydrocarbon and urea with adduct is, of course, influenced by the presence of the ketone solvent, as also stated by Bailey and co-workers (20). Dilution of the adducting mixture with inert solvents has the effect of displacing equation 1 to the left and thus lowering the adduct yield (17, 21):

 $Urea(dissolved) + n - Paraffin(dissolved) \Rightarrow Adduct(dissolved) \dots (1)$

n-Paraffins that diluted become under saturation by using high solvent ratios were those which have a relatively low chain length and with melting point around 7 $^{\circ}$ C (17), and would not be adductable with urea, while n-paraffins of higher chain length satisfies equation 1 and the reaction was displaced to the right towards adduct formation and not affected by dilution, so the yield of wax was reduced while the pour point of oil was not changed.

Effect of Mixer Speed.

Fig. 4 and Fig. 5 shows, respectively, the effect of mixer speed on the pour point of de-waxed oil and on the yield of n-paraffin wax produced.

The pour point of de-waxed oil reduces as the mixer speed increases up to 1000 rpm, after which the pour point remains unchanged (7 °C). For example, the pour point of de-waxed oil was 31 °C for mixer speed of 300 rpm and 17 °C for mixer speed of 600 rpm. The yield of paraffin wax increases with increase in mixer speed up to 1000 rpm, after which the yield of wax is approximately unchanged.

The results of the effect of mixer speed on the pour point of de-waxed oil and on the yield of nparaffin wax obtained are not surprising. Where, rapid stirring improves the rate of diffusion of aqueous urea through oil films and also improves mass transfer rates through aqueous urea-oil interphase (18).



Fig 4. Effect of mixer speed on pour point of de-waxed oil.



Fig 5. Effect of mixer speed on yield of wax produced.

Effect of Quantity of Urea.

Fig. 6 shows the effect of the weight ratio of urea to wax on the pour point of de-waxed oil, while **Fig. 7** shows the effect of the urea to wax weight ratio on the yield of n-paraffin wax.

The pour point of de-waxed oil was reduced from 34 °C to 7 °C when the urea to wax weight ratio was increased from 0 to 1.27. Pour points higher than 7 °C were obtained for ratios lower than 1.27, while the pour points of de-waxed oil were unchanged (7 °C) for ratios higher than 1.27.

The yield of n-paraffin wax increases with increase in the weight ratio of urea to wax, and reaches to a maximum yield, around 23.3 wt.%, for weight ratio of 3.5. Using weight ratio higher than 3.5 remains the yield at its maximum value. This ratio (3.5) is the stoichiometric amount of urea required to form an adduct with n-paraffin and it is in agreement with the stoichiometric amount cited in the literature (21, 27, 25, 26).

On the other hand, when deficient urea was used for adduct formation (ratio of urea to wax of 1.27) the pour point did not changed from it's minimum value (7 °C), which obtained when stoichiometric amount(ratio of 3.5) of urea to wax was used, although the amount of n-paraffin wax crystallized was reduced. This is because of the selectivity of deficient urea to extract heaviest normal paraffins as mentioned by Marechal and Radzitzky (27). These heavy normal paraffins have a large effect on the pour point of de-waxed oil, because these paraffins have a high melting (freezing) points (17). So, n-paraffins that was not extracted when deficient urea was used, had a relatively small chain length with a melting points around 7 °C (17), and this was not effected on the pour point of the de-waxed oil and remained at 7 °C.



Fig6. Effect of weight ratio of urea to wax on pour point of de-waxed oil.



Fig 7. Effect of weight ratio of urea to wax on yield of wax produced.Effect of Time of Reaction.

The influence of time on the pour point of de-waxed oil and on the yield of n-paraffin wax are shown in **Fig. 8** and **Fig. 9** respectively, using solvent (MIBK) to oil volume ratio of 1, urea to wax weight ratio of 5, and temperature of adduction of 30-52 °C.

A.I-Halim	DEWAXING OF DISTILLATE OIL FRACTION
AK. Mohammed	(400- 500 °C) USING UREA
S R Vasin	

Fig. 8 shows that for mixer speed of 300 rpm, there is only slightly effect of adduction time on the pour point. The pour point reduced from 34 °C to 31 °C after 30 min and remained at 31 °C although the adduction time was increased to 71 min. For mixer speed of 1000 rpm, the pour point of de-waxed oil reduced from 34 °C to 7 °C when the time of adduction was held at 30 min, and the change of time from 30 to 60 min had no effect on the pour point. Using lower time than 30 min increases the pour point.

For mixer speed of 1500 rpm, the pour point of de-waxed oil reduces from 34 °C to 5 °C at time of 13 min only, and it is unchanged (5 °C) for time higher than 13 min. It is also clearly shown from **Fig. 8** that the time required for adduct formation reduces as the speed of mixer increases, for obtaining the same pour point.

The effect of time on the yield of n-paraffin wax is shown in **Fig. 9**. Maximum yield around 4.5 wt.% of n-paraffin wax was obtained for adduction time equals to or higher than 30 min when 300 rpm of mixer speed was used. For mixer speed 1000 rpm, the time required to reach maximum yield (more than 22%) was 30 min, while for mixer speed 1500 rpm the time reduces to 13 min.



Fig 8. Effect of time of adduct formation on pour point of de-waxed oil.





Fig9. Effect of time of adduct formation on yield of wax produced.

Effect of Adduction Temperature.

Four experiments were conducted to study the effect of cooling temperature on adduct formation in the adduction reaction. The results are shown in **Table 1**.

Table 1. Effect of cooling temperature on adduct formation. Wt. ratio (urea/wax) = 5; vol. ratio (MIBK/oil) = 1; mixer speed = 1500 rpm.

Exp. No.	Cooling temp., °C	Time, min	Yield, wt.%	Pour point, °C
1	52-30	13-30	22.90	5
2	55-40	20	23.86	4
3	62-40	20	21.50	7
4	70-40	20	16.58	7

This table shows that the yield of n-paraffin wax reduces as the temperature of the reaction increases, while the pour point of the de-waxed oil is approximately the same. This is because the effect of temperature on the equilibrium of urea and n-paraffin with adduct, where at high temperatures the equilibrium is less favorable and decomposition of adduct crystals may occur (16, 19, 28). At high temperatures, the long chain n-paraffins (which have relatively high melting points) formulate more stable adducts than those formulated from short chain n-paraffins (which have relatively low melting points). So, short chain n-paraffins will not adductable with urea at higher temperatures reducing the yield of n-paraffin wax, while the pour point will approximately the same because of low melting point of these n-paraffins (17).

A.I-Halim	DEWAXING OF DISTILLATE OIL FRACTION
AK. Mohammed	(400- 500 °C) USING UREA
S. R. Yasin	

• <u>De-waxing in the Presence of Methylene Chloride Solvent.</u>

The effect of volume ratio of methylene chloride to lubricating oil distillate on the pour point of de-waxed oil and on the yield of n-paraffin wax are shown in **Fig. 10** and **Fig. 11** respectively. Similar effect of volume ratio for this solvent to that for methyl iso-butyl ketone was gained from these figures.



Fig 10. Effect of volume ratio of methylene chloride solvent to oil distillate on pour point of de-waxed oil.



Fig 11. Effect of volume ratio of methylene chloride solvent to oil distillate on yield of wax produced.

CONCLUSIONS.

Urea de-waxing is an effective method for lowering the pour point of lubricating oil distillate refined by furfural and has a boiling point range of 400 to 500 °C. The pour point of the feed stock was lowered from 34 °C to about 5 °C with a maximum yield of n-paraffin wax of about 22.9% when methyl iso-butyl ketone solvent was used. The most favorable operating conditions were solvent to oil volume ratio of 1, mixer speed of 1500 rpm, urea to wax weight ratio of 5, time of adduction of 13 min and temperature of 30-52 °C. When methylene chloride is used instead of methyl iso-butyl ketone then pour point of de-waxed oil and the yield of wax are same as MIBK.

REFERENCES.

- 1. Hobson G.D., "Modern petroleum technology", Applied science publishers LTD, (1973); reprinted, (1975).
- 2. O'Connor J.J., and Boyd J., "Standard handbook of lubrication engineering", McGraw-Hill book Co., New York, (1968).
- 3. Gary J.H., "Petroleum refining, technology and economics", 3rd edition, Marcel Dekker Inc., New York, (1994).
- 4. Speight J.G., "The chemistry and technology of petroleum", 2nd edition, Marcel Dekker Inc., New York, (1991).
- 5. Kirk and Othemer, "Encyclopedia of chemical technology", Vol. 18 pp. 433 469, (1996) and Vol. 25 pp. 618 621, (1998), 4th edition, John Wiley and Sons Inc.
- 6. Kirk and Othemer, "Encyclopedia of chemical technology", Vol. 10 pp. 120 and 148, (1953), Mark Printing Co.
- 7. Kalichevsky, "Chemical refining of petroleum", Elsevier Scientific Publishing company, Amsterdam, The Netherlands, (1956).
- 8. *Hydrocarbon Process*, **53** (9), 169 204 (1974).
- 9. Kilmenko E.T., Guneer A.A., and Fal'kovich M.I., *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, (7), pp. 332 (1984).
- 10. Passut C.A, Barton P., Klaus E.E., and Tewksbury E.J., *Ind. Eng. Chem.*, *Process Des. Dev.*, *16* (1), 120 124 (1977).
- Rossi A., Preprints of Div. Petro. Chem., Amer. Chem. Soc. Meeting, Washington DC, Aug. 23 28, (1992), pp. 1322 1336.
- 12. Burris D.R., and McKinney J.D., "Petroleum processing handbook", Marcel Dekker Inc., New York, 1992.
- 13. Hargrove J.D., Elkes G.J., and Richardson A.H., *Oil and Gas J.*, **77** (2), 103 105 (1979).
- 14. Smith K.W., Starr W.C., and Chen N.Y., *Oil and Gas J.*, **78** (21), 75 84 (1980).
- 15. Riyadh H.H., "Catalytic pour point reduction of lubricating oil fractions", Ph. D. Thesis, submitted to the College of Engineering, University of Baghdad, (2002).
- 16. Ferund M., Csikos R., Keszthelyi S., and Moze G.Y., "Paraffin products, properties, technologies and applications", Elsevier Scientific Publishing company, Amsterdam, The Netherlands, (1982).
- 17. Asinger F., "Paraffins, chemistry and technology", 1st edition, Pergamon press Ltd., (1968).
- 18. Fetterly L.C., *Petrol. Refin.*, **36** (7), 145 152, July (1957).
- 19. Domask W.G., and Kobe K.A., *Petrol. Refin.*, **34** (4), 128 133, April (1955).

A.I-Halim	DEWAXING OF DISTILLATE OIL FRACTION
AK. Mohammed	(400- 500 °C) USING UREA
S. R. Yasin	

- 20. Bailey M.A., Bannerot R.A., Fetterly L.C., and Smith A.G., *Ind. Eng. Chem.*, **43** (9), 2125 2129 (1951).
- 21. Brooks B.T., Boord C.E., Kurtz S.S., and Schmerling L., "The chemistry of petroleum hydrocarbons", Vol. I, Chap. 10. Reinhold Publishing Co. New York, (1954).
- 22. Swern D., Ind. Eng. Chem., 47, 2125 (1955).
- 23. Franz, Hermann, Kunert, and Max, U. S. patent, No. 3,954,598 (1976).
- 24. Bataafsche Petroleum, European Patent, No. GB671456 (1952).
- 25. Kunert, Maximilian, Wegner, and Hans-Georg, U. S. Patent, No. 3,945,912 (1976).
- 26. Mead, Theodore C., Wright, and James H., U. S. Patent, No. 4,504,376 (1985).
- 27. Marechal J., and Radzitzky P., J. Inst. Pet., 46 (434), 33 45 (1960).
- 28. Kobe K.A., and Domask W.G., Petrol. Refin., **31** (5), 151 157, May (1952).
- 29. Scholten G.G., in Mcketta J.J., ed., Petroleum Processing Handbook, Marcel Dekker, Inc., New York, 1992, pp. 583.
- 30. Yiren Yu., European Patent, No. CN2545201U (2003).

الخلاصة

يتناول هذا البحث مملية إز الة الشمع من مقطر زيت التزييت باستخدام اليوريا. مقطر زيت التزييت الذي تم التعامل معه في هذا البحث مأخوذ من مصفى الدورة والمنتج بو اسطة التقطير التجزيئي تحت الضعط المخلف ل (vacuum distillation) و المعالج بطريقة الاستخلاص بالفور فور ال (furfural extraction). هذا المقطر الزيتي له حدود درجة غليان بين 400– 500 م و نقطة انسكاب 34 م. تم استخدام مذيبين لغرض تخفيف مقطر زيت التزييت هما مثيل ايزوبيوتيل كيتون (methyl isobutyl ketone) وميثيلين كلور ايد (methylene chloride). الظروف التشغيلية لتفاعل اليوريا مع الشمع البار افيني المتواجد في مقطر زيت التزييت بوجود مذيب مثيل ايزوبيوتيل كيتون (MIBK) تم در استها بالتفصيل, وهي نسبة حجم المذيب الى حجم الزيت ضمن حدود صفر – 2 ، سرعة الخلاط ضمن حدود صفر – 2000 دورةادقيقة ، نسبة وزن اليوريا إلى وزن الشمع الموجود في الزيت ضمن حدود صفر – 3 ، وزمن التبريد (التفاعل) ضمن حدود صفر – 70 دورة. و يورا الشمع الموجود في الزيت ضمن حدود صفر – 3 ، وزمن التبريد (التفاعل) ضمن حدود صفر – 70 م م. درجة الأسما وكنابية الذيت ضمن حدود صفر – 3 ، وزمن التبريد (التفاعل) ضمن حدود صفر – 70 دورة. و يورن الشمع الموجود في الزيت ضمن حدود صفر – 3 ، وزمن التبريد (التفاعل) ضمن حدود صفر – 70 م م. درجة الأسما و حياتية المتواجد في الزيت (pour point) الناتج من عملية إز الة الشمع تم قياسها وكذلك النتاج و يورن الشمع الموجود في الزيت ضمن حدود صفر – 3 ، وزمن التبريد (التفاعل) ضمن حدود صفر – 70 دقيقة ، نسبة وزن اليوريا و يورن الشمع الموجود في الزيت ضمن حدود صفر – 3 ، وزمن التبريد (التفاعل اضم حدود صفر – 70 دقيقة ، نسبة وزن اليوريا و يورن الشمع الموجود في الزيت ضمن حدود صفر – 3 ، وزمن التبريد (النواعل عن ضمينية إز الة الشمع تم قياسها وكذلك النتاج و يورن الشمع الموجود في الزيت ضمن حدود مفر – 3 ، وزمن التشيلية آنفة الذكر . أفضل ظروف تشغيلية تم الغرصل إليها و ينسبة حجم المذيب الى حجم الزيت بمقدار 1 ، سرعة الخلط مقدار 10 دورةادقيقة ، نسبة وزن اليوريا إلى وزن الشمع و يسبة و وزن الشمع الموجود و الزيت بمقدار 1 ، ورمن الخلول موزن القرم ال يورن اليسمع م .

STUDY OF THE MECHANICAL AND METALLURGICAL PROPERTIES OF DISSIMILAR WELDS

Dr. Muna K. Abbas (Assist. Prof.) Dept. of production Dr. Kasim A. Khalaf (Lecturer.) Engineering and Metallurgy University of Technology Sami A. Nawi (Assist. Lect.) Baghdad – Iraq.

ABSTRACT

 \bigcirc

In this research dissimilar welds were made of low carbon steel (A516) and austenitic stainless steel (316L) by shielded metal arc welding (SMAW) and with different electrodes (E7018), (E6013), (E309L) and (E308L). The sheet thickness (6 mm), welding current (120 A), voltage (78V), polarity (DCRP) and electrode diameter (3.25 mm) were remained constant. Many tests were carried out, mechanical tests included tensile test, bending and microhardness also made , and metallurgical inspections included microstructure, delta- ferrite phase and x- ray diffraction analysis. It was found from tensile and bending tests results that the electrode (E309L) was the most convenient for dissimilar welds of base metal (C.St. A516) and (St. St. 316L). Hardness tests showed that the highest hardness value appears in (HAZ) and there are two peaks of maximum hardness, each peak value in each (HAZ) for both dissimilar metals, the peak values are not equal and the higher value appears in the zone, where the electrode differ from the base metal, i. e. when the electrode is used (E6013) the higher value appeared in the (HAZ) which is near the stainless steel (316L), and when the electrode (E309L) is used, the higher value appeared in (HAZ) near the low carbon steel (A516). The tests demonstrated that the delta (δ) ferrite phase was about 3-10% near stainless steel and for all used electrodes.

KEY WORDS

SMAW, Dissimilar welds, Microstructure, Mechanical Properties

الخلاصة

تتاول البحث انتاج وصلات لملحومات غير متشابهة من الفولاذ منخفض الكاربون (A516) مع الفولاذ مقاوم الصدأ الاوستنايتي (316L) بطريقة لحام القوس الكهربائي المعدني المغلف بالصهيرة (SMAW) باختيار اقطاب لحام مختلفة هي (2018, E309L, E6013, E7018) مع ثبات سمك الصحفيحة (6) وتيار اللحام (200 Amp) والفولتية (200 rol) والقطبية (200 DCRP) مع ثبات سمك الصحفيحة (3.25mm) وتيار اللحام (200 محتلفة شملت البنية المجهرية وفحص طور دلتا فبرايت والفحص بحيود تم اجراء فحوصات ميتالورجية مختلفة شملت البنية المجهرية وفحص طور دلتا فبرايت والفحص بحيود الاشعة السينية وكذلك اجريت الاختبارات الميكانيكية ومنها اختبار الشد والحني والصلادة الدقيقة . أظهرت نتائج أختبارات الشد والحني ان القطب (E309L) هو الاكثر ملائمة في لحام الوصلات للملحومات غير المتشابهة من حيث المعدن الاساس (فو لاذ منخفض الكاربون (A516) مع فو لاذ مقاوم للصدأ (316L)) . اظهرت نتائج الصلادة ان أعلى صلادة هي في المنطقة المتأثرة بالحرارة (HAZ) وقد وصلت الصلادة الى قيم أعلى من منطقة اللحام (W.M) وهذا يعني ظهور قمتين للصلادة العظمى (قمة في كل منطقة HAZ) لكلا المعدنين غير المتشابهين وهاتين القمتين غير متساويتين وتكون الصلادة أعلى في الجانب الذي يكون فيه القطب مختلفا عن نوعية المعدن الاساس أي انه عند اللحام بقطب (E6013) اظهرت القصة العليا في (HAZ) القطب مختلفا عن نوعية المعدن الاساس أي انه عند اللحام بقطب (E6013) اظهرت القصة العليا في منطقة (HAZ) القريب من الفو لاذ مقاوم للصدأ (L 316) ، أما عند اللحام بقطب (E309 L) ظهرت القمة العليا في منطقة (TAZ) القريب من الفو لاذ مقاوم للصدأ (L 316) ، أما عند اللحام بقطب (E309 L) ظهرت القمة العليا في منطقة (JAZ) القريب من الفو لاذ منخفض الكاربون في حالة الملحومات غير المتشابهة . أوضحت نتائج المحص لطور الدلتا فيرايت ان قيمة هذا الطور تتراوح من (2013) % من جانب الفولاذ مقاوم الصداً

INTRODUCTION

The processes available for joining dissimilar metals are : Fusion welding include shielded metal arc welding (SMAW), gas metal arc welding (GMAW), gas tungsten arc welding (GTAW) ,and submerged arc welding (SAW). Electron beam , Laser welding , and Pulsed arc welding.

Electron beam, Laser welding, and Pulsed arc welding.

Friction, Explosion welding ,Diffusion bonding along with brazing and soldering.

It is possible to weld stainless steel by the majority of the known welding methods, and in spite of the existing of automatic and semi- automatic welding machines, the welding of stainless steel still carried out by manual metal arc welding (MMA) [Boyer and Gall, 1988 - Handbook A.W., 1974]. The same for welding of low carbon steel, it is widely used and easy to weld, all known welding methods can be used depending on work piece thickness and the purpose of welding [ASM, 1983 – Sindo Kou, 2003] . Dissimilar –metal welds (DMWs) can usually be made by any of these methods. DMWs encountered in power and chemical process industries are most often fusion welds made by the more common welding processes. A very common DMW application is joining ferritic (e.g.,2,25%Cr-1% Mo) tubes to austenitic boiler tubes such as 304 H or a similar austenitic stainless steel [Barnhouse, 2004 - Richard, 2003].

The selection of proper welding electrode is very significant for welding of different metals, and of the most important factors in welding processes is to minimize the intermetallic compound which is undesirable, so the electrode have to be compatible with the properties of both welded metals and to be able for precipitation during dilution. Dilution is the degree to which the base metals contributes to the resultant deposit, i. e. the chemical composition of base metal changes as a result of interference or contribution and metallurgical adaptability of the weld metal with two base metals [Barnhouse, 2004 - Richard, 2003].

The aim of this work is to evaluate the mechanical and metallurgical properties of dissimilar welds of stainless steel (316L) and low carbon steel(A516) welded by SMAW process with different welding electrodes.

EXPERIMENTAL PROCEDURES

Used Materials

The used materials in this research are the low carbon steel (A516) and austenitic stainless steel (AISI 316L), the importance of these metals is very clear, the stainless steel is widely used in chemical, pharmaceutical, food industries, nuclear plants and power generation industries, that low

carbon steel is also widely used in engineering industries [Sourmail, 2005-AISI Handbook, 2002] .The chemical composition analysis was performed by using spectrometer type (ARL) in Nasser State Company and the results are shown in Table (1).

Table (1) chemical composition of low carbon steel (A516) and stainless steel (316 L)

Element	Low carbo	on (A 516)	Stainless steel (316 L)		
wt %	Standard value	Actual value	Standard value	Actual value	
С	0.21	0.186	0.03	0.03	
Mn	0.6-0.9	0.97	0.5-0.8	0.624	
Si	0.13-0.45	0.24	1.00	0.50	
Cr	-	0.058	16.0-18.0	16.6	
Ni	-	0.023	10-14	8.94	
Cu	-	>0.37	-	0.18	
Мо	-	< 0.005	2-3	3.79	
S	0.04	-	0.03<	0.009	
Ti	-	0.008	-	0.021	
Р	0.035	-	0.045	-	
Со	-	< 0.005	-	0.14	
V	-	0.006	-	-	
W	-	0.007	-	-	
Al	-	0.035	-	-	
Nb	-	< 0.004	-	0.016	
Fe	Rem	Rem	Rem	Rem	

Samples Preparation

- (1) 6 mm thick plates of low carbon steel (A516) and stainless steel (316L) were prepared and cut with dimensions of (150×300) mm, then cleaned by sand blasting to remove lubricant and scales and surface contamination.
- (2) The samples then machined on milling machine to prepare joint edges and to produce a taper of 30° on the long side (300 mm), and arranged to make single -V joint, as shown in Figure (1). It is essential that making pieces to be joined should be carefully aligned for good quality welding.

Welding Process

The dissimilar specimens of low carbon steel (A516) and austenitic stainless steel (316L) were welded by shielded metal arc welding (SMAW) and welding electrodes of (3.25)mm diameter, the voltage (78)volt, welding current of (120) Amp and polarity (DCSP) were remained constant. The electrodes are (E7018, E6013) of low carbon steel and (E309L, E308L) of stainless steel. So there are four new produced welds on Turkish machine (Nuris RCT 650C) and two passes in weld for each electrode. The Tables (2) and (3) are shown the chemical composition of the stainless steel and low carbon steel electrodes respectively. The welding was performed manually with the welder maintaining control over the arc length and directing the arc into the weld joint.

Table (2) Chemical composition of stainless steel electrodes.

Electrode Type Wt %	С	Cr	Ni	Мо	Mn	Si	Р	S	N	Cu	Fe
E308L	0.04	18-21	9-11	0.75	0.5-2.5	0.9	0.04	0.03	0.75	0.75	Rem
E309L	0.04	22-25	12-14	0.75	0.5-2.5	6.0	0.04	0.03	0.75	0.75	Rem

Table (3) Chemical composition of low steel electrodes.

Electrode Type Wt %	С	Mn	Р	S	Мо	Si	Ni	Cr	Fe
E6013	0.08	0.39	0.02	0.015	I	0.24	I	I	Rem
E7018	0.045	1.1	0.015	0.14	0.053	0.4	0.0355	0.018	Rem

X- ray Radiography Inspection

All the welded specimens are tested by X- ray radiography to detect the welding defects and to determine success of welding penetration using German apparatus type (Rich Seiferland Co Ahrensberg) in the State Company For Heavy Industries .

Tensile Test

The specimens are prepared and machined for tensile test according to the standard specifications (ASTM – E 8) [ASTM, 1988] as shown in Figure (2) and the tests are carried out using tensile test machine Fritschi Gmb – fpro and mebto onrik (PX – SRG 5000) of capacity 600 KN .

Bending Test

According to the standard specifications ASTM - E190 [ASTM, 1988], The specimens are machined by milling machine for bending test as shown in Figure (3) and the tests are done using the same machine using in tensile test.

Microhardness Test

The hardness was measured by Vickers hardness measurements along the cross – section of welded specimens in three zones weld metal zone (W. M) heat affected zone (HAZ) and the base metal (B. M). The hardness test is done by using apparatus of type (Letz Wetz Germany) and load of (500 gm) for (30 sec). The hardness is measured for both sides of dissimilar welds and at a distance of (1 mm) between one reading and other.

Microstructure Test

The specimens were prepared for microstructure testing according to the following procedures:-

- (1) Wet grinding with water and using silicon carbide papers of grades, 220, 320, 400, 600, 800, 1000 and 1200.
- (2) Polishing the specimens using polishing cloth and alumina (A1₂O₃) solution its grains are of size (5) microns.
- (3) Etching process was done by using (Nital) solution , 2% HNO₃ acid and (98% alcohol) for low carbon steel, and for stainless steel the used solution consist of HNO₃ acid (3 ml) , HCl acid (9 ml) , acetic acid (2ml) and glycerin (1ml) . The specimens were immersed in solution for (40-45) sec, then watched by water and alcohol and finally dried.

δ-Ferrite phase Inspection

The valued of delta (δ) Ferrite phase (Ferrite No.) was measured in the weld metal (W.M) by using portable ferrite content meter (1.053) equipped with a probe of (1.5 mm) diameter ball. The value of δ -Ferrite phase is defined as the attraction force between magnetic probe and the tested area.

Results and Discussion

Microstructure Results

In fusion welding the weld metal is a mixture of the two metals being joined and filler metal. In shielded metal arc welding (SMAW) process welds made with consumable electrodes, the weld mixed or stirred by the arc action and the composition is quite uniform from one area to another. The central mass designated by (W.M)has been melted. It has characteristic dendrite structure of casting. When the dendrites form, the weld metal solidifies and cools from the outside toward and the crystal grow toward the center and segregation of constituent occurs with an alloy [Martti Vilpas, 1999].

The Figures (4,5,6 and 7) represent the microstructure of dissimilar welds of stainless steel (316L) and low carbon (A516) welded by SMAW process with different electrodes show that the weld metal (W.M) at the interface between the two metals has different microstructure because of elements dilution which is leading to form three basic zones [Barnhouse, 2004 - Richard, 2003] :- (1) Martensite (the area near low carbon steel).

(2) Austenite + Martensite + Ferrite (the area near the interface of stainless steel (316L)).

(3) Austenite + Ferrite (weld metal in stainless steel).

Results of Tensile Test

The Table (4) shows the results of tensile test of the base metal (As received) of stainless steel (316L) and low carbon steel (A516).

The Figure (8) shows the results of tensile test specimens of dissimilar welds of stainless steel (316L) and low carbon steel (A516) welded by (SMAW) process with using different electrodes (E308L, E309L, E7018 and E6013). The highest tensile strength was obtained by using the electrode (E7018) then (E308L), then (E6013) and finally (E309L) respectively and generally they are good results.

Base Metal	Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	El% in (50.8mm)	
St.St.316L	558	290	50	
C.St.A516	345	193.2	28	

Table(4) Tensile test results of the base metal

Results of Bending Test

Table (5) shows the results of bending test for dissimilar welds of low carbon steel and stainless steel (316 L) at welding conditions (current 120 A, voltage 78 V.

Table (5) The results of bending test

Visual Inspection	Bending Angle (deg.)	Bending Force (k N)	Electrode Type
Accepted	42	22	E 309 L
Failure	125	19	E 308 L
Failure	75	21	E 7018
Failure	40	20.5	E 6013

The electrode (E 309 L) shows good results without cracks [Martti, 1999 - Barton, 1976] but the electrode (E 308 L) failed when the bending force reached (19KN) and the cracks appeared at the angle 125, which means it cannot be used in bending condition .

Richard E. Avery [2003] confirmed these results of mechanical properties of dissimilar metal welding .the properties of the three metals must be considered the two metals being joined and the filler metal used to join them. The weld metal should be equal to or stronger than the weaker material being joined although the American Society of Mechanical Engineers (ASME) code allows a weld stronger of 95% in some cases. Ductility comparable to the metals being joined is desirable but not always possible.

Results of Microhardness Test

It is observed that the dissimilar welds behave in different way than the similar welds. The hardness of dissimilar welds in the weld region is higher than the base metals from both sides (carbon steel (A516) and stainless steel (316L)).

Figure (9) shows that the hardness remains constant in the base metal then it increases in HAZ to reach its maximum value then it deceases till the middle of weld zone which remains constant but higher than the hardness of base metal, and form two maximum value (maximum hardness) in HAZ region .

The results showed also that using of carbon steel electrodes (E6013) causes that the maximum hardness value in HAZ near stainless steel side is higher than that of low carbon steel side. But using of stainless steel electrodes (E308L and E309L) make the maximum hardness value near low carbon steel side, and this is due to formation of martensite phase near low carbon steel side and presence of chromium carbide ($Cr_{23}C_6$) near stainless steel side as indicated by x-ray diffraction results.

Results of δ-Ferrite phase Inspection .

The value of δ -ferrite phase in the weld metal (W.M) and HAZ was measured for dissimilar welds by magnetic tests equipment.

Figure (10) shows the δ -ferrite phase distribution for dissimilar welds of low carbon steel (A516) and stainless steel (316L) welded by SMAW with using different electrodes E309L, E308L, E7018 and E6013. The Figure (10) shows that this value vary between 3-10% in the weld zone which acceptable and necessary to reduce the probability of forming microcracks in the weld zone [Brooks, 1984- Kujanpaa, 1984], because δ -ferrite phase in this percentage lead to dissolve harmful elements like sulfur, phosphorous and selenium which contribute to form microcracks in the weld zone, so when these elements remain in the solid solution prevent the segregation of impurities and forming of phases with low melting temperature which play an important role in crack forming when the

microstructure of stainless steel in the weld zone is completely austenite [Hebble et al, 1985 – ASME, 1989].

Many researchers [Vitek and David, 2003]were improved models for predication of microsegregation and ferrite content in austenitic stainless steel welds and their effects on mechanical properties and corrosion resistance of welds.

CONCLUSIONS

- (1) The four electrodes (E308L, E308L, E7018 and E6013) showed good weldability for dissimilar welds of two base metals (low carbon steel and stainless steel) welded by shielded metal arc welding (SMAW).
- (2) Tensile test results show that the fracture of dissimilar welds happen in low carbon steel region (low tensile strength).
- (3) Bending test shows that the best electrode for dissimilar welds is stainless steel electrode (E309L) when using (SMAW) process.
- (4) In the dissimilar welds there are two maximum peak (maximum hardness) values of hardness in HAZ.
- (5) The value of δ -ferrite phase (Ferrite No.) reached to 3-10% in stainless steel side of dissimilar welds .

REFERENCES

American Society for Metal, Metals Handbook, Vol.6, 9th Edition, Copyright, 1983.

- American Iron and Steel Institute, Welding of Stainless Steel and Other Joining Method, Handbook Series, No.9, 2002.
- ASTM, Annual Book, Laboratory Corrosion Testing of Metals, 1988.
- ASME, Boiler and Pressure Vessel Code, The American Society of Mechanical Engineers, 1989.
- Boyer H.E. and Gall T.L., "Metal Handbook", Desk Edition, ASM, 1988.
- Barnhouse E.J. and Lippold J.C., Microstructure / Property Relationships in Dissimilar Weld Between Duplex Stainless Steel and Carbon Steel , Welding Journal , Vo1.83 , No.1, 2004. PP.205 S 214S.
- Barton N.R. and Lindberg R.A., Welding and Other Joining Processes , By Allyn and Bacon , Inc. 1976 .

Brooks J.A. and Williams J.C., "Fundamentals Study of the Beneficial Effects of δ - Ferrite in Reducing weld Cracking", Welding Journal, Vol. 63, No. 6, 1984, p.715.

Hebble T.L., Canonico D.A., Edmonds D.P. and Nan Stand R.K., "Analysis of Delta – Ferrite Data Form Production Welds on Stainless Steel Pipe", Welding Journal, Vol. 64, No. 9, 1985, pp.260S- 265S.

Kujanpaa V. P., "Weld Discontinuities in Austenitic Stainless Steel Sheet - Effect of Impurities and

- Solidification Mode", Welding Journal, Vol. 63, No. 12, 1984, pp.369S-375S.
- Martti Vilpas, Predication of Microsegregation and Pitting Corrosion Resistance of Austenitic Stainless Steel Welds by Modeling , VTT Publication , 1999.

Richard E. Avery, "Pay Attention to Dissimilar-Metal Weld" Avery Consulting Associates, Inc.2003, pp.1-6.

Sindo Kou, "Welding Metallurgy", 2nd Edition, Wiley Interscience, John Wiley and Sons, Publication, 2003.

- Sourmail T. and Bhadeshia H.K.D.H, ,"Stainless Steel", University Cambridge, 2005.
- The Procedure Handbook of Arc Welding , 12th Edition, The Lincoln Electric Company of Canada , LTD , 1974.
- Vitek J. M. and David S. A., "Improved Models for Predicating Ferrite Content in Stainless Steel

Welds", USA, 2003 (internet).



Fig (1) Typical joint design and position of pieces to be welded



Fig (2) Tensile test specimen according to ASTM Standard (All dimensions in (mm))



Fig (3) Bending test specimen according to ASTM Standard (All dimensions in (mm))



Fig (4) Microstructure of dissimilar welds of (C. St and St St) welded by SMAW using electrode (E 7018). 250x

B.M. (C.St)

HAZ (C.St)



Fig (5) Microstructure of dissimilar welds of (C. St and St St) welded by SMAW using electrode (E 6013). 250x


Fig (6) Microstructure of dissimilar welds of (C. St and St St) welded by SMAW using electrode (E309 L). 250x



W.M (C.St.&St.St)

HAZ(C.St)

B.M.(C.St)

Fig (7) Microstructure of dissimilar welds of (C.St and St St) welded by SMAW using electrode(E 308 L). 250x



Fig (8) Stress – strain curves of dissimilar welds of stainless steel (316 L) and low carbon steel (A 516) welded by (SMAW) using different welding electrodes .



Fig (9) Relationship between microhardness and distance from weld center of dissimilar welds of stainless steel (316 L) and low carbon steel (A 516) welded by SMAW using different welding electrodes



Fig (10) Shows distribution of δ - ferrite phase of dissimilar welds (St. St (316L) and C. St. (A516)) welded by SMAW using different welding electrodes

OPERATING CHARACTERISTICS OF POROUS FLOATING – RING JOURNAL BEARINGS OPERATING WITH AN IMPROVED BOUNDARY CONDITIONS

Dr. Basim A. Abass Lecturer Mech. Eng. Dept Dr. Alaa' M. Hussan Asst. Prof College of Engineering Lekaa' Hameed Asst. Lecturer Babylon University

ABSTRACT

((...))

The static characteristics of porous floating ring journal bearing under hydrodynamic lubrication condition when operating with an improved boundary conditions are theoretically analyzed. An isothermal finite bearing theory was adopted during this analysis. The effect of different parameters, namely, permeability, geometrical dimensions of the ring and the bearing are considered. It was assumed that oil is supplied through the outside diameter of the bearing under low supply pressure. The angular extent of the oil – film formed in journal – ring and ring – bearing oil films was obtained by applying the integral momentum equation at the leading edge of the oil – film to define the beginning of the oil extent. While, the continuity of flow across the trailing edge was used to define the end of the oil extent. Numerical results show that the bearing performance affected by different parameters namely, permeability, eccentricity ratios of inner and outer oil – film, the clearance ratios, and the radii ratios.

KEY WORDS

hydrodynamic lubrication, floating ring, porous oil bearings, improved boundary conditions, slip velocity effect.

الخلاصة

يتضمن هذا البحث دراسة نظرية للخصائص السكونية للمساند ذاتية التزييت ذات الحلقة العائمة. تم اعتماد نظرية الركائز المحددة الطول والتي تعمل تحت ظروف ثبوت درجة الحرارة لغرض أجراء هذه الدراسة. تم الأخذ بنظر الاعتبار تأثر أداء السند بعدد من المؤثرات(النفاذية, والشكل الهندسي للحلقة) و لضمان عمل الركيزة تحت الظروف الهيدروديناميكية فقد تم افتراض بان الركيزة تجهز بالزيت من القطر الخارجي للركيزة تحت ضغط تجهيز منخفض. لقد تم تحديد بداية ونهاية طبقة الزيت باستخدام معادلة الزخم التكاملية لتحديد بداية طبقة الزيت ومعادلة استمرارية الجريان لتحديد نهاية طبقة الزيت. لقد أظهرت نتائج الدراسة بان ضغطا سالبا يتولد قبل نهاية طبقة الزيت كما هو متوقع عند مقارنة النتائج مع تلك المنشورة لبعض الباحثين الذين عملوا على دراسة تصرف المساند ذاتية التزييت. كما وأظهرت النتائج بان أداء المسند يتأثر بمختلف العوامل وهي ضغط التجهيز, النفاذية, دراسة تصرف المساند ذاتية التزييت. كما وأظهرت النتائج بان أداء المسند يتأثر بمختلف العوامل وهي ضغط التجهيز, النفاذية, دراسة تصرف المساند ذاتية التزييت. كما وأظهرت النتائج بان أداء المسند يتأثر بمختلف العوامل وهي ضغط التجهيز, النفاذية, دراسة تصرف المساند ذاتية التزييت. كما وأظهرت النتائج المسند يتأثر بمختلف العوامل وهي ضغط التجهيز, النفاذية, دراسة تصرف المساند ذاتية التزييت. كما وأظهرت النتائج المسند يتأثر بمختلف العوامل وهي ضغط التجهيز, النفاذية,

INTRODUCTION

Over the past decades a considerable number of experimental and theoretical studies have been carried out to study the characteristics of the solid floating ring journal bearing. Isothermal fluid flow analysis assumes a constant lubricant viscosity had been made by Shaw and Nussdorfer (1947), Orcut and Ng (1968), Tanaka and Hori (1972), Rohde and Ezzat (1980), Li and Rohde (1981). An experimental investigation to the behaviour of floating ring journal bearing was carried out by Kettleborough as early as in (1954). He found that there are significant discrepancies between test data and predictions. Tatara (1969) noting that, over certain speed ranges and for high feed pressure, floating ring journal bearing operate in a stable mode. Dong and Zhao (1990), investigate the possibility of using the floating ring journal bearing in automotive application. They found that it is possible for floating ring bearings to be used in engines where the load non – stationary. Chong and Kim (2001), studied the operating characteristics of counter rotating floating ring journal bearings. It is theoretically confirmed that floating ring journal bearings can be used in counter rotating journal bearings. Andres and Kerth (2004) studied the thermal effect on the performance of the floating ring journal bearing for turbochargers application. It was found that the ring speed ratio decreases dramatically as shaft speed rises.

Lubrication performance characteristics of porous oil bearings (load capacity, friction coefficient, bearing temperature. etc.) have been the object of many recent investigations, Morgan and Cameron (1957); Rouleau (1963); Goldstein and Braun (1971); Cusano (1979); Reason and Dyer (1973); Prakash and Vij (1974). In the above investigations the half Sommerfeld condition was adopted. A theoretical and experimental work done by Kaneko et. al. (1994) shows that the oil film is formed mainly in the loaded part of the bearing and the angular extent of oil film is significantly smaller than that formed in a solid journal bearing even under hydrodynamic lubrication condition. Kaneko et. al. (1997) used an improved boundary conditions to obtain the angular position of leading a trailing ends of the oil film regions. They show that the negative pressure occur before the tailing end of the oil film region. Elsharkawy and Lotfi (2001) made an analysis to the hydrodynamic lubrication of porous bearings using a modified Brinkman – extended Darcy model. They found that the numerical model has been successfully predicting the experimental results of different researchers.

The angular extent of the oil – film formed in journal – ring and ring – bearing oil films is obtained by applying the integral momentum equation at the leading edge of the oil – film to define the beginning of the oil extent while, the continuity of flow across the trailing edge is used to define the end of the oil extent. The analysis of the bearing performance shows the occurrence of a negative film pressure before the trailing end of the oil – films region as expected when compared the results with the behaviour of porous bearings obtained by different workers.

So the purpose of this study is to analyze the steady state performance of porous floating ring journal bearing working under improved boundary conditions which are used to determine the leading and trailing edge of the oil films.

NUMERICAL ANALYSIS: Model of the Porous Floating Ring Journal Bearing:

The porous floating ring journal bearing with the coordinate system used in this analysis can be shown in figure (1). The journal rotates with a constant angular velocity (ω_j) about its axis while the porous ring rotates with an enhanced angular velocity (ω_r) about its center. The porous bearing inserted into a solid housing having a circumferential groove in the middle. Lubricant oil at low supply pressure (P_s) is supplied to the groove in the middle.



Fig. (1): Oil film region and oil flow of porous floating ring journal bearing

PRESSURE DISTRIBUTION IN OIL FILM AND POROUS MATRIX:

The performance of the bearing inner and outer oil films are obtained from the following Reynolds' equation for finite bearings including the so – called filter term and the effect of tangential slip velocity. For constant viscosity it can be written as, Kaneko et. al. (1997);

$$\left(\zeta_0\right)_{ii} = \left(\frac{s}{\left(h^{\hat{}} + s\right)}\right)_{ii} \tag{2}$$

$$(\zeta_1)_{ii} = \left(3(h^{\circ}s + 2\alpha^2 s^2)/\{h^{\circ}(h^{\circ} + s)\}\right)_{ii}$$
(3)

$$(s)_{ii} = \left(\Phi c / R \right)_{ii}^{1/2} / \alpha \tag{4}$$

$$(\Phi)_{ii} = (k_1 R / c^3)_{ii}$$
(5)

$$\left(h^{\,\hat{}}\right)_{ii} = h_{ii} / c_{ii} = \left(1 + \varepsilon \cos(\theta)\right)_{ii} \tag{6}$$

B. A. Abass	Operating CharaCteristics of Porous Floating – Ring
A.M.Hussan	Journal Bearings Operating with an Improved
L.Hameed	Boundary Condition

The slip coefficient (α) is a dimensionless parameter which depends on the porous material. In the present analysis a value of (0.1) is assumed for (α) as done in the pervious studies, Cusano (1979); Quan and Wang (1985); Kaneko et. al. (1994).

Oil pressure in the porous ring and porous bearing is governed by the Darcy's equation which can be written in dimensionless form as follows Kaneko et. al. (1997);

$$\frac{1}{r_{ii}^{\,\hat{}}}\frac{\partial}{\partial r^{\,\hat{}}}\left(r^{\,\hat{}}\frac{\partial P^{\,\hat{}^{*}}}{\partial r^{\,\hat{}}}\right)_{jj} + \frac{1}{r_{ii}^{\,\hat{}^{2}}}\left(\frac{\partial^{2}P^{\,\hat{}^{*}}}{\partial^{2}\theta}\right)_{jj} + \left(\frac{D_{ii}}{L}\right)^{2}\left(\frac{\partial^{2}P^{\,\hat{}^{*}}}{\partial^{2}Z^{\,\hat{}^{2}}}\right)_{jj} = 0$$

$$\tag{7}$$

BOUNDARY CONDITIONS:

Two types of boundary conditions were used during this work.

OIL FILM PRESSURE BOUNDARY CONDITIONS:

The following boundary conditions were used to evaluate the pressure distribution through the oil films.

$$P^{\wedge}(\theta_{1}, z^{\wedge})_{ii} = P^{\wedge^{*}}(r^{\wedge}, \theta_{1}, z^{\wedge})_{ii} = 0$$

$$P^{\wedge}(\theta_{2}, z^{\wedge})_{ii} = P^{\wedge^{*}}(r^{\wedge}, \theta_{2}, z^{\wedge})_{ii} = 0$$

$$P^{\wedge}(\theta, \pm 1)_{ii} = P^{\wedge^{*}}(r^{\wedge}, \theta, \pm 1)_{ii} = 0$$

$$P^{\wedge}(\theta, z)_{ii} = P^{\wedge^{*}}(r^{\wedge}, \theta, z)_{ii} \text{ at } (r^{\wedge}) = 1$$

$$\frac{\partial P^{\wedge}(\theta, 0)}{\partial Z^{\wedge}} = \frac{\partial P^{\wedge^{*}}(\theta, r^{\wedge}, 0)}{\partial Z^{\wedge}} = 0$$
(8)

The outer surface of porous matrix consists of two parts as shown in figure (1),the first is the part press – fitted inside the solid housing, where the pressure is evaluated from the condition that the permeability of the housing adjacent to the porous matrix is zero i.e.;

$$\Phi = 0 \quad \text{or} \quad \frac{\partial P^{\wedge^*}}{\partial r^{\wedge}} \quad \text{; at} \quad \left(r^{\wedge}\right)_2 \ge \left(r_o/r_i\right)_2 \text{ and } \quad 0.5 \le \left|Z^{\wedge}\right| \le 1$$
(9)

The second is the part exposed to the circumferential groove in the housing, where the pressure is given by;

$$(P^{*})_{2} = P_{s}^{*} = \frac{c_{2}^{2}P_{s}}{(r^{2}\eta\omega)_{2}} \text{ at } (r^{*})_{2} \text{ and } |Z^{*}| \le 0.5$$
 (10)

CIRCUMFERENTIAL BOUNDARY CONDITIONS:

The following boundary conditions are used to determine the oil film extent. The leading edge (θ_1) of the both oil films can be determined by extending the boundary condition used by Kaneko et. al. (1997), as follows;

$$\left(M_{\theta_1} - M_{\theta_2} - M_{\theta_c} - M_{\theta_b}\right)_{ii} = 0$$
(11)

where;

 $M_{\theta_1}, M_{\theta_2}, M_{\theta_c}$ and M_{θ_b} are the circumferential momentum flow rates across the control surfaces of the oil films, as shown in figure (2). The momentum flow rates are given as follows;

$$(M_{\theta_{1}})_{ii} = 2 \int_{0}^{L/2} \int_{0}^{(h_{\theta_{1}})_{ii}} \rho[(u_{\theta}|_{\theta_{1}})^{2}]_{ii} dydz$$

$$(M_{\theta_{2}})_{ii} = 2 \int_{0}^{L/2} \int_{0}^{(h_{\theta_{1}})_{ii}} \rho[(u_{\theta}|_{\theta_{2}})^{2}]_{ii} dydz$$

$$(M_{\theta_{c}})_{ii} = 2(r_{ii}) \int_{\theta_{1}}^{\theta_{2}} \int_{0}^{(h_{0})_{ii}} \rho[(u_{\theta} * u_{z})]_{z=L/2}]_{ii} dyd\theta$$

$$(M_{\theta_{b}})_{ii} = 2(r_{ii}) \int_{0}^{L/2} \int_{0}^{(\theta_{2})_{ii}} \rho[(u_{\theta_{m}})_{ii} * (u_{r}^{*})_{jj}]_{r=(r)_{ii}} d\theta dz$$

The velocity components $(u_{\theta})_{ii}$ and $(u_z)_{ii}$ represent the components of the oil velocity in circumferential and axial directions in the both oil films, while $(u_r^*)_{jj}$ represents the radial velocity component of the oil inside the porous bearing and the porous ring. The values of $(\theta_1)_{ii}$ and $(\theta_2)_{ii}$ are assumed to be constant in z – direction.



Fig. (2): Circumferential momentum flow rates

On the other hand the oil film extent at the trailing edge (θ_2) can be obtained by ensuring the continuity of the bulk flow a cross the boundary line at (θ_2) .

B. A. Abass	Operating CharaCteristics of Porous Floating – Ring
A.M.Hussan	Journal Bearings Operating with an Improved
L.Hameed	Boundary Condition

$$\left(q_{\theta_p} / q_{\theta_c}\right)_{ii} = 0 \tag{13}$$

where q_{θ_p} and q_{θ_c} are the flow rates a cross the trailing boundary line due to the Poiseuilles' flow and due to the Couettes' flow respectively. Equation (13) can be rewritten as;

$$\left(q_{\theta_{p}}/q_{\theta_{c}}\right)_{ii} = \left(\left(\frac{\left(1+\zeta_{1}\right)}{6\left(1+\zeta_{0}\right)}h^{2}\int_{0}^{1}\frac{\partial P^{2}}{\partial \theta}dz^{2}\right)_{\theta=\theta_{2}}\right)_{ii}$$
(14)

Knowing the values of $(\theta_1)_{ii}$ and $(\theta_2)_{ii}$ for each oil film (journal – ring and ring – bearing oil films), the angular extent of the first and second oil films $(\beta)_{ii}$ are expressed in the form;

$$(\boldsymbol{\beta})_{ii} = (\boldsymbol{\theta}_2)_{ii} - (\boldsymbol{\theta}_1)_{ii}$$
(15)

BEARING PARAMETERS:

Knowing the pressure distribution the dimensionless film force components along and perpendicular to the line of centers can be obtained, respectively as;

$$\begin{pmatrix} N \\ W_R \end{pmatrix}_{ii} = -\int_{0}^{1} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \left(P^{\wedge}(\theta, z)_{ii} \cos \theta \right)_{ii} d\theta dz^{\wedge}$$
(16)

$$\begin{pmatrix} \stackrel{}{W_T} \\ \stackrel{}{\underset{ii}{}} = \int_{0}^{1} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \left(P^{\wedge}(\theta, z)_{ii} \sin \theta \right)_{ii} d\theta dz^{\wedge}$$

$$(17)$$

the total dimensionless load can be expressed as;

$$\begin{pmatrix} \hat{W} \\ W \end{pmatrix}_{ii} = \sqrt{\begin{pmatrix} \hat{W}_R \\ W_T \end{pmatrix}_{ii}^2 + \begin{pmatrix} \hat{W}_T \\ W_T \end{pmatrix}_{ii}^2}$$
(18)

The attitude angle $(\Psi)_{ii}$ can be evaluated as;

$$\left(\Psi\right)_{ii} = \tan^{-1} \left(W_T^{\wedge} / W_R^{\wedge}\right)_{ii} \tag{19}$$

The friction force on the inner and outer surfaces of the ring can be evaluated as;

$$F_{r_{ii}}^{^{}} = \int_{0\theta_{1}}^{1\theta_{2}} \pm \frac{h_{ii}^{^{}}}{2} \frac{\partial P_{ii}^{^{}}}{\partial \theta} d\theta dz^{^{}} + \int_{0\theta_{1}}^{1\theta_{2}} \frac{h_{ii}^{^{}}}{2} \frac{\zeta_{1\theta}}{3} \frac{\partial P_{ii}^{^{}}}{\partial \theta} d\theta dz^{^{}} + \int_{0\theta_{1}}^{1\theta_{2}} \frac{(1+\zeta_{0\theta})}{h_{ii}^{^{}}} d\theta dz^{^{}}$$
(20)

Hence the coefficient of friction can be evaluated as ;

$$\left(\mu^{\wedge}\right)_{ii} = \frac{\left(F_{r}^{\wedge}\right)_{ii}}{\left(\stackrel{\wedge}{W}\right)_{ii}}$$

STEADY STATE PERFORMANCE:

To calculate the steady state performance of the bearing it is necessary to find out the steady state equilibrium position of the journal and ring centers, the following conditions for moments and forces are hold for equilibrium state.

$$T_{inner}^{\wedge} = T_{outer}^{\wedge}$$
(22)

where,

$$T_{ii}^{\wedge} = \int_{0\theta_{1}}^{1\theta_{2}} \pm \frac{h_{ii}^{\wedge}}{2} \frac{\partial P_{ii}^{\wedge}}{\partial \theta} d\theta dz^{\wedge} + \int_{0\theta_{1}}^{1\theta_{2}} \frac{h_{ii}^{\wedge}}{2} \frac{\zeta_{1\theta}}{3} \frac{\partial P_{ii}^{\wedge}}{\partial \theta} d\theta dz^{\wedge} + \int_{0\theta_{1}}^{1\theta_{2}} \frac{(1+\zeta_{0\theta})}{h_{ii}^{\wedge}} d\theta dz^{\wedge}$$
(23)

The second equilibrium conditions which specify the steady state performance of the bearing is the force balance which state that;

$$W_1^{\wedge} = W_2^{\wedge} \tag{24}$$

The ring speed to the journal speed can be found from the torque equilibrium as follows;

$$\frac{N_r}{N_j} = \frac{T_{inner}}{T_{outer}}^{\wedge} * \frac{R_1^3}{R_2^3} * \frac{c_2}{c_1}$$
(25)

METHOD OF SOLUTION:

Oil film pressure distribution and the oil pressure distribution through the porous matrix can be obtained by solving equations (1) and (7) simultaneously. These equations are discretized and solved simultaneously with an appropriate boundary conditions. In the present analysis (180) divisions in circumferential direction (N_1), divided into (100) divisions for the rupture zone and (80) divisions for the effective zone. Sixteen divisions in axial direction (N_2) and eight divisions in radial direction (N_3) have been adopted. The governing equations are transformed to discrete form using finite difference technique and then solved iteratively with successive under relaxation factor, to obtain the pressure and the location of the inlet and trailing boundary lines for the oil – film regions, the iterations are continued until the following inequalities are satisfied simultaneously,

$$\left(\frac{\sum \sum \left|P_{i,j,k}^{\wedge^{*}(n+1)} - P_{i,j,k}^{\wedge^{*}(n)}\right|}{\sum \sum \left|P_{i,j,k}^{\wedge^{*}(n)}\right|} < 10^{-5}\right)_{jj}$$
(26)

(21)

$$\left(\frac{\sum \sum \left|P_{j,k}^{\wedge (n+1)} - P_{j,k}^{\wedge (n)}\right|}{\sum \sum \left|P_{j,k}^{\wedge (n)}\right|} < 10^{-5}\right)_{ii}$$
(27)

$$\left(M_{\theta_{1}}^{\circ}-M_{\theta_{2}}^{\circ}-M_{\theta_{c}}^{\circ}/M_{\theta_{1}}^{\circ}\right|<10^{-3}\right)_{ii}$$
(28)

$$\left(\left|q_{\theta_{p}}/q_{\theta_{c}}\right|\right)_{ii} = \left(\left|\left(\frac{(1+\zeta_{1})}{6(1+\zeta_{0})}h^{2}\int_{0}^{1}\frac{\partial P}{\partial \theta}dz^{2}\right)_{\theta=\theta_{2}}\right| < 10^{-3}\right)_{ii}$$
(29)

To ensure the steady state performance of the bearing, the following equilibrium conditions must be satisfied;

• torque equilibrium :

$$\left|T_{inner} - T_{outer}\right| < 10^{-3}$$
 (30)

• load equilibrium :

$$\left|W_{1}^{^{n}}-W_{2}^{^{n}}\right|<10^{-3}$$
(31)

Always (n) and (n+1) used in above equations denote two consecutive iterations and the points i, j, k represent the grid number in radial, circumferential, and axial directions respectively.

where;

$$\begin{pmatrix} \hat{M}_{\theta_{1}} \end{pmatrix}_{ii} = \begin{pmatrix} M_{\theta_{1}} \end{pmatrix}_{ii} / \left(\rho c_{ii} r_{ii}^{2} \omega_{ii}^{2} L \right) = \int_{0}^{1} \left(\frac{h^{5}}{1080} \left(\frac{\partial P^{5}}{\partial \theta} \right)^{2} \left(9 + 15\zeta_{1} + 10\zeta_{1}^{2} \right) \right)_{\theta=\theta_{1}} \right)_{ii} dZ^{5}$$

$$- \int_{0}^{1} \left(\left(\frac{h^{5}}{36} \frac{\partial P^{5}}{\partial \theta} \left(3 + 3\zeta_{0} + 2\zeta_{1} + 4\zeta_{0}\zeta_{1} \right) \right)_{\theta=\theta_{1}} \right)_{ii} dZ^{5} + \int_{0}^{1} \left(\left(\frac{h^{5}}{3} \left(1 + \zeta_{0} + \zeta_{0}^{2} \right) \right)_{\theta=\theta_{1}} \right)_{ii} dZ^{5} \right)_{\theta=\theta_{1}} dZ^{5}$$

1.6

$$\begin{pmatrix} \hat{M}_{\theta 2} \end{pmatrix}_{ii} = (M_{\theta 2})_{ii} / (\rho c_{ii} r_{ii}^2 \omega_{ii}^2 L) = \int_{0}^{1} \left[\left(\frac{h^{h^3}}{1080} \left(\frac{\partial P^{h}}{\partial \theta} \right)^2 \left(9 + 15\zeta_1 + 10\zeta_1^2 \right) \right)_{\theta = \theta 2} \right)_{ii} dZ^{h}$$

$$- \int_{0}^{1} \left[\left(\frac{h^{h^3}}{36} \frac{\partial P^{h}}{\partial \theta} \left(3 + 3\zeta_0 + 2\zeta_1 + 4\zeta_0 \zeta_1 \right) \right)_{\theta = \theta 2} \right)_{ii} dZ^{h} + \int_{0}^{1} \left[\left(\frac{h^{h}}{3} \left(1 + \zeta_0 + \zeta_0^2 \right) \right)_{\theta = \theta 2} \right)_{ii} dZ^{h}$$

$$\begin{pmatrix} \hat{M}_{\theta c} \right)_{ii} = (M_{\theta c})_{ii} / (\rho c_{ii} r_{ii}^2 \omega_{ii}^2 L) = -\frac{1}{72} \left(\left(\frac{D}{L} \right)^2 \frac{\theta_{i}}{\theta} A d\theta \right)_{ii}$$

$$\begin{pmatrix} A = h^{h^3} (3 + 3\zeta_0 + 2\zeta_1 + 4\zeta_0 \zeta_1) \frac{\partial P^{h}}{\partial Z^{h}} \Big|_{Z^{h} = 1} \right)_{ii} \le 0 \qquad \text{if} \qquad \left(\frac{\partial P^{h}}{\partial Z^{h}} \Big|_{Z^{h} = 1} \right)_{ii} \le 0$$

$$A = 0 \quad \text{if} \qquad \left(\frac{\partial P^{h}}{\partial Z^{h}} \Big|_{Z^{h} = 1} \right)_{ii} > 0$$

$$\begin{pmatrix} \hat{M}_{\theta b} \Big|_{ii} = (M_{\theta b})_{ii} / (\rho c_{ii} r_{ii}^2 \omega_{ii}^2 L) = -\frac{1}{0} \left(\frac{\theta}{\theta} B d\theta \right)_{ii} dZ^{h}$$

$$(B)_{ii} = \left(\Phi \left\{ \frac{h^{h^2}}{12} \left(1 + \zeta_1 \right) \frac{\partial P^{h}}{\partial \theta} - \frac{1}{2} \left((1 + \zeta_0) \right\} \right)_{ii} \left(\frac{\partial P^{h^{h}}}{\partial r^{h}} \Big|_{r^{h} = 1} \right)_{ji} \qquad \text{if} \qquad \left(\frac{\partial P^{h^{h}}}{\partial r^{h}} \Big|_{r^{h} = 1} \right)_{ji} \le 0$$

$$(B)_{ii} = \left(\left(\frac{C}{r} \right) \Phi^2 \frac{\partial P^{h}}{\partial \theta} \right)_{ii} \left(\frac{\partial P^{h^{h}}}{\partial r^{h}} \Big|_{r^{h} = 1} \right)_{jj} \qquad \text{if} \qquad \left(\frac{\partial P^{h^{h}}}{\partial r^{h}} \Big|_{r^{h} = 1} \right)_{jj} > 0$$

RESULTS AND DISCUSSION:

Figures (3-a) and (3-b) represents a comparison between the results obtained using the computer program which prepared and written in FORTRAN – 90 language and executed on a personal computer (Pentium 4) of 256MB Ram, through this work with that obtained from the published data in Kaneko et., al., (1997). The solution of porous floating ring journal bearing merely consists of parallel solutions of two ordinary porous bearings via the mobility method it can be shown that the average percentage of error evaluated is (2%).

Figure (4) shows that the oil film has a higher peak of pressure as the supply pressure increases, which can be attributed to the higher flow of oil out of the porous matrix. The oil film pressure increases with increasing the supply pressure and clearance ratio and decreasing the radii ratio as shown in figures (4,5,6). An increased oil film extent has been shown in this case.

The correlation between (ε_1) and (ε_2) can be shown in Figure (7 and 8). It is clear that (ε_1) some times become greater than (ε_2) and vice versa. This correlation affected by different

B. A. Abass	Operating CharaCteristics of Porous Floating – Ring
A.M.Hussan	Journal Bearings Operating with an Improved
L.Hameed	Boundary Condition

parameter, namely, permeability, clearance ratio and radii ratio. This is true to maintain the equilibrium condition of the bearing and to ensure that the bearing is hydrodynamically lubricated.

The correlation between the ring – bearing and the journal – ring eccentricity ratios is affected by the radii ratio as shown in Figure (9). It is clear that the ring – bearing eccentricity ratio becomes lower than the journal – ring eccentricity ratio for a bearing with a ring of radii ratio is less than (1.25) while, the ring – bearing eccentricity ratio become greater than the journal – ring eccentricity ratio for a ring with a radii ratio grater than (1.25). This is true to maintain the steady state performance of the bearing. Also the ring speed becomes greater as the radii ratio decreases which make (ε_1) greater than (ε_2) in this case.

The oil films extent increases with increasing values of the permeability as shown in figures (10 and 11). This is can be explained by knowing that the oil flow from the porous matrix increases in this case.

The coefficient of friction increases with higher values of permeability of the porous matrix as shown in figures (12 and 13). The values of the Sommerfeld number which give the minimum friction decreases with decreasing the values of the permeabilities.







Figure (3 -b), Comparison Between Published Results [18] with the Results obtained in the Present Work for Oil – Film Extent.



Fig. (4), Computed Results for Circumferential Pressure Distribution in Ring - Bearing Clearance Gap for Various Values of Dimensionless Oil – Feed Pressure.



Fig. (6), Circumferential Pressure Distribution in Ring – Bearing Clearance Gap for Different Values of Radii Ratios.



Fig. (5), Circumferential Pressure Distribution in Ring – Bearing Clearance Gap for Various Values of Clearance Ratios.



Fig. (7), Correlation Between Journal Eccentricity Ratio
 (ε₁) and Ring Eccentricity Ratio (ε₂) for Different Values of Permeability.



Fig. (8), Correlation Between Journal Eccentricity Ratio (ε₁) and Ring Eccentricity Ratio (ε₂) for Different Values of Clearance Ratio.



Fig. (9), Correlation Between Journal Eccentricity Ratio
 (ε₁) and Ring Eccentricity Ratio (ε₂) for Different Values of Radii Ratio.



Fig (10), Outer Oil – Film Extent Versus Sommerfeld Number for Various Values of permeability parameter.



Fig. (11), Inner Oil – Film Extent Versus Sommerfeld Number for Various Values of permeability parameter.



Fig. (12), Friction Coefficient of Outer Oil – Film Versus Sommerfeld Number for Different Values of Permeability Parameter.



Fig. (13), Friction Coefficient of Inner Oil – Film Versus Sommerfeld Number for Different Values of Permeability Parameter.

CONCLUSIONS:

From the previous analysis the following can be concluded;

- 1- The load carrying capacity increases with increasing the values of the supply pressure and clearance ratio.
- 2- The load carrying capacity increases for the floating ring journal bearing working with ring has lower radii ratio.
- **3-** The journal ring eccentricity ratio become higher than the ring bearing eccentricity ratio for bearings of higher permbility, clearance ratio and lower radii ratio.
- 4- The oil film extent increases with decreasing the values of the ring radii ratio.
- **5-** The minimum coefficient of friction decreases with increasing the values of the supply pressure and the clearance ratio. The minimum value of the friction coefficient decreases with decreasing the values of the radii ratio.

REFERENCES:

Abdallah A., Elsharkawy, Lotfi H., Guedouar, 2001, "Hydrodynamic Lubrication of Porous Journal Bearing Using a Modified Brinkman-Extended Darcy Model", Tribology International (34), July, pp. 767-777.

Andres, L. San, and Kerth, J., 2004, "Thermal Effect on the Performance of Floating Ring Bearings for Turbochargers", Proc. Instri. Mech. Engrs., Part J., J. Engineering Tribology, vol. 218, pp.437 – 450.

Cusano, C., 1979, "An analytical Study of Starved Porous Bearings", Transactions of the ASME, January, vol. 101, pp. 38 – 47.

Dong, X., and Zhao, Z., 1990, "Experimental and Analytical Research on Floating – Ring Bearing for Engine Applications", Journal of Tribology, January, vol. 112, pp. 119 – 122.

B. A. Abass	Operating CharaCteristics of Porous Floating – Ring
A.M.Hussan	Journal Bearings Operating with an Improved
L.Hameed	Boundary Condition

Goldstein, M. E., and Braun, W, H., 1971, "Effect of Velocity Slip at a Porous Boundary on the Performance of an Incompressible Porous Bearing." NASA Technical Note TN D-6181.

Kaneko, S., Ohkawa, Y., Hashimoto, Y., 1994, "A Study of Mechanism of Lubrication in Porous Journal Bearings: Effect of Dimensionless Oil –Feed Pressure on Static Characteristics Under Hydrodynamic Lubrication Conditions", Transactions of the ASME, July, vol. 116, pp. 606 – 610.

Kaneko, S., Hashimoto, Y., and Hiroki, I., 1997, "Analysis of Oil – Film Pressure Distribution in Porous Journal Bearings Under Hydrodynamic Lubrication Conditions Using An Improved Boundary Condition", Journal of Tribology, January, vol. 119, pp. 171 – 177.

Kettleborough, C. F., 1954, "Frictional Experiments on Lightly – Loaded Fully Floating Ring Journal Bearing", Aust. J. of App. Sci., January, pp. 211 – 219.

Li, C. H., and Rohde, S. M., 1981, "On the Steady State and Dynamic Performance Characteristics of Floating Ring Bearings", ASME Journal of Lubrication Technology, July, vol. 103, pp. 389 – 397.

Morgan, V. T., and Cameron, A., 1957, "Study of the Design Criteria for Porous Metal Bearings", Conference on Lubrication and Wear, Institution of Mechanical Engineers, London, paper No. 88, pp. 405 – 408.

Orcutt, F. K., and Ng. C.W. 1968, "Steady – State and Dynamic Properties of the Floating Ring Journal Bearing", ASME Journal of Lubrication Technology, vol. 90, pp. 1 – 10.

Prakash, J., and Vij, S., K., 1974, "Analysis of Narrow Porous Journal Bearing Using Beavers – Joseph Criterion of Velocity Slip", Transaction of the ASME, June, pp. 348 – 354.

Quan Yong – Xin and Wang Pei – Ming, 1985, "Theoretical Analysis and Experimental Investigation of Porous Metal Bearing", Tribology International, April, vol. 18, No. 2, pp. 67 – 73.

Reason, B. R., and Dyer, D., 1973, "A Numerical Solution for the Hydrodynamic Lubrication of Finite Porous Journal Bearings." Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, vol. 187, pp. 71-78.

Rohde, S. M., and Ezzat, M. A., 1980, "Analysis of Dynamically Loaded Floating Ring Bearing for Automotive Application", ASME Journal of Lubrication Technology, July, vol. 102, pp. 271 – 276.

Rouleau, W. T., 1963, "Hydrodynamic lubrication of Narrow Press-Fitted Porous Metal Bearing," ASME Journal of Basic Engineering, vol., 85 pp. 123-128.

Shaw, M. C., and Nussdorfer, Jr., T. J., 1947, "An Analysis of the Full Floating Journal Bearing", NACA Report, No. 866.

Tanaka, M. and Hori, Y., 1972, "Stability Characteristics of Floating Bush Bearings", ASME Journal of Lubrication Technology, July, vol. 94, pp. 248-259.

Tatara, A., 1969, "Vibration Suppressing Effect of Floating Bush Bearings", Journal of ASME vol., 72, pp. 1564-1569.

Yeon – Min Cheong and Kyung – Wood Kim, 2001, "Operating Characteristics of Counter – rotating Floating Ring Journal Bearings", KSTLE International Journal, December, vol. 2, No. 2, pp. 127 – 132.

NOMENCLATURE:

 \bigcirc

The following symbols are used throughout this work.

c ₁	Journal – Ring Mean Radial Clearance (m)
c ₂	Ring – Bearing Mean Radial Clearance (m)
$(\dot{h})_{ii}$	Dimensionless Film Thickness, $(h^{+}=h/c)_{ii}$
$(\mathbf{k}_1)_{ii}$	Permeability of the Porous Matrix (m^2)
L	Length of the Ring and the Bearing Length (m)
$(M_{\theta 1})_{ii}$	Circumferential Momentum Flow Rate across Oil Film Surface at Inlet End of Oil –
	Film Region, i.e. at $(\theta = \theta_1)_{ii}$
$(M_{\theta 1})_{ii}$	Dimensionless Circumferential Momentum Flow Rate across Oil – Film Surface at Inlet End of Oil–Film Region, i.e. at $(\theta = \theta_1)_{ii}$, $(M_{\theta_1}^{\circ} = M_{\theta_1}/(\rho c (R^* \omega)^2 L)_{ii})$
$(M_{\theta 2})_{ii}$	Circumferential Momentum Flow Rate across Oil – Film Surface at Trailing End of Oil – Film Region, i.e., at $(\theta = \theta_2)_{ii}$
(\mathbf{M}^{n})	Dimensionless Circumferential Momentum Flow Rate across $Oil - Film Surface at$
(141 02)11	Trailing End of Oil-Film Region, i.e. at $(A-A_2)$. $(M^2_{02}-M_{02})/(0c(R*\omega)^2 I)$.
(Ma)	Circumferential Momentum Flow Rate across Oil_Film Surface at Both Axial Ends(7-
$\pm L/2)$	encumerential womentum riow Rate across on rinn Surface at Doth Akiar Ends(2-
$(M_{\theta c})_{ii}$	Dimensionless Circumferential Momentum Flow Rate across Oil – Film Surface at Both
00/11	Axial Ends i.e. at $(z = \pm L/2)$, $(M_{\theta c}^{\prime} = M_{\theta c}/(\rho c (R^* \omega)^2 L)_{ii})$
$(M_{\theta b})_{ii}$	Circumferential Momentum Flow Rate across Oil - Film Surface Adjacent to Inner Surface
	of Ring and Bearing, i.e. (y=0)
$(M_{\theta b})_{ii}$	Dimensionless Circumferential Momentum Flow Rate across Oil - Film Surface Adjacent
	to Inner Surface of Ring and Bearing , i.e. (y=0), $(M_{\theta c}^{\uparrow} = M_{\theta c} / (\rho c (R^* \omega)^2 L)_{ii})$
Nj	Journal Rotational Speed (r.p.m)
N _r	Floating Ring Rotational Speed (r.p.m)
(P [^])	Dimensionless Oil-Film Pressure, $(P' = c^2 P/(R^2 \eta \omega))_{ii}$
(P ^{^*})	Dimensionless Oil – Film Pressure Inside the Porous Matrix, $(P^{**}=c^2P^*/(R^2\eta\omega))_{jj}$
Ps	Supply Pressure (N/m ²)
r	Normalized radial coordinate, $r = r/R_{ii}$
R _j	Journal Radius(m)
(S)	Sommerfeld Number, $(S = (R\eta\omega L / W)^*(R / c)^2)_{ii}$
S^	Slip parameter
Т	Dimensionless Frictional Torque, $T = T c / \eta \omega R^3 L$
Uj	Journal Velocity (m/s)
Ur	Ring Velocity (m/s)
u,v,w	Oil – Film Velocity Components in θ ,r,z Directions Respectively(m/s)
u ,v ,w	Oil Velocity Components inside the Porous Matrix in θ ,r,z Directions
٨	Respectively (m/s)
(\mathbf{W})	Dimensionless Load Carrying Capacity, $(W_{ii})_{ii} = (W_{ii} c^2 / \eta \omega R^3 L)_{ii}$
(W_r)	Dimensionless Component of Oil – Film Force Along the Line of Centers,
(W_T)	Dimensionless Component of Oil – Film Force Perpendicular to the Line of Centers
Z	Normalized axial coordinate, $Z = z/(L/2)$

Greek Symbols

$(\epsilon)_{ii}$	Eccentricity Ratio
η	Absolute Viscosity of Oil(pa . s)
θ	Angular Coordinate from Maximum Film Thickness Position (Degree)
$(\mu)_{ii}$	Dimensionless Friction Coefficient $(\mu^{A})_{ii} = ((R/c)\mu)_{ii}$
ρ	Density of oil (kg/m ³)
$(\Phi)_{ii}$	Permeability parameter, $(\Phi)_{ii} = (k_1 R / c^3)_{ii}$
$(\psi)_{ii}$	Attitude Angle (degrees)

Subscript

- b Referring to Bearing
- ii =1 referred for Journal Ring Oil Film
- =2 referred for Ring bearing Oil Film
- jj =1 for Porous Matrix of Floating Ring
- =2 for Porous Matrix of Bearing
- j Referring to Journal

EVALUATION OF TEMPERATURE DISTRIBUTION AND FLUID FLOW IN FUSION WELDING PROCESSES

Ass. Prof. Dr. Ihsan Y. Hussain Mech. Engr. Dep. College of Engr. University of Baghdad Baghdad – Iraq Salah Sabeeh Abed - AlKareem Al-Tahreer Institute Ministry of Labor and Social Affairs Baghdad – Iraq

ABSTRACT

A theoretical study of heat transfer and fluid flow phenomena in welding process has been carried out in the present work. The study involved the numerical solution of the transient Navier-Stokes and Energy equations of the weld pool region by using Finite Difference Method. The electromagnetic force field and buoyancy were included in the formulation The stream-vorticity formulation was used in the mathematical model. The numerical solution is capable of calculating the vorticity, stream function, velocity, temperature, and the interface movement of the weld pool in Gas Metal Arc Welding (GMAW). The model can be used to solve the Gas Tungesten Arc Welding (GTAW) problem. A numerical calculations algorithm was developed to carry out the numerical solution. The numerical results showed that the finger penetration phenomena occurs in the Gas Metal Arc weld is adequately explained through the application of the model. It is found that the frequency of spray transfer is a dominant factor in addition to shape of the weld pool geometry. A verification of numerical results was made through a comparison with a previous work, the agreement was good, confirming the capability and reliability of the proposed numerical algorithm in calculating fluid flow and heat transfer in Gas Metal Arc weld pools.

الخلاصة

في هذا البحث ، تمت دراسة انتقال الحرارة وجريان المائع في عمليات اللحام ألانصهاري نظريا ، تضمنت الدراسة النظرية الحل العددي للمنظومة العابرة (غير المستقرة) لمعادلة الزخم والطاقة لمنطقة بركة اللحام (منطقة الطور المنصهر) باستخدام طريقة الفروق المحددة. تضمنت الصياغة قوة المجال الكهرومغناطيسي وقوة الطفو وتم استخدام صياغة الدوامية ودالة الانسياب في النمذجة الرياضية . أمكانية الحل العددي تتضمن حساب الدوامية ، دالة الانسياب ، السرعة ، درجة الحرارة و والماقة لمنطقة بركة اللذام ويقوة الطفو وتم استخدام صياغة الدوامية ودالة الانسياب في النمذجة الرياضية . أمكانية الحل العددي تتضمن حساب الدوامية ، دالة الانسياب ، السرعة ، درجة الحرارة و السطح البيني المتحرك لمنطقة اللحام بطريقة لحام القوس الكهربائي المعدني باستعمال غطاء غازي . هذا النموذج نستطيع استخدامه لحل المسألة بطريقة لحام القوس الكهربائي المعدني باستعمال الغاز الواقي . تم التوصل لبرنامج المحرارة و السطح البيني المتحرك لمنطقة اللحام بطريقة لحام القوس الكهربائي المعدني باستعمال العارة عازي . هذا النموذج حسابات عددية لتنفيذ الحل العددي . أظهرت النتائج العددي التوس الكهربائي المعدني باستعمال العاز الواقي . تم التوصل لبرنامج المعابات عددية لتنفيذ الحل العددي . أظهرت النتائج العددية بأن ظاهرة التغلغل الإصبعي التي تحدث في طريقة لحام القوس الكهربائي مقدار التخليق في النموذج المعمول به . لقد وجدنا معابات عددية لتنفيذ الحل العددي . أظهرت النتائج العددية بأن ظاهرة التغليق الإصبعي التي تحدث في طريقة لحام القوس الكهربائي المعدني باستعمال الغاز الواقي . تم التوصل للتورباتي مقدار أنتقال الرش الترددي هو العامل السائد بجانب الشكل الهندسي المستخرج لبركة اللحام . تمت مقارنة النائج العددي بأن مقارة التغليق في النموذج المعمول به . لقد وجدنا برأن مقدار أنتقال الرش التردي هو العام السائد بوانية جايد وموثوقية الخطوات العددي المائع وحدال السائد بجانب الشكل الهندسي المستخرج لبركة اللحام . تمت مقارنة النائج العددي بأن مقدار أنتقال الرش الترددي هو العامل السائد بجانب الشكل الهندسي المستخرج لبركة اللحام . تمت مقارنة النائج ومعاب يراني مائع وانتقال الحرارة بطريقة لحام القوس الكهربائي المعدني باستعمال غطاء غازي ولي ماليوس المائع وانتقال الحار ة بلريقة لحام القوس الكهربائي المعدني باستخر جازي في ع

KEY WORDS

Heat Transfer, Fluid Flow, Electromagnetic Force, Weld Pool, Numerical Solution

INTRODUCTION

The heat and fluid flow in the weld pool can significantly influence the pool geometry and the temperature gradients. A detailed knowledge of the temperature filed and thermally induced flow in a weld pool is important in understanding the phenomena and in development of improved welding techniques, and numerical simulations offer the possibility of avoiding this difficulty and provide a better quantitative description of the coupled solution behavior. If we consider a molten weld pool resulting from an applied surface temperature or heat flux, the thermal gradients induce buoyancy forces in the weld pool that tend to cause fluid flow. It is of considerable practical interest to understand quantitatively the heat and fluid flow phenomena in weld pool, because both the velocity and temperature distributions of molten metal affect the weld pool geometry, microstructure, and mechanical properties of the weld produced. Inherent to the welding process is the formation of a pool of molten metal directly below the heat source. The shape of this molten pool is influenced by the flow of both heat and metal, with melting occurring ahead of the heat source and solidification behind it. Fluid flow in weld pool can strongly affect the quality of the resultant weld. Variations in the weld characteristics, which are likely to occur from changes in the weld pool fluid flow are weld penetration, undercutting, surface smoothness segregation pattern, gas porosity and solidification structure, (Gukan and Sundararajan. 2001), see Fig. (1). The problem was investigated in literatures with different approaches, (Oreper and Szekely. 1987) developed a general mathematical statement to describe the transient weld pool development. In the formulation, axi-symmetric systems are considered and allowance is made for buoyancy, surface tension, and electromagnetic forces. (Tsao and Wu.1988) developed a mathematical model to evaluate the effect of the electromagnetic force field, the velocity field and the temperature field in a Gas Metal Arc (GMA) weld pool. (Tsai and Kou. 1990) studied the convection flow induced by the electromagnetic force in the weld pool during gas tungsten arc welding. In order to accurately describe the boundary conditions, (Kim and Na. 1994) developed a computer simulation of three dimensional heat transfer and fluid flow in Gas Metal Arc (GMA) welding by considering the three driving forces for weld-pool convection. (Gukan, et. al. 2001) developed a systematic study of a two dimensional model to analyze the role of convection in the stationary (GTA) welds to analyze the behavior of weld pool convection and its effect on the weld geometry.

The present work represents the beginning of a new research line in Iraq that aims to investigate the thermal and fluid flow phenomena associated with welding process. A computational study of fluid flow and heat transfer phenomena occurred in the weld pool. The simulation covers the molten phase, the two phase and the solid phase region.

MATHEMATICAL MODEL

Figure (2) shows a diagram of a Gas Metal Arc (GMA) liquid pool and the cylindrical coordinate system chosen for analysis. Velocities along the radial and axial directions are expressed as U and V, respectively. A spatially distributed heat flux, q(r), and current flux, j(r), fall on the free surface at (Z = 0), which is the surface of the workpiece, the energy exchange between the spray droplets and molten pool is Δ H.As shown in fig(2), let U=U(r,z) and V=V(r,z) denote the velocity components in the radial r and axial z directions, respectively. The unsteady-state continuity, momentum and energy equation of the incompressible fluid in the molten pool is (Salah. 2005) ;

$$\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rU) + \frac{\partial}{\partial z}(V) = 0 \tag{1}$$

$$\rho \left(\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial r} + V \frac{\partial U}{\partial z} \right) = F_r - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \mu \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rU) \right) + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \right]$$
(2)

$$\rho \left(\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial r} + V \frac{\partial V}{\partial z} \right) = F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial V}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \right]$$
(3)

$$\left(\frac{\partial T}{\partial t} + U\frac{\partial T}{\partial r} + V\frac{\partial T}{\partial z}\right) = \alpha \left[\frac{\partial^2 T}{\partial^2 r} + \frac{1}{r}\frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial^2 z}\right] + \Delta H / \rho C_p$$
(4)

Using the vorticity transport formulation (Salah 2005), it can be shown that ;

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial (U\omega)}{\partial r} + \frac{\partial (V\omega)}{\partial z} = v \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial (r\omega)}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} \right] + g\beta \frac{\partial T}{\partial r} + \nabla \times \left(\overline{j} \times \overline{B} \right)$$
(5)

The stream function equation is ;

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) = -\omega = \nabla^2 \psi$$
(6)

The temperature equation in the conservative form is ;

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial (rUT)}{\partial r} + \frac{\partial (VT)}{\partial z} = \alpha \left[\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\Delta H}{\rho C_p} \right]$$
(7)

The electromagnetic force term in equation (5) is (Tsao and Wu 1988);

$$\nabla \times \left(\overline{j} \times \overline{B}\right) = \frac{C_o \mu_o l^2}{2\pi^2 L r^3} \left[1 - \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma_j^2}\right) \right]^2 \left(1 - \frac{z}{L}\right)$$
(8)

and the energy exchange (ΔH) is ;

$$\Delta H = (2.28f \, e^{-C_1 r^2}) \tag{9}$$

Initial and Boundary Conditions Representations

The initial conditions used to solve temperature, vorticity and stream function equations are ; T_i , $_j = w_i$, $_j = \psi_i$, $_j = V_i$, $_j = 0$ at t=0 The boundary conditions used are given in Fig.(3).

NUMERICAL SOLUTION

The governing equations mentioned above were solved numerically by using the FDM. A grid arrangement was generated with the notation of fig.(4). The temperature of each grid point in weldment is compared with the melting temperature T_m . Once the liquid region emerges, the fluid flow and heat transfer in the weld pool and the heat conduction out of the molten pool are calculated.

The nodal equation at i=1; $1 \le j \le M$

$$\therefore T_{1,j}' = (a_1 + a_2)T_{2,j} + a_3T_{1,j} + a_4T_{1,j-1} + a_5T_{1,j+1} + B(i)$$
(10)

The nodal equation at i=1; j=1

$$T'_{1,1} = (a_1 + a_2)T_{2,1} + a_3T_{1,1} + (a_4 + a_5)T_{1,2} + a_4 \frac{2\Delta z}{K}q(i) + B(i)$$
(11)

The nodal equation at $2 \le i \le R/\Delta r+1$ (i.e r=R)

$$T'_{i,1} = a_1 T_{i-1,1} + a_2 T_{i+1,1} + a_3 T_{i,1} + (a_4 + a_5) T_{i,2} + a_4 \frac{2\Delta z}{K} q(i) + B(i).$$
(12)

At i=1 ; j =1

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr2) - 2 * us * dt / dr - 2 * vs * dt / dr) * T(i, j) + (2 * k * dt / (row * cp * dr2) + 2 * us * dt / dr) * T(i + 1; j) + (2 * k * dt / (row * cp * dr2) + 2 * vs * dt / dr) * T(i, j + 1) + 2 * alph * q(i) * dt / (row * cp * dr2) + dH(i) * dt / (row * cp) ;...$$
(13)

At i=1; j =M

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr2) - 2 * h * dt / (row * cp * dr)) * T(i, j) + (2 * k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i + 1, j) + ... (2 * k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i, j - 1) + (2 * h * dt / (row * cp * dr)) * Ta ;....$$
(14)

At i=1 ; JFL < j < M

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i, j) + (2 * k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i + 1, j) + ...$$

$$(k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i, j + 1) + (k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i, j - 1);...$$
(15)

At $1 < i < N_q$; j=1

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr2) - 2 * us * dt / dr - 2 * vs * dt / dr) * T(i, j) + (k * dt / (row * cp * dr2) + us * dt / dr) * T(i + 1, j) + (k * dt / (row * cp * dr2) + us * dt / dr) * T(i - 1, j) + ... (2 * k * dt / (row * cp * dr2) + 2 * vs * dt / dr) * T(i, j + 1) + 2 * dt * q(i) * a1ph / (row * cp * dr2) + dH(i) * dt / (row * cp);$$
(16)

At $i=N_q$; j=1

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr2) - 2 * h * dt / (row * cp * dr) - us * dt / dr) * T(i, j) + (k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i + 1, j) + (k * dt / (row * cp * dr2) + us * dt / dr) * T(i - 1, j) + ... (2 * k * dt/(row * cp * dr2)) * T(i, j + 1) + 2 * h * dt * Ta / (row * cp * dr) + dH(i) * dt / (row * cp); ...$$
(17)

 \bigcirc

At i=N; j=1

$$T'((i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr2) - 4 * h * dt / (row * cp * dr)) * T(i, j) + (2 * k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i, j+1) + (2 * k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i-1, j) + (4 * h * dt / (row * cp * dr)) * Ta;$$
(18)

At
$$N_q < i < N$$
; $j=1$
 $T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr^2) - 2 * h * dt / (row * cp * dr)) * T(i, j) + (k * dt / (row * cp * dr^2)) * T(i+1, j) + (k * dt / (row * cp * dr^2)) * T(i-1, j) + ...$
 $(2 * k * dt / (row * cp * dr^2)) * T(i, j+1) + (2 * h * dt / (row * cp * dr)) * Ta ;....$
(19)

At i=N; j=M

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr^{2}) - 4 * h * dt / (row * cp * dr)) * T(i, j) + (2 * k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i - 1, j) + (2 * k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i, j - 1) + (4 * h * dt / (row * cp * dr)) * Ta;...$$
(20)

At 1 < i < N; j=M

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr^{2}) - 2 * h * dt / (row * cp * dr)) * T(i, j) + (k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i+1, j) + (k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i-1, j) +$$

$$(2 * k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i, j-1) + (2 * h * dt / (row * cp * dr)) * Ta ;....$$
(21)

At i = N; 1 < j < M

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr2) - 2 * h * dt / (row * cp * dr)) * T(i, j) + (2 * k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i - 1, j) + (k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i, j + 1) + (k * dt / (row * cp * dr2)) * T(i, j - 1) + (2 * h * dt / (row * cp * dr)) * Ta ; (22)$$

At 1 < i < IFL(j); 1 < i < IFL

$$T'(i, j) = (1 - 4 * k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i, j) + (k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i + 1, j) + (k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i - 1, j) +(k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i, j + 1) + (k * dt / (row * cp * dr^{2})) * T(i, j - 1); ...$$
(23)

The temperature equation in weld pool;

$$T'_{i,j} = aT_{i-1,j} + a_2T_{i+1,j} + a_3T_{i,j} + a_4T_{i,j-1} + a_5T_{i,j+1} + B$$
(24)

Where ;

 $a_{1} = \frac{-\Delta t \left(U_{b} + |U_{b}| \right) (1-2i)}{4i\Delta r} + \frac{\alpha \Delta t (i-0.5)}{i(\Delta r)^{2}}$

 $a_2 = \frac{-\Delta t (U_f - |U_f|)(1+2i)}{4i\Delta r} + \frac{\alpha \Delta t (i+0.5)}{i(\Delta r)^2}$

 $\Delta t \left(\frac{\left(V_{f} + \left| V_{f} \right| - V_{b} + \left| V_{b} \right| \right)}{2\Delta z} + \frac{2\alpha}{\left(\Delta z \right)^{2}} + \frac{2\alpha}{\left(\Delta r \right)^{2}} \right)$

 $a_4 = \frac{\Delta t \left(V_b + \left| V_b \right| \right)}{2 \Delta z} + \frac{\alpha \Delta t}{(\Delta z)^2}$

 $a_{5} = \frac{-\Delta t \left(V_{f} + \left| V_{f} \right| \right)}{2\Delta z} + \frac{\alpha \Delta t}{\left(\Delta z \right)^{2}}$

 $B = \Delta t (2.28 f e^{-C_1 (i\Delta r)^2}) / \rho C_p$

 $a_{3} = 1 - \Delta t \left(\frac{(U_{f} + |U_{f}|)(1 + 2i) + (U_{b} + |U_{b}|)(1 - 2i)}{4i\Delta r} \right) -$

The electromagnetic force field in the vorticity equation ;

$$\nabla \times (\overline{\mathbf{J}} \times \overline{\mathbf{B}}) = \frac{C_{o} \mu_{o} \mathbf{I}^{2}}{2\pi^{2} \mathbf{L} (\mathbf{i} \Delta \mathbf{r})^{3}} \left[1 - \exp\left(-\frac{(\mathbf{i} \Delta \mathbf{r})^{2}}{2\sigma_{j}^{2}}\right) \right]^{2} \left(1 - \frac{\mathbf{j} \Delta z}{\mathbf{L}}\right)$$
(26)

$$\omega_{i,j}' = b_1 \omega_{i-1,j} + b_2 \omega_{i+1,j} + b_3 \omega_{i,j} + b_4 \omega_{i,j-1} + b_5 \omega_{i,j+1} + C$$
(27)

$$b_{1} = \frac{\Delta t (U_{b} + |U_{b}|)}{2\Delta r} + \frac{\Delta t v (i - 0.5)}{i(\Delta r)^{2}}$$

$$b_{2} = \frac{-\Delta t (U_{f} - |U_{f}|)}{2\Delta r} + \frac{\Delta t v (i + 0.5)}{i(\Delta r)^{2}}$$

$$b_{3} = 1 - \Delta t \left(\frac{(U_{f} + |U_{f}| - U_{b} + |U_{b}|)}{2\Delta r} + \frac{(V_{f} + |V_{f}| - V_{b} + |V_{b}|)}{2\Delta z} \right)$$

$$-\Delta t \left(+ \frac{2v}{(\Delta z)^{2}} + \frac{2v}{(\Delta r)^{2}} + \frac{v}{(i\Delta r)^{2}} \right)$$

$$b_{4} = \frac{\Delta t (V_{b} + |V_{b}|)}{2\Delta z} + \frac{\Delta t v}{(\Delta z)^{2}}$$

$$b_{5} = \frac{-\Delta t (V_{f} + |V_{f}|)}{2\Delta z} + \frac{\Delta t v}{(\Delta z)^{2}}$$

$$C = \frac{\Delta t g \beta (T'_{i+1,j} - T'_{i-1,j})}{2\Delta r} + \frac{\Delta t C_{o} \mu_{o} l^{2}}{2\pi^{2} L (i\Delta r^{3})} \left[1 - \exp \left(-\frac{(i\Delta r)}{2\sigma_{j}^{2}} \right)^{2} \right]^{2} \left(1 - \frac{j\Delta z}{L} \right)$$
(28)

The temperature equation at the centerline as ;

$$\frac{\frac{T_{0,j} - T_{0,j}}{\Delta t} + \frac{2T_{1,j}(Uf_{0} - |Uf_{0}|) + 2T_{0,j}(Uf_{0} + |Uf_{0}|)}{\Delta r} + \frac{(Vf_{0} - |Vf_{0}|)T_{0,j+1} + (Vf_{0} - |Vf_{0}| - Vb_{0} + |Vb_{0}|)T_{0,j}}{2\Delta z} - \frac{(Vb_{0} + |Vb_{0}|)T_{0,j-1}}{2\Delta z} = \alpha \left[\frac{4(T_{1,j} - T_{0,j})}{(\Delta r)^{2}} + \frac{T_{0,j+1} - 2T_{0,j} + T_{0,j-1}}{(\Delta z)^{2}}\right] + \frac{\Delta H}{\rho C_{p}}$$
(29)

Where ;

$$C_{1} = \frac{4\alpha\Delta t}{(\Delta r)^{2}} - \frac{2\Delta t (Uf_{0} - |Uf_{0}|)}{\Delta r}$$

$$C_{2} = 1 - \Delta t \left[\frac{2(Uf_{0} - |Uf_{0}|)}{\Delta r} + \frac{(Vf_{0} + |Vf_{0}| - Vb_{0} + |Vb_{0}|)}{2\Delta z} + \frac{4\alpha}{(\Delta r)^{2}} + \frac{2\alpha}{(\Delta z)^{2}} \right]$$

$$C_{3} = \frac{-\Delta t (Vf_{0} - |Vf_{0}|)}{2\Delta z} + \frac{\alpha\Delta t}{(\Delta z)^{2}}$$

$$C_{4} = \frac{\Delta t (Vb_{0} + |Vb_{0}|)}{2\Delta z} + \frac{\alpha\Delta t}{(\Delta z)^{2}}$$

$$C_{5} = \frac{\Delta t\Delta H}{\rho C_{p}}$$
(30)

The vorticity equation at centerline ;

$$\omega_{0,j}' = D_1 \omega_{1,j} + D_2 \omega_{0,j} + D_3 \omega_{0,j+1} + D_4 \omega_{0,j-1} + D_5$$
(31)

Where ;

$$D_{1} = \frac{-\Delta t \left(Uf_{0} - |Uf_{0}| \right)}{2\Delta r} - \frac{\Delta t \left(Ub_{0} + |Ub_{0}| \right)}{2\Delta r}$$

$$D_{2} = 1 - \frac{\Delta t \left(Uf_{0} + |Uf_{0}| - Ub_{0} + |Ub_{0}| \right)}{2\Delta r} - \frac{\Delta t \left(Vf_{0} + |Vf_{0}| - Vb_{0} + |Vb_{0}| \right)}{2\Delta z} - \frac{2v\Delta t}{(\Delta z)^{2}} - \frac{2v\Delta t}{(\Delta z)^{2}}$$

$$D_{3} = \frac{-\Delta t \left(Vf_{0} - |Vf_{0}| \right)}{2\Delta z} + \frac{v\Delta t}{(\Delta z)^{2}}$$

$$D_{4} = \frac{-\Delta t \left(Vb_{0} - |Vb_{0}| \right)}{2\Delta z} + \frac{v\Delta t}{(\Delta z)^{2}}$$

$$D_{5} = \frac{\Delta t C_{0}\mu_{0}I^{2}}{2\pi^{2}L(i\Delta r)^{3}} \left[1 - \exp \frac{-(i\Delta r)^{2}}{2\sigma_{j}^{2}} \right]^{2} \left(1 - \frac{i\Delta z}{L} \right)$$
(32)

I.Y. Hussain	Evaluation of Temperature Distribution and Fluid
S. S. Abed - AlKareem	Flow in Fusion Welding Processes

The stream function for the next iteration (m+1);

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\psi}_{i,j}^{(m+1)} &= (1 - \Omega) \, \boldsymbol{\psi}_{i,j}^{(m)} + \frac{\Omega}{4} \Bigg[i \, (\Delta r)^3 \, \boldsymbol{\omega}' i, \, j + \left(\boldsymbol{\psi}_{i+1,j}^{(m)} \bigg(1 - \frac{1}{i} \bigg) + \boldsymbol{\psi}_{i-1,j}^{(m+1)} \bigg(1 + \frac{1}{i} \bigg) \bigg) \\ &+ \left(\boldsymbol{\psi}_{i,j+1}^{(m)} + \boldsymbol{\psi}_{i,j-1}^{(m+1)} \right) \end{aligned}$$
(33)

From (Petrovic and Stuper. 1996);

$$\gamma = \left[\frac{\cos\frac{\pi}{(N_r - 1)} + \left(\frac{\Delta r}{\Delta z}\right)^2 \cos\frac{\pi}{(N_z - 1)}}{1 + \left(\frac{\Delta r}{\Delta z}\right)^2}\right]^2$$
(34)

$$\Omega_{\rm OPT} = \frac{2 - 2\sqrt{1 - \gamma}}{\gamma} \tag{35}$$

The radial and vertical velocities ;

$$U_{i,j} = \frac{\left(\Psi_{i,j+1} - \Psi_{i,j-1}\right)}{i\Delta r \Delta z}$$
(36)

$$V_{i,j} = -\frac{(\Psi_{i+1,j} - \Psi_{i-1,j})}{i(\Delta r)^2}$$
(37)

Calculation of the Vertical Velocity at Centerline from (Chow.1979);

$$V_{0,j} = \frac{-2\Psi_{1,j}}{i(\Delta r)^2}$$
(38)

RESULTS AND DISCUSSIONS

Figure (5) shows the computed isotherms and convection patterns in the pool of the weld to account for convection and temperature distribution in moving weld pools driven by buoyancy and electromagnetic forces at times (0.1, 0.3, 0.5 and 0.75 seconds). As time passes, the molten pool increases for MIG welding process. The deep penetration is observed in the figure. The liquidus temperature is 1440°C and the solidus 1000°C. Figure (6) shows the computed stream function in the case of combined buoyancy and electromagnetically driven flow of the weld pool at times (0.1, 0.3, 0.5 and 0.75 seconds), respectively. As time passes, the molten pool increases. Figure (7) shows a strong counterclockwise circulation pattern, with very high velocities, which is dominated by the combined effect of the buoyancy and electromagnetically driven flow components. The weld pool shape, involving deep penetration, is consistent with the circulation pattern, (0.1, 0.3, 0.5 and 0.75 seconds), and the large the weld pool. It is this transfer of additional heat from the metal droplets (Δ H) in the GMA process which plays a very important role in the formation of the finger

penetration in the GMA welds. This phenomenon is not present in the GTAW process. Figures (8) and (9) show the interface between the molten pool and the solid region at different times (0.1, 0.5, 0.75 and 1 seconds) respectively during MIG and TIG welding processes. A comparison between the calculated numerical results of the present work and the results of TSAO and Wu (1988) will be made for verification. Some results were selected in order to check the model. Figures (8) and (9) of the present work may be compared with figures (10) and (11) of TSAO and Wu (1988) for GMA and TIG results. The comparison show good qualitative and quantitative agreement.

CONCLUSIONS

A numerical study of heat transfer and fluid flow phenomena in welding process has been carried out in the present work. The weld pool size in GMA welding increases at a faster rate at small times (0.1 - 0.3 Sec.) and the stream function at times 0.1 sec and 0.3 sec appear increasing in the (r) and (z) directions. Two circulation loops in the weld pool appears one near the free surface and the other in the bulk weld pool, the maximum velocity which occurs at the free surface. And the flow at the free surface is radially outward from the (z) axis to the pool boundary.



Fig. (1): Schematic Representation of Gas Tungsten arc Weld Phenomena (Gukan and Sundararajan 2001).



Fig. (2): Sketch the weldment of GMAW







Fig. (4) The Nodal Points Used in Numerical Solution



Fig. (5): Calculated Temperature Distribution at Different Times in GMA Weld Pool.



Fig.(6): Calculated Stream Function Contours in GMA Weld Pool at Different Times.



Fig.(7): Calculated Velocity Distribution in GMA Weld Pool at Different Times.



Fig.(8): Calculated Liquid – Solid Interface of GMA Welding With Same Heat Input at Different Times.



Fig.(9): Calculated Liquid – Solid interface of TIG Welding With Same Heat Input at Different Times.



R(MM)

Fig.(11): Comparison of GMA and TIG weld Pool Boundaries with the Same Heat Input Ref.(Tsao and Wu 1988)

 \bigcirc

REFERENCES

Chow, C. Y., "An Introduction to Fluid Mechanics", Wiley, New York, 1979.

Gukan, R., Guha, B. and Sundararajan, T., "Finite Element Modeling of Fluid Flow on Weld Pentration of Stationary Gas-Tungsten-Arc Weld Pool", Department of Mechanical Engineering – IIT Madras. Chemmai-600 036, 2001, p.p. 279-285.

Kim, J. W. and Na, S. J., "A Study on The Three-Dimensional Analysis of Heat and Fluid Flow in Gas Metal Arc Welding Using Boundary-Fitted Coordinates", Journal of Engineering for Industry, Vol. 116, February 1994, p.p. 78-85.

Oreper, G. M. and Szekely, J., "A Comprehensive Representation of Transient Weld Pool Development in Spot Welding Operations", Metallurgical Transactions A, Vol. 18A, July 1987, p.p. 1325.

Petrovic, Z. and Stupper, S., "Computational Fluid Dynamics One", Mechanical Engineering Falculty, Belgrade, 1996.

Salah S. Abed-Alkreem, " Evaluation of Temperature Distribution and Fluid Flow in Fusion Welding Processes ", P.H.D Thesis, The College of Engineering, Mechanical Engineering Dept., University of Baghdad, March 2005.

Torrance, K. E., "Numerical Method in Heat Transfer", Handbook of Heat Transfer Fundamentals, McGraw-Hill, second edition, 1985.

Tsai, M. C. and Kou, S., "Electromagnetic Force Induced Convection in Weld Pools With A Free Surface", Welding Journal, Vol. 69, No. 6, June 1990, p.p. 241S-246S.

Tsao, K. C. and Wu, C. S., "Fluid Flow and Heat Transfer in GMA Weld Pools", Welding Journal, March 1988, p.p. 70S-75S.

NOMENCLATURE

Latin Symbols

Symbol	Definition	Unit
Co	Length scale factor if scale uses in $mm=10^6$	_
g	Acceleration of gravity	mm/sec ²
h	Convection heat transfer coefficient	J/mm ² . sec.°C
Н	Length of plate	mm
i	Finite difference index in the r-direction	_
Ι	Welding current	Ampere
IFL	Index of fusion limit in r-direction.	
j	Finite difference index in the z-direction	_
j(r)	Welding current distribution at the plane (z=0)	Amp/mm ²
JFL	Index of fusion limit in z-direction.	_
K _L	Thermal conductivity of liquid metal	W/mm.°C
Ks	Thermal conductivity of solid metal	W/mm.°C
L	Thickness of work piece	mm

	Number1	Volume 13 march 2007	Journal of Engineering
--	---------	----------------------	------------------------

Μ	Number of grid in z-direction	
Ν	Number of grid in r-direction	
N _r	Number of grid in r-direction of weld pool	
Nz	Number of grid in z-direction of weld pool	
$q(\mathbf{r})$	Heat flux on the plane at $z=0$	J/mm ²
Q	Heat input per unit time	W
r	Cylindrical coordinates.	mm
Т	Temperature in x-y coordinates, also temperature of weldment.	°C
Ta	Ambient temperature	°C
T_i	Initial temperature	°C
T _m	Melting temperature	°C
T _s	Solid temperature	°C
U	Velocity in radial direction (r)	mm/sec
U_b	Average back velocity in r-direction	mm/sec
$U_{b\ 0}$	Average back velocity at center line	mm/sec
U_{f}	Average front velocity in r-direction	mm/sec
U_{f0}	Average front velocity at center line	mm/sec
V	Velocity in axial direction (z)	mm/sec
V	Voltage duty	Volts
V_b	Average back velocity in z-direction	mm/sec
V_{b0}	Average back velocity at center line	mm/sec
$V_{\rm f}$	Average front velocity in z-direction	mm/sec
V_{f0}	Average front velocity at center line	mm/sec
W	Width of plate also width of workpiece.	mm
Z	Cylindrical coordinate	mm

GREEK SYMBOLS

Symbol	Definition	Unit
$\alpha_{\rm L}$	Thermal diffusivity of molten metal	mm ² /sec
α_{s}	Thermal diffusivity of solid metal	mm ² /sec
β	Coefficient of thermal expansion (exposivity)	1/k
ΔH	Heat transferred into weld pool by molten filler droplets	w/mm ⁻³
Δr	Step size in r-direction	mm
Δz	Step size in z-direction	mm
η	Heat input efficiency	
μ	Dynamic viscosity	kg/mm.sec
μ_0	Magnetic permeability of free space	H/mm
υ	Kinematic viscosity	mm ² /sec
ρ_1	Density of welding wire	Kg/mm ³
ρ_2	Density of filler droplet	Kg/mm ³
σ	Surface tension	N/mm
σ_j	Current distribution parameter	Amp/mm ²
σ_q	Heat flux distribution parameter	w/mm ²
ψ	Stream function	M ³ /sec
Ω	Successive over relaxation parameter	
Ω_{OPT}	Optimum successive over relaxation parameter	
ω	Vorticity	1/sec
f	Spray transfer frequency	HZ
FLOW COMPUTATION THROUGH THE PASSAGE BOUNDED BY THE DISH AND SUPPORTS OF THE AWACS

Assist. Prof. Dr. Ihsan Y. Hussien Mech. Engr. Dept. College of Engr. University of Baghdad Baghdad-Iraq Shwan F. Mahmood Mech. Engr. Dept. College of Engr. University of Baghdad Baghdad-Iraq

ABSTRACT

((1.))

A numerical method has been introduced to predict the flow through a complex geometry bounded by the fuselage, airfoil supports and rotating dish of the AWACS. The finite volume computational approach is used to carry out all computations with staggered grid arrangement. The $(k-\varepsilon)$ turbulence model is utilized to describe the turbulent flow. The solution algorithm is based on the technique of automatic numerical grid generation of curvilinear coordinate system having coordinate lines coincident with the boundary counters regardless of its shape. A general coordinate transformation is used to represent complex geometries accurately and the grid is generated using a system of elliptic partial differential equations technique. The extension of the SIMPLE algorithm for compressible flow is used to obtain the required solution.. The results obtained in the present work show that the moving boundary (the rotating dish) has small effects on the free stream and the effects vanish after short distance away from the lower surface of the rotating dish along the span distance. The results of the proposed numerical method show good agreement with available results obtained in literatures.

الخلاصة

تم تقديم طريقة عددية لحساب الجريان خلال المنطقة المعقدة المحاطة بجسم الطائرة، الدعامتين والصحن الدوار لطائرة الانذار المبكر (الاواكس). تم استخدام طريقة الحجوم المحددة لإجراء جميع الحسابات مع العقد الزاحفة. تم استخدام موديل (٤-٤) لوصف الجريان المضطرب. اعتمدت خوارزمية الحل على اساس تقنية توليد العقد الذاتية لنظام الاحداثيات المقوس الذي تكون فيه الاحداثيات متطابقة مع حدود الجسم دون الاعتماد على شكله. تم استخدم نظام عام التحويل الاحداثيات المقوس الذي تكون فيه الحداثيات متطابقة مع حدود الجسم دون الاعتماد على شكله. تم استخدم نظام عام التحويل الاحداثيات المقوس الذي تكون فيه الاحداثيات متطابقة مع حدود الجسم دون الاعتماد على شكله. تم استخدم نظام عام التحويل الاحداثيات المثيل الشكل المعقد بصورة دقيقة وتم تكوين العقد في الشبكة باستخدام تقنية نظام المعادلات التفاضلية الجزئية. طور نظام الخورازمية المعروفة (SIMPLE) للجريان الانضغاطي واستخدم للحصول على المعادلات التفاضلية الجزئية. المستحصلة ان الصحن الدوار له تأثير قليل على الارضغاطي واستخدم للحصول على المعادلات التفاضلية الجزئية. طور نظام الخورازمية المعروفة (SIMPLE) المعادين العزمان المعادلات التفاضلية الجزئية. طور نظام الخورازمية المعروفة (Simple) الاحريان الانضغاطي واستخدم للحصول على الحل المطلوب. أظهرت النتائج المستحصلة ان الصحن الدوار له تأثير قليل على جريان الهواء وأن ذلك التأثير يتلاشي بعد مسافة قصيرة اسفل الصحن باتجاه جسم الطائرة. بينت نتائج الطريقة الحسابية المقترحة توافقا جيداً مع التائير يتلاشي بعد مسافة قصيرة اسفل الصحن باتجاه جسم الطائرة. وأن ذلك التأثير يتلاشي بعد مسافة قصيرة اسفل الصحن باتجاه جسم الطائرة. وأن ذلك التأثير المراحوث السابقة.

I.Y.	Hussien
S.F.	Mahmood

KEY WORDS

AWACS Aerodynamic, Turbulent, Flow, Rotating Dish, Airfoil Dish Supports, Fuselage

INTRODUCTION

Most fluid flow problems in engineering practice have complex boundaries and are subjected to strong variations in the region near solid walls due to the viscous effects. There is an increasing need for powerful methods to calculate the flow processes in such region.

Flow in the region bounded by the rotating dish and its supports and the fuselage of the AWACS, **Fig.** (1), is extremely complex and is dominated by three dimensional viscous effects that contains viscous, compressible, vortex at the junction of the leading edge and the end walls effects. Therefore it is necessary to investigate the nature of the complex flow running through such a complex passage and get a good understanding of such flow details. Although such information can be obtained by performing experimental measurements, but such obtained results could be very limited, and the range of the running conditions will be relatively narrow. In addition to the fact that the running cost is usually very high. However, the developments in computer technology and advancement achieved in numerical methods have made the computational fluid dynamics (CFD) a very attracting alternative.

Following the recent advances in CFD, the great challenge has been the valuable effort devoted to solve the time averaged dependant Navier-Stokes equations. With further development of computer technology, it has become possible to solve the time dependant Navier-Stokes equations directly with the aid of direct numerical solution (DNS) or large eddy simulation (LES), Wang & Komori (1998), however due to the limitation in both computer storage and memory, at least for present days, both (DNS) and (LES) are practical in solving relatively low Reynolds number flows, otherwise parallel computation methods are required. Nevertheless, the other most popular alternative has always been to solve the time/mass averaged Navier-Stokes (TMANS) equations instead, **Wang & Komori (1998)**. The finite volume discrimination, **Patankar (1980**), (based on SIMPLE like algorithm) has been one of the most frequently used methods to solve those (TMANS) equations.

However, important numerical oscillations in pressure field may result due to the introduction of the pressure variation in the continuity equation. In order to avoid such oscillations, the implementation of the extended pressure based method has been carried out in two different ways depending on grid arrangement. For example, **Rieh & Chow (1983)**, **Al-Abbassy (2003)**, adopted non-staggered grid (collocated grid arrangement). On the other hand, **Al-Deroubi (2001)**, **Atta (2000)**, **Karki (1989)**, **Patankar (2000)**, **Gogazeh (2002)** adopted staggered grid arrangement, in this adoption, all primitive variables with exception of velocities are stored at center of control volume while velocity components are stored at the faces of scalar control volume. In both staggered and non staggered implementations, some researchers used grid oriented velocity components (covariant velocity components), while others used Cartesian velocity components as the main dependant variables in the momentum equations. Such a selection depends on the type of the particular problem, and on the way of implementing the proposed solution.

The physical domain related to the present work is the zone bounded by solid boundaries (passage between the elliptical dish, its supports and the fuselage) of the AWACS and the free stream surface as shown in **Fig. (1)**, where it can be seen that this domain consists of four main parts, these are:

- 1- The frontal zone deliberated in the direction of inlet flow field.
- 2- The actual space between solid boundaries, where the flow can impact the surface of the rotating dish, airfoil supports and fuselage and divert around them.

- 3- The rear zone that is far away from the previous zones, where disturbances are decayed and vanished with free stream.
- 4- The outside zone that represents the free stream envelop surface.

The physical domain considered in the present work is the complex region bounded by the rotating elliptical dish, the supports and the fuselage, which can be summarized by part (2) described above.

As a contribution to the numerical methods of predicting three dimensional flow, the present work is aimed to develop a mathematical model to investigate the flow field passing through the complex region bounded by the fuselage of the airplane, the dish and the two supports of the dish, derive the governing partial differential equation in terms of suitable coordinate system and solve the derived mathematical model by using FDM. A computer code is to be developed and validated to simulate the three dimensional turbulent flow inside the complex zone shown in **Fig. (1)**, (flow bounded by the fuselage and lower dish surface, from one side, and the supports from the other side).

GEOMETRY AND COORDINATE SYSTEMS

The geometry under consideration is shown in **Fig. (2)** consists of interaction of three parts, the first part is two airfoil supports with tapered angle of (87°) and span distance from fuselage center to dish center of (232 cm). The transverse distance between the two airfoil supports, where they meet the fuselage surface is (83 cm), while it decreases linearly to be (62 cm) at the location where the two supports meet the dish surface. The chord length of the supports is (52.5 cm). The second part is the fuselage, represented by cylindrical surface with a radius of (74 cm) and a length of (1136 cm) from the nose of the airplane to the leading edge of the supports. Finally, the third part is an ellipsoidal rotating dish with a major axis of (222.5 cm) and a minor axis distance of (97 cm). The reference frame of coordinate system is the origin point (0,0,0) located at mid span distance along the center line of the dish. Difficulties associated with the use of Cartesian coordinate systems motivate the introduction of a transformation from physical space (x, y, z) to a generalized curvilinear coordinate space (ξ , η , ζ). The generalized coordinate domain is constructed so that computational boundary in physical space co-insides with coordinate lines in a generalized coordinate space.

GOVERNING PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

The governing equations for the mean velocity and pressure are the mass and momentum equations, these are analyzed utilizing the time/mass averaged Navier-Stokes equations. A calorifically perfect gas is assumed when deriving the energy equation. Finally, a two-equation turbulence model $(k-\varepsilon)$ is used for the closure of the system of the momentum equations. In the present work, the working fluid is air and the flow characteristics are assumed to be as follows,

- Steady state flow.
- Fully turbulent flow.
- Compressible effects are significant.
- Newtonian fluid.
- Isentropic with constant specific heat (i.e. perfect gas).

The three dimensional instantaneous governing equations of mass, momentum and energy equation for steady compressible flow can be rewritten in tensor conservation form expressed in Cartesian coordinate system as follows:

• Mass conservative (continuity) equation

$$\frac{\partial}{\partial x_i} \left(\overline{\rho} \widetilde{u}_i \right) = 0 \tag{1}$$

• Momentum conservative equations

$$\frac{\partial}{\partial x_{j}} \left(\overline{\rho} \widetilde{u}_{j} \widetilde{u}_{i} \right) = -\frac{\partial P}{\partial x_{i}} + \frac{\partial}{\partial x_{j}} \left(\overline{\tau_{ij}} + \overline{T_{ij}} \right) - 2\overline{\rho} \left(\omega \times U \right)_{i} - \overline{\rho} \left[\omega \times (\omega \times U) \right]_{i}$$
(2)

• Energy equation

$$\frac{\partial}{\partial x_{j}} \left[\overline{\rho} \widetilde{u}_{j} \widetilde{H} \right] = \frac{\partial}{\partial x_{j}} \left[\widetilde{u}_{i} \left(\overline{\tau_{ij}} + \overline{T_{ij}} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x_{j}} \left(-\overline{q}_{Lj} - q_{Tj} + \overline{\tau_{ij}} u_{i}^{"} - \overline{\rho} u_{i}^{"} \frac{1}{2} u_{i}^{"} u_{i}^{"} \right)$$
where $\widetilde{H} = C_{P} \widetilde{T} + \frac{1}{2} \left(u_{i} u_{i} \right) + \widetilde{K}$
(3)

 $(\overline{T_{ij}})$ is the mass averaged viscous stress tensor represented as,

$$T_{ij} = \left[\mu_e \left(\frac{\partial \tilde{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \tilde{u}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \left(\frac{\partial \tilde{u}_k}{\partial x_k} \delta_{ij} \right) \right] - \frac{2}{3} \delta_{ij} \overline{\rho} \tilde{k}$$
(4)

Here, (q_{Tj}) is the turbulent heat flux vector, usually estimated using simple gradient type-model (Wang and Komori, 1998). That is assuming it is proportional to the mean temperature gradient type.

$$q_{T_j} = \overline{\rho u'' h''} = -\frac{\mu_T C_P \partial \overline{T}}{\operatorname{Pr}_T \partial x_j}$$
(5)

where, (\tilde{k}) is the mass averaged turbulent kinetic energy, defined as;

$$\tilde{k} = \frac{\rho \frac{1}{2} u_i'' u_i''}{\overline{\rho}} \tag{6}$$

The turbulent eddy viscosity (μ_T) is expressed to the $(k-\varepsilon)$ turbulence model as,

$$\mu_T = \frac{C_\mu \overline{\rho} \widetilde{k}^2}{\widetilde{\varepsilon}}$$
(7)

where (\mathcal{E}) is the mass-averaged dissipation rate of turbulence kinetic energy, defined as,

(8)

$$\widetilde{\varepsilon} = \frac{\overline{\nu \rho \left(\frac{\partial u_i''}{\partial x_j}\right) \left(\frac{\partial u_i''}{\partial x_j}\right)}}{\overline{\rho}}$$

• Equation of state $\overline{P} = \overline{\rho}R\widetilde{T}$

$$\bar{\rho}R\tilde{T}$$
 (9)

• Transport equation of turbulence

The standard form of $(\kappa - \varepsilon)$ model can be formulated as follows (Launder and Spalding, 1972),

$$\frac{\partial}{\partial x_{j}} \left(\overline{\rho} \widetilde{u}_{j} \widetilde{k} \right) = \frac{\partial}{\partial x_{j}} \left[\left(\mu + \frac{\mu_{T}}{\sigma_{k}} \right) \frac{\partial \widetilde{k}}{\partial x_{j}} \right] + G_{k} - \overline{\rho} \widetilde{\varepsilon}$$
(10)

$$\frac{\partial}{\partial x_{j}} \left(\overline{\rho} \widetilde{u}_{j} \widetilde{\varepsilon} \right) = \frac{\partial}{\partial x_{j}} \left[\left(\mu + \frac{\mu_{T}}{\sigma_{\varepsilon}} \right) \frac{\partial \widetilde{\varepsilon}}{\partial x_{j}} \right] + \frac{\widetilde{\varepsilon}}{\widetilde{k}} \left(C_{\varepsilon_{1}} G_{k} - C_{\varepsilon_{2}} \overline{\rho} \widetilde{\varepsilon} \right)$$
(11)

where $G_k = \tau_{ij} \frac{\partial \tilde{u}}{\partial x_j}$ is the turbulence production term, which is modeled through the following

formula (Wang and Komori, 1998),

$$G_{k} = \mu_{T} \left(\frac{\partial \tilde{u}_{i}}{\partial x_{k}} + \frac{\partial \tilde{u}_{k}}{\partial x_{i}} \right) \frac{\partial \tilde{u}_{i}}{\partial x_{k}} - \frac{2}{3} \frac{\partial \tilde{u}_{j}}{\partial x_{j}} \left(\mu_{T} \frac{\partial \tilde{u}_{\lambda}}{\partial x_{\lambda}} + \rho \tilde{k} \right)$$
(12)

In the above equations (C_{μ} , $C_{\epsilon 1}$, $C_{\epsilon 2}$, σ_k and σ_{ϵ}) are constants at high Reynolds number and their values are (C_{μ} = 0..09, $C_{\epsilon 1}$ = 1.47, $C_{\epsilon 2}$ = 1.92, σ_k = 1.0 and σ_{ϵ} =1.3) (Launder and Spalding, 1973).

BOUNDARY CONDITIONS

I. Inlet Boundary:

At inlet, the velocity components (u, v and w), the static pressure, the turbulent kinetic energy (k) and its dissipation rate (ε) are specified. The values of (k and ε) are approximated based on assumed turbulence intensity (Ti) typically between (1 % and 6 %) and length scale approximation. Approximate values of (k and ε) for internal flows can be obtained by means of the following simple assumed forms, **Verstage & Malalasekera (1995)**;

$$k_{in} = \frac{3}{2} (u_i T_i)^2 \tag{13}$$

$$\varepsilon_{in} = C_{\mu}^{3/4} \frac{k^{3/2}}{l}, \ l = 0.07L$$
 (14)

where; u_i: inlet velocity

T_i: turbulence intensity. L: equivalent length

 C_{μ} : universal constant, 0.09

1: length scale of turbulence.

Moult, 1977, assumed that $(k \text{ and } \varepsilon)$ are specified with (k) taken arbitrary as (3%) of the incoming specific kinetic energy and (ε) evaluated with assumed length scale (1) equals (3%) of the domain dimension. It should be noted that the exact proper distribution of flow field can not be specified exactly at inlet because of the irregular shape of inlet boundary, region bounded by lower surface of dish, upper surface of fuselage and leading edge of supports, therefore, it could be determined theoretically by satisfying mass conservation equation.

Let $(\boldsymbol{u}_{\infty})$ represents free stream velocity, then

$$m_{in} = \rho_{\infty} u_{\infty} A_{in} \tag{15}$$

To obtain the distribution of inlet boundary condition, it will be assumed that velocity profile of (90 %) of span distance can be obtained by applying the turbulent boundary layer velocity profile,

$$u = u_{\infty} \left(\frac{y}{\delta}\right)^{1/7}$$
(16a)

$$\delta = \frac{0.37x}{\text{Re}^{1/5}} \tag{16b}$$

where (δ) is the boundary layer thickness.

This assumption is quite considerable as the disturbance induced from dish is no longer high as it's compared with free stream velocity, i.e., the angular velocity of dish is so small relative to the free stream velocity. Also, in order to obtain the velocity distribution on the remaining (10 %) of span distance, it will be ensured that the overall continuity equation satisfies the total mass flux on the domain, in other word,

$$m_{in} = m_{out} \tag{17}$$

$$\left(\rho_{\infty}u_{\infty}A_{in}\right) = \sum_{C.V._{in}} \left(\rho_{i}u^{i}A^{i}\right)$$
⁽¹⁸⁾

where, u^{i} = inlet velocity at node (i).

 A^{i} = area at node (i).

II. Outlet Boundary

Usually the velocity is known only where the fluid enters the physical domain. At outlet the velocity distribution is decided by what happens within the domain **Moult, 1977, Verstage, 1995.** The gradients normal to the outlet surface are assumed to be zero.

III. Wall Boundary

Wall functions are special formula for evaluating effective exchange coefficient at the wall (Γ_{wall}), Verstage & Malalasetera (1995), have summarized the expressions for wall function for different dependent variables based on a dimensionless quantities;

Number1

()

$$y^{+} = \frac{\rho \kappa^{1/2} C_D^{1/4} \delta}{\mu_l}$$
(19)

$$u^{+} = \frac{1}{\kappa} L_n \left(\mathbf{E} \cdot \mathbf{y}^+ \right) \tag{20}$$

Where (δ) is the distance to the wall from the nearby grid node. The constants (κ and E) come from the law of the wall. Usually (K = 0.4107) and (E = 9.793) for smooth wall, Moult, 1977. In a region very close to the wall, kinetic energy of turbulence is set equal to zero. The value of (ϵ) is fixed at the near wall point with;

$$\varepsilon = \frac{C_{\mu}^{3/4} \cdot k^{3/2}}{\kappa \cdot \delta} \tag{21}$$

IV. Moving Boundary

For viscous flow, velocity components normal to the moving boundary (rotating dish) are set to zero while velocity components parallel to the moving boundary are specified.

EQUATIONS IN GENERAL CURVILINEAR COORDINATE SYSTEM

The flow equations in general Cartesian form (x, y, z) are set then transformed into a general curvilinear coordinate system (ξ, η, ζ)

• General conservative form of flow equations

Equations (26, 27, 29 and 13) are all elliptic in nature and can be conveniently presented in general conservative form (parameter).

$$(\rho u \phi)_x + (\rho v \phi)_y + (\rho w \phi)_z = (\Gamma \phi_x)_x + (\Gamma \phi_y)_y + (\Gamma \phi_z)_z + S_{x,y,z}$$
(22)

The argument (ϕ) identifies the dependent variable, (Γ) is the exchange coefficient for variable (ϕ) and (S_{x, y, z}) is the source term, which can not find a place in equation (30).

DISCRETIZATION OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

The governing equations are integrated over each discrete control volume in the computational domain (ξ , η , ζ). A typical control volume with its surrounding neighbor nodes is shown in **Fig. (3)**. The grid arrangement on the physical plane (x-y) and computational plane (ξ - η) are plotted in the corresponding computational plane (ξ - η), which are similar to those shown in **Fig. (3)**.

Let's define a new working variable named $[(I\phi)^j]$ such that superscript (j) can be any of the computational directions (j = ξ , η , ζ). This is called the total flux in the (jth) direction. It can be shown that;

$$\frac{\partial}{\partial\xi}(I\phi)^{\xi} + \frac{\partial}{\partial\eta}(I\phi)^{\eta} + \frac{\partial}{\partial\zeta}(I\phi)^{\zeta} = SS_{\xi,\eta,\zeta}$$
(23)

By integrating equation (23) over the typical control volume node (P) as shown in **Fig. (3b)**, the following result is obtained as follows,

$$\int_{b}^{t} \int_{s}^{n} \int_{w}^{e} \left[\frac{\partial}{\partial \xi} (I\phi)^{\xi} + \frac{\partial}{\partial \eta} (I\phi)^{\eta} + \frac{\partial}{\partial \zeta} (I\phi)^{\zeta} \right] d\xi d\eta d\zeta = \int_{b}^{t} \int_{s}^{n} \int_{w}^{e} SS_{\xi,\eta,\zeta} d\xi d\eta d\zeta$$
(24)

For convenience, the above notation can be further simplified as follows,

$$I_e = (I\phi)^{\xi} \Big|_e \Delta \eta \Delta \zeta$$
⁽²⁵⁾

Using equation (25) and equation (24), it can shown that,

$$I_e - I_w + I_n - I_s + I_t - I_b = SS_{\xi,\eta,\zeta} \Delta V$$
⁽²⁶⁾

The mass flux at face (e) can be defined as follows,

$$F_e = (\rho G 1)_e \Delta \eta \Delta \zeta \tag{27}$$

Therefore,

$$I_e = F_e \phi_E - \left(\Gamma_1 \phi_{\xi}\right)_e \Delta \eta \Delta \zeta \tag{28}$$

At this point, it would be useful to define a quantity (D_e) , it is the diffusion term coefficient at face (e). Hence, this coefficient can be expressed as,

$$D_e = \left(\frac{Ja_1 \Gamma \Delta \eta \Delta \zeta}{\Delta \xi}\right) \tag{29}$$

Finally, it can be shown that,

$$I_e = F_e \phi_E - D_e (\phi_E - \phi_P) \tag{30}$$

Equation (30) contains the quantity (ϕ_e), which needs to be expressed in terms of neighbor nodal values. This is usually achieved by using an appropriate interpolation scheme. This scheme must be, unconditionally, transportive, conservative and bounded so that the resulting numerical solution is stable and finally converged. Many schemes satisfy the first two criterions, but only the upwinding scheme satisfies all three criterions unconditionally. The implementation of the upwinding scheme is carried out as follows, Number1

((. .))

Journal of Engineering

$$F_{e}\phi_{e} = \phi_{P}[[F_{e}, 0]] - \phi_{e}[[-F_{e}, 0]]$$
(31)

Hence, the following expression can be obtained,

$$I_e - F_e \phi_P = A_E (\phi_P - \phi_E) \tag{32}$$

Now, recalling the transformed mass conservation equation, which is,

$$(\rho G1)_{\xi} + (\rho G2)_{\eta} + (\rho G3)_{\zeta} = 0$$
(33)

The general discretized form of the conservative general transport equation for property (ϕ) can be written as follows,

$$A_p \phi_P = \sum_{anb} A_{nb} \phi_{nb} + \overline{S} \Delta V \tag{34}$$

Then, by introducing an under relaxation factor (α), the final form of the discretized conservative general transport equation is obtained as follows,

$$\alpha A_p \phi_p = \sum_{anb} A_{nb} \phi_{nb} + \overline{S} \Delta V + (1 - \alpha) A_p \phi_p^*$$
(35)

where $(0 < \alpha < 1)$ and (ϕ_p^*) is the value obtained from previous stage calculation.

CORRECTION OF FLOW FIELD

The momentum equations can be solved only when the pressure field is given or somehow established (**Patankar, 1980**) unless the correct pressure field is employed, the resulting velocity field will not satisfy continuity equation. Our aim in this section is to find a way to improve the guessed pressure such that the resulting velocity field will progressively get closer to satisfy the continuity equation.

VELOCITY CORRECTION

The correction of velocity components are done in two stages,

a) correction of covariant velocity:

Following the SIMPLE algorithm (Patankar, 1980), the correction can be done as shown below:

The velocity field obtained from the guessed pressure field will be denoted by (u_{ξ}^*) , (u_{η}^*) and (u_{ζ}^*) , this "stared" velocity field will result from the solution of the following discretized equations,

$$A_{p}u_{\xi p}^{*} = \sum A_{nb}u_{\xi nb}^{*} - P_{\xi}^{*}C_{\xi} + Su_{\xi}\Delta V \; ; \; C_{\xi} = J\Delta V \, / \, h_{1} \; ; \; h_{1} = x_{\xi}^{2} + y_{\xi}^{2} + z_{\xi}^{2} \tag{36}$$

The corresponding covariant velocity correction (u'_{ξ}) , (u'_{η}) and (u'_{ζ}) can be introduced in similar manner,

$$u_{\xi} = u_{\xi}^{*} + u_{\xi}^{\prime} \tag{37}$$

With reference to the general discritized transport equation (4.31), the descritized momentum equations can be written as follows,

$$A_{p}u_{\xi p} = \sum A_{nb}u_{\xi_{n}b} - P_{\xi}C_{\xi} + Su_{\xi}\Delta V$$

$$A_{p}u_{\eta p} = \sum A_{nb}u_{\eta_{n}b} - P_{\eta}C_{\eta} + Su_{\eta}\Delta V$$

$$A_{p}u_{\zeta p} = \sum A_{nb}u_{\zeta_{n}b} - P_{\zeta}C_{\zeta} + Su_{\zeta}\Delta V$$
(38)

The final discretized covariant velocity correction equation becomes,

$$u_{\xi P}^{\prime} = -P_{\xi}^{\prime} C_{\xi} / A_{P} = P_{\xi}^{\prime} d\xi$$
(39a)

$$u_{\eta P}^{\prime} = -P_{\eta}^{\prime}C_{\eta} / A_{P} = P_{\eta}^{\prime}d\eta$$
(39b)

$$u_{\zeta P}' = -P_{\zeta}' C_{\zeta} / A_P = P_{\zeta}' d\zeta$$
(39c)

b) Correction of contra-variant velocity

In order to obtain the flow rates that would ensure the conservation of mass, it is preferable to correct the flow rates themselves rather than obtain them from the corrected velocity and density fields (Karki and Patankar, 1989). The major goal is to correct the contra-variant velocity components that are used to calculate the mass flux. The contra-variant velocity components obtained from the guessed pressure field will be denoted by $(G1^*, G2^* and G3^*)$.

Similarly, the contra-variant velocity correction (G1', G2' and G3') can be expressed as,

$$G1 = G1^* + G1'$$
 (40a)
 $G2 = G2^* + G2'$ (40b)

$$G3 = G3^* + G3'$$
(40c)

By introducing new metrics coefficients (aa, bb, cc, dd, ee, ff, gg, hh and ii) the correction of covariant velocity components becomes,

$$G1' = J\left[P'_{\xi}d\xi aa + P'_{\eta}d\eta bb + P'_{\zeta}d\zeta cc\right]$$
(41a)

where,

$$aa = \left(\xi_x^2 + \xi_y^2 + \xi_z^2\right)Jh_1$$

$$bb = \left(\eta_x\xi_x + \eta_y\xi_y + \eta_z\xi_z\right)Jh_2$$

$$cc = \left(\zeta_x\xi_x + \zeta_y\xi_y + \zeta_z\xi_z\right)Jh_3$$

Similarly for G2' and G3',

$$G2' = J \left[P_{\xi}' d\xi dd + P_{\eta}' d\eta ee + P_{\zeta}' d\zeta ff \right]$$

$$dd = \left(\eta_x \xi_x + \eta_y \xi_y + \eta_z \xi_z \right) Jh_1$$

$$ee = \left(\xi_x^2 + \xi_y^2 + \xi_z^2 \right) Jh_2$$

$$ff = \left(\zeta_x \eta_x + \zeta_y \eta_y + \zeta_z \eta_z \right) Jh_3$$

$$G3' = J \left[P_{\xi}' d\xi gg + P_{\eta}' d\eta hh + P_{\zeta}' d\zeta ii \right]$$
(42b)
$$(42b)$$

$$(42b)$$

$$(42c)$$

 $gg = (\xi_x \zeta_x + \xi_y \zeta_y + \xi_z \zeta_z) Jh_1$ $hh = (\zeta_x \eta_x + \zeta_y \eta_y + \zeta_z \eta_z) Jh_2$ $ii = (\zeta_x^2 + \zeta_y^2 + \zeta_z^2) Jh_3$

DENSITY CORRECTION

For compressible flow, the density change becomes significant and it has to be taken into account in the derivation of the mass correction. The corresponding effects will be introduced into the solution of the SIMPLE algorithm. The correction of density is calculated from the following equations (Karki and Patankar, 1989),

$$\rho = \rho^* + \rho' \tag{44}$$

$$\rho' = KP' \tag{45}$$

where (ρ^*) is the density obtained from the guessed pressure field and (ρ') is the density correction.

PRESSURE CORRECTION

Solution of the Navier-Stokes equations is complicated by the lack of an independent equation for the pressure, whose gradient contributes to each of the three momentum equations. Furthermore, when the Mach number is low and the flow is incompressible, the continuity equation has no dominant variable (**Ferzigeret et. al., 1999**). Mass conservation is a kinematic constraint on the velocity field rather than a dynamic equation. One way out of this difficulty is to correct the pressure field to guarantee satisfaction of the continuity equation. Nevertheless, in the case of compressible flow, the continuity equation may be used to determine the density, while the pressure is calculated from the equation of state. However, there are practical mixed types of flows where both zones of compressible and incompressible are usually treated. The (SIMPLE-like algorithm) have been employed by many researchers, and are found to be very applicable in mixed flow problems. The final discritized pressure correction equation can be written in compact form as follows;

$$A_{P}P'_{P} = A_{E}P'_{E} + A_{W}P'_{W} + A_{N}P'_{N} + A_{S}P'_{S} + A_{T}P'_{T} + A_{B}P'_{B} + A_{NE}P'_{NE} + A_{SE}P'_{SE} + A_{NW}P'_{NW} + A_{SW}P'_{SW} + A_{NB}P'_{NB} + A_{NT}P'_{NT} + A_{SB}P'_{SB} + A_{ST}P'_{ST} + A_{BE}P'_{BE} + A_{BW}P'_{BW} + A_{TE}P'_{TE} + A_{TW}P'_{TW} + m$$
(46)

ALGORITHM SEQUENCE

The algorithm sequence used in the present work can be summarized as follows,

- 1. Generating computational grid that is suitable for the discretized solution of the three dimensional Navier-Stokes equations.
- 2. Giving (guessing) the initial values of all variables, while density is calculated from present pressure and temperature fields utilizing the equation of state.
- 3. The proper boundary conditions are specified for all dependent variables.
- 4. Solve the discritized momentum equations to obtain the field of covariant velocity components.
- 5. The pressure correction equation is solved to obtain pressure correction field.

I.Y. Hussien	FLOW COMPUTATION THROUGH THE PASSAGE BOUNDED
S.F. Mahmood	BY THE DISH AND SUPPORTS OF THE AWACS

- 6. Use the obtained pressure corrections to correct the present velocity and pressure fields and correct mass fluxes at the control volume faces. The density fields are corrected using density correction equation.
- 7. Solve the other dependent scalar variables (i.e. temperature, κ and ϵ).
- 8. The whole procedure is repeated from step three until a convergent solution is obtained.

GRID GENERATION

The generation of computational grid that is suitable for the discretized solution of the three dimensional Navier-Stokes equations has always been the subject of intensive researches. This kind of problem covers a wide range of engineering application. This makes it impractical to find a single general gird generation technique that fits the whole range of problems. Therefore, it is rather preferred to employ a suitable technique that is best adapted to the considered type of engineering application. It is of great importance to implement the surrounding boundaries of arbitrary curvature into PDE and

to become apart of the solution itself. The proper choice of the used technique to transform connected region, for example the region surrounding an isolated airfoil, or multiple connected regions, for example the same airfoil with flaps and/or slots is important. The simple connected region can be subdivided into many simple connected sub-regions to form a multiple connected region. These artificial boundaries between sub-regions are used to smooth and cluster interior grids as desired or even allow to employ grids having different topological structure in different sub-regions.

ELLIPTICAL SURFACE GRID GENERATION

The grid is generated by solving an elliptic system of the form, **Thompson**, **J. F.**, **et. Al.** 1974. In analogy with the method of **Thompson**, **Thames and Mestin** (1976), adopted an equation to obtain the surface grid generation system,

$$g_{\beta\beta} \stackrel{\rightarrow}{r} \xi^{\alpha} \xi^{\alpha} + g_{\alpha\alpha} \stackrel{\rightarrow}{r} \xi^{\beta} \xi^{\beta} - 2g_{\alpha\beta} \stackrel{\rightarrow}{r} \xi^{\alpha} \xi^{\beta} + G_{\nu} \left(P \stackrel{\rightarrow}{r} \xi^{\alpha} + Q \stackrel{\rightarrow}{r} \xi^{\beta} \right) = \stackrel{\rightarrow}{n^{\nu}} R^{\nu}$$

$$\tag{47}$$

where P and Q are controlling parameters, α , β and ν are cyclic. We can expand equation (47) to get,

$$g_{22}x_{\xi\xi} + g_{11}x_{\eta\eta} - 2g_{12}x_{\xi\eta} + G_{\zeta}(Px_{\xi} + Qx_{\eta}) = n^{\zeta}R^{\zeta}$$
(48a)

$$g_{22}y_{\xi\xi} + g_{11}y_{\eta\eta} - 2g_{12}y_{\xi\eta} + G_{\zeta}(Py_{\xi} + Qy_{\eta}) = n^{\zeta}R^{\zeta}$$
(48b)

THREE DIMENSIONAL GRID GENERATION

Following the method of Mastin and Thompson (1974), an elliptic system that can be used to map a three dimensional bounded region out the unit cube in a transformed computational space (ξ, η, ζ) is introduced. The corresponding three dimensional elliptic system can be written as;

$$\alpha_1(r_{\xi\xi} + \phi r_{\xi}) + \alpha_2(r_{\eta\eta} + \psi r_{\eta}) + \alpha_3(r_{\zeta\zeta} + \omega r_{\zeta}) + 2(\beta_1 r_{\xi\eta} + \beta_2 r_{\eta\zeta} + \beta_3 r_{\xi\zeta}) = 0$$

$$\tag{49}$$

- Face ζ = constant

To obtain the controlling parameter (ϕ and ψ) on the face ζ = constant, two constraints are imposed;

Number1 Volume 13 march 2007 Journal of Engineering

(1) The slope of the transverse grid lines on (ζ) surface is introduced;

$$r_{\zeta}.r_{\xi} = \lambda_1$$

$$r_{\zeta}.r_{\eta} = \lambda_2$$
(49)

(2) The boundary values come from (ξ, η) surface grid is introduced;

$$r_{\xi}.r_{\eta} = \lambda_3 \tag{50}$$

Upon taking the scalar product with $(r_{\xi} \text{ and } r_{\eta})$, one obtained pair of linear equations that can be solved easily to obtain unique expressions for evaluating (ϕ and ψ) in terms of the given boundary values at ($\zeta = 1$, $\zeta = N$).

$$\alpha_{1}\left(r_{\xi\xi},r_{\xi}+\phi|r_{\xi}|^{2}\right)+\alpha_{2}\left(r_{\eta\eta},r_{\xi}+\psi r_{\eta},r_{\xi}\right)+\alpha_{3}\left(r_{\zeta\zeta},r_{\xi}+\omega r_{\zeta},r_{\xi}\right)+2\left(\lambda_{1}r_{\xi\eta},r_{\xi}+\lambda_{2}r_{\eta\zeta},r_{\xi}+\lambda_{3}r_{\zeta\xi},r_{\xi}\right)=0$$
(51a)

$$\alpha_{1}(r_{\xi\xi}.r_{\eta} + \phi r_{\xi}.r_{\eta}) + \alpha_{2}(r_{\eta\eta}.r_{\eta} + \psi |r_{\eta}|^{2}) + \alpha_{3}(r_{\zeta\zeta}.r_{\eta} + \omega r_{\zeta}.r_{\eta}) + 2(\lambda_{1}r_{\xi\eta}.r_{\eta} + \lambda_{2}r_{\eta\zeta}.r_{\eta} + \lambda_{3}r_{\zeta\xi}.r_{\eta}) = 0$$
(51b)

RESULTS

To obtain good predictions for such complex flow field, turbulent models have been introduced. The computations were done for the following conditions;

- 1. The working fluid is air with constant gas constant (R) and specific pressure (C_P).
- 2. The velocity and pressure are specified at the inlet of computational domain.
- 3. The pressure is specified at the exist, while the velocity field is extrapolated at the exist plane.
- 4. The no slip boundary condition on the solid wall surfaces was imposed.

The main geometry and flow parameters are listed below;

Inlet velocity = 360 Km/hr

Angular velocity of the dish = 3 rpm

Span distance between center of fuselage and center of dish = 232 cm

Chord length of airfoil support = 52.5 cm

Tapered angle of airfoil = 87°

Distance between airfoil supports measured on fuselage side = 83 cm

Distance between airfoil supports measured on dish side = 62 cm

The velocity vectors and velocity field in passage for (a) 50 %, (b) 75 % (c) 90 % and (d) 95 % of span length are shown in **Fig.** (4 and 5). It can be shown from this figure that the velocity increases downstream due to the convergence of airfoil supports although it is obviously noted that the velocity field increases with span length, whereas the velocity field at 90 % span distance is greater than that at 50 % and 75 % of span distance, this attributes to the tapering shape of the airfoil supports, where the transverse span distance decreases as the distance increases from the fuselage to the dish surface in the

I.Y. Hussien	FLOW COMPUTATION THROUGH THE PASSAGE BOUNDED
S.F. Mahmood	BY THE DISH AND SUPPORTS OF THE AWACS

spanwise direction. However, the velocity field at 95 % of span length is of lower value, where effect of the rotating dish is clearly dominant at high span length.

The velocity component normal to the flow direction is shown in **Fig.** (6) for (a) 50 %, (b) 75 % (c) 90 % and (d) 95 % of span length. It can be shown from these figures that a normal velocity to the flow exists no mater how small it is. It is important to mention that the velocity component normal to the flow decreases as moved from the leading edge towards the trailing edge. This is noticed clearly near lower surface of the dish and it can be attributed to elliptical configuration of the dish, where the growth of the boundary layer begins at the leading edge of the dish and increases gradually until it passes over the center of the dish. This zone acts as convergent passage, while the region from the center of the dish towards the trailing edge acts as a divergent passage with possibility of separation at this region, therefore, a negative value of velocity component normal to the flow is located at this zone.

The velocity contours between the dish and the fuselage at the leading edge, mid-chord length and trailing edge is shown in **Fig.** (7). It can be shown that the velocity increases as moved towards the dish in the span distance due to the taper shape of the airfoil supports and then the velocity decreases at high span distance (90 % and 95 %) because of the effect of wall surface of the rotating dish.

The velocity profile at the leading edge, mid-chord length and trailing edge for 50 %, 75 % and 90 % of span distance are shown in **Fig.** (8, 9 and 10). It can be shown from these figures that the velocity increasers as distance in axial direction increases until it reaches its maximum value at the mid of the chord length, region of minimum width, then decreases again due to the divergence of airfoil support trailing edge. Also, it can be shown from these figures that the velocity decreases as moved towards the core until it reaches its minimum value at the center of the core. That is because the velocity decreases in the direction of curvature.

The coefficient of pressure (C_P) in (a) 50 %, (b) 75 % (c) 90 % and (d) 95 % of span length is shown in **Fig.** (11). It can be shown from these figures that the maximum pressure occurs at the beginning of leading edge, where the velocity is stagnant at that point, then decreases until it reaches the tailing edge, where the velocity accelerates again due to the curvature of the airfoil supports and sequentially the pressure increases up again.

The coefficient of pressure (C_P) between the lower surface of the dish and the fuselage is shown in **Fig.** (12). From these figures, it can be shown that at leading edge, pressure decreases as moved inside through the core, where the velocity increases from zero at the wall boundary towards the core, while at the mid chord distance, the pressure increases as moved towards the core, that is because the velocity decreases as moved towards the core.

CONCLUSIONS

Important conclusions can be drawn from this study. These conclusions are:

- 1- The maximum energy is transformed near the wall between the airfoil supports and the effect of angular velocity of the rotating dish is clearly noticed at 95% of span distance.
- 2- The kinetic energy and the energy dissipation between the fuselage and the rotating dish are of greater values near wall boundaries and the effect of angular velocity of the rotating dish is noticed on trailing edges.
- 3- The velocity increases downstream between airfoil supports and in span distance away from the fuselage and it is of lower values at 95% of span distance.

- 4- A normal velocity component to the flow exists no matter how small it is and it decreases as moved from the leading edge towards the trailing edge. This is clearly noticed near the lower surface of the rotating dish.
- 5- The maximum pressure occurs at the beginning of leading edge, where the velocity is stagnate at that point, then decreases until it reaches the tailing edge, where the velocity accelerates again.
- 6- At leading edge, pressure decreases as moved inside through the core, where the velocity increases from zero at the wall boundary towards the core, while at the mid chord distance, the pressure increases as moved towards the core.
- 7- The wakes and secondary flow occur at the region behind the trailing edge at 95 % span distance, where the velocity field is greater than that at mid span.
- 8- The moving boundary of the rotating dish has small effects on the axial flow and that the disturbance caused by the rotating dish doesn't propagate to the core region.
- 9- The effect of angular velocity of dish can be noticed at high span distance near the lower surface of dish.



Fig (1): Physical Domains of the Investigated Problem







Fig (3) Control Volume Arrangement for General Variable











Fig (11): Pressure Coefficient between Airfoil Supports
a) 50% of span distance b) 75% of span distance c) 90% of span distance
d) 95% of span distance e) 100% of span distance





a) Leading edge (x/c = 0)

b) Mid chord (x/c = 0.5)

c) Trialing edge (x/c = 1)

I.Y.	Hussien	
S.F.	Mahmood	

REFERENCES

Al-Abbassy, Y. T., 2003: Prediction of the three dimensional compressible turbulent fluid flow inside a gas turbine impeller. Ph. D. Thesis, Mech. Dept. University of Baghdad.

Al-Deroubi, N. N., 2001: Analysis of two dimensional flow between turbomachinery blade using body fitted coordinate system. M. Sc. Thesis, Mech. Dept. University of Baghdad.

Atta, Z. W., 2000: Quasi-three dimensional low speed viscous flow between axial compressor cascade blades. M. Sc. Thesis, Mech. Dept. University of Baghdad.

Ferziger, J. H. and Peric, M, 1999: Computational Methods for Fluid Dynamics, 2nd edition, Springer, Berlin.

Gogezh, M. M., 2000: Three dimensional turbulent flow between two axial compressor blades using body fitted coordinate system. Ph. D. Thesis, Mech. Dept. University of Baghdad.

Karki, K. C. and Patankar, S. V., 1989: Pressure based calculation procedure for viscous flows all speeds in arbitrary configurations. AIAA, J. vol. 27, 1167-1174.

Launder, B.E., and Spalding, D.B., 1973: Mathematical Models of Turbulence, Academic Press, London.

Molt, A. and Srivatsa, S. K., 1977: KORA-2 A computer code for axi-symetrical combustion chambers. Chan computer code 201, London, England.

Patankar, N. A., Singh, P., Joseph, D. D., Glowinski, R. & Pan, T.-W. 2000:

A new formulation of the distributed Lagrange multiplier/fictitious domain method for particulate flows. Int. J. Multiphase Flow **26**, 1509-1524.

Patankar, S. V., 1980: Numerical heat transfer and fluid flow. Hemisphere publishing Corporation, McGraw-Hill Book Co.

Rhie, C. M. and Chow, W. L., 1983: Numerical study of the turbulent flow past an airfoil with trailing edge separation. AIAA J., Vol. 21, no. 11, 1525-1532.

Thompson, J. F., Thames, F. C. and Mastin, C. W., 1974: Automatic numerical generation of body fitted curvilinear coordinate system for field containing any number of arbitrary two dimensional bodies. J. Comp. Phys., vol. 15, 299-319.

Thompson, J. F., Thames, F. C. and Mastin, C. W., 1976: TOMCAT-A code for numerical generation of boundary fitted curvilinear coordinate systems on fields containing any number of arbitrary two dimensional bodies. J. Comp. Phys., vol. 24, 275-302.

Versteeg, H. K. and Malalasekera, W., 1995: An introduction to computational fluid dynamics, the finite volume method. Longman Scientific and technical.

Wang, Y. and Komori, S., (a) 1998: Prediction of duct flows with a pressure base procedure. Numer. Heat Trans., vol. 33, No. 7, 723-748.

Wang, Y. and Komori, S., (a) 1998: Prediction of duct flows with a pressure base procedure. Numer. Heat Trans., vol. 33, No. 7, 723-748.

NOMENCLATURE

a1,a2,a3 b1,b2,b3	Coordinate transformation coefficient	1/m ²
aa,bb,cc,dd	Coefficient in the pressure correction equation	m ³
С	Speed of sound	m/s
C _P	Specific heat	J/kg.ºk
$C_{\mu}, C_{\varepsilon 1}, C_{\varepsilon 2}$	Constants in the k - \mathcal{E} model	
D	Diffusion term	kg/m.s
F	Convection term	kg/m.s
g _{ij}	Metric tensor element	
G_k	Production term of kinetic energy	Pa/s
G_1, G_2, G_3	Contra-variant velocity components	m/s
h	Enthalpy	J/kg
h1,h, h3	Geometric quantities	m ²
J	Jacobian of transformation	m ³
J	Determinant of Jacobian of transformation	
k	Turbulent kinetic energy	J
K	$1/c^2$	s ² /m ²
Р	Pressure	Pa
Pe	Peclet number	
$\operatorname{Pr}_l, \operatorname{Pr}_t$	laminar, turbulent Prandl number	
q_l, q_t	laminar, turbulent heat flux vector	W
Re	Reynolds number	
S	Source term	
$ au_{ii}$	Viscous stress tensor	Pascal
T	Temperature	°K
U	Mean velocity	m/s
Ti	Turbulent intensity	
и, v, w	Cartesian velocity components	m/s
$u_{\xi}, u_{\eta}, u_{\zeta}$	Covariant velocity components	m/s
<i>x,y,z</i>	Cartesian coordinate	m
<i>y</i> +	Non-dimensional distance	
α	Under relaxation factor	
θ	Turbulent velocity scale	
K	Thermal conductivity	W/m.oC
ΔV	Volume of control unit	m3
Γ	Diffusion coefficient	
E	Dissipation rate of turbulent kinetic energy	J/s
K	Von Karman constant	
μ	Laminar viscosity	Pa.s

I.Y. Hussien

S.F. Mahmood

FLOW COMPUTATION THROUGH THE PASSAGE BOUNDED BY THE DISH AND SUPPORTS OF THE AWACS

μ_{T}	Turbulent eddy viscosity	Pa.s
μ_{e}	Effective eddy viscosity	Pa.s
ξ,η,ζ	Curvilinear coordinates	
ρ	Density	kg/m3
$\sigma_{_{\scriptscriptstyle \mathcal{K}}},\sigma_{_{\scriptscriptstyle \mathcal{E}}}$	Effective Prandtl/Schmidt number	
V_t	Eddy viscosity	m2/s
${ au}_{ij}$	Reynolds stress tensor	Pa
$ au_w$	Wall shear stress	Pa
ϕ	Dependent variable	

الاغتراب فى البيئة العمرانية

روني سامي أبونا

مدرس مساعد

 د. إنعام أمين البزاز أستاذ مساعد

جامعة بغداد ـــ كلية الهندسة القسم المعماري

ملخص البحث

افلح مفهوم الاغتراب باعتباره ظاهرة العصر الحديث أن يفرض نفسه على الكثير من الحقول المعرفية كاللغة والفلسفة وعلوم الاجتماع والنفس فضلا عن حقل العمارة ، وهذا ما قادنا إلى ضرورة التطرق إلى هذا المفهوم ، أهم مضامينه وأشكاله وبالتالي تحديد المحور الخاص بالبحث وهو الاغتراب في البيئة العمرانية المعاصرة .

يتألف الاغتراب من ثلاثة أشكال رئيسية وهي الاغتراب المكاني والاجتماعي والنفسي ، حيث يعرف الأول بأنه انقطاع الصلة بين الفرد والمكان المتواجد فيه نتيجة لتفكك النسيج الحضري مؤثرا بذلك على تشكيلات البيئة العمرانية كالتعريف الرمزي للسطوح المحيطة ، بالإضافة إلى إنها خلقت عدد من المناطق المتناقضة حيث الفوضى والفضاءات الحضرية المتهرئة التي كانت السبب في ضعف التبادل الاجتماعي نتيجة لفشل هذه الفضاءات في تحقيق ادائيتها الاجتماعية . إن هذين الشكلين من أشكال الاغتراب أديا إلى تعزيز حالة الصراع والتوتر النفسي عند الفرد كردة فعل تجاه الأشكال السابقة من الاغتراب التي يعيشها في البيئة العمرانية المعاصرة .

انتخبت تلك الأشكال الثلاثة للاغتراب كمفردات رئيسية لغرض التطبيق من خـــلال الدراســة الميدانيــة والعينات البحثية التي تمثلت في مشروعين هما مجمعي حي الصحة في الدورة و 9 نيسان في الصالحية السكنيين والذين شيدا في فترة معاصرة .

توصل البحث إلى إن البيئة العمر انية المعاصرة والمحلية خاصة تعاني بالفعل من أزمة الاغتراب بأشكالها الثلاثة ، وبدرجة متفاوتة اعتمادا على عدد من العوامل الاجتماعية والاقتصادية والثقافية مع عامل الزمن ، ذلك نتيجة لعمليات التحديث والتطوير المستمرة وما يرافقها من عمليات تغيير مفاجئة وشاملة ، هـذه العمليات إنما تتضمن انفصال في العلاقات التي تربط مكوناتها الأساسية كعلاقة الإنسان بالبيئة العمرانية من جهة وعلاقته مع المجتمع من جهة أخرى .

<u>Abstract</u>

The Concept of Alienation has succeeded in being the main and most dealt phenomena and estate in the modern era, thus it was issued in different fields of knowledge such as Language, philosophy, Social and Psychological Sciences alongside the field of Architecture, and that caused the special pivot of the research and that was represented with (Alienation in the Built Environment).

The Concept of Alienation consists of three main forms (Physical/Spatial, Social and Psychological Alienation); The first can be defined as the rapture in the relationship between man and his surrounded built environment caused by the urban tissue disintegration, the latter effected on the built environment physical consistencies like the architectural symbols, beside it created some contradicted areas where chaotic and anonymat urban spaces were the main reasons for the lack of the social interaction and the spread of socially alienated people. The previous forms of alienation caused psychological disorder and conflict to men living within such fragmented built environment.

Consequently these items were chosen for the purpose of application in the main pilot study alongside with two specified projects. The first is Hay Al-Siha in Dora area and the second is 9 Nissan in Al-Salhiya area both projects are residential areas which built in contemporary period.

The main conclusion came out that the contemporary local built environment suffers from alienation crisis that appears with its three forms alternatively, depending on some secondary factors like social, economical, cultural and time factors, which is caused by innovation and renewal processes attached with rapid and sudden changes. These processes consist of discontinuity and rapture in the relationships that links its main elements like man-built environment and man-man relationship.

الجانب النظرى

<u>مفهوم الاغتراب</u>

إن تحديد مفهوم الاغتراب لغة واصطلاحا يعد من الأهمية للوقوف على دلالته ومعناه ومقارباته وتنوعاته مراعين أن مفهوم الاغتراب الذي سوف نتطرق إليه إنما هو لخدمة الدراسة والبحث العلمي المعماري .

فقد تناولت المعاجم العربية المعنى العام لكلمة الاغتراب ، فقد جاء في لسان العرب ، في مادة غرب : إن غرب يعني بعد ، والاغتراب هو النزوح عن الوطن وتعني كذلك النشاط والتمادي (لسان العرب، 1955) ، ويقال الكلام غرابة : بمعنى ما غمض عنه وما خفي فهو غريب غير مألوف (معجم الرائد، 1981) ، فالغريب هو الغامض والمجهول (رجب، 1986) ، وقد جاء في الموسوعة الفلسفية العربية إلى إن مفهوم الاغتراب هو نقص وتشويه وانزياح عن الوضع الصحيح (الموسوعة الفلسفية العربية ، 1986) ، أي همو انحراف عما يجب أن يتسم به الوضع الطبيعي للإنسان كأن يفقد ذاته أو أهله أو وطنه (خالد ، 1998) . يقابل كلمة الاغتراب في المعاجم الأجنبية مصطلح (Macmillan's modern dictionary, 1945) .

- Alien : foreign ; different in nature ; out of harmony with .
- Alienate (v.) : estrange ; loss ; turn away ; make unfriendly.

إن مصطلح Alienation يستمد معناه من الفعل اللاتيني Alienare : أي ينقل ، يبعد ويسلم ، وهو Alius ، مُخوذ بدور من الكلمة اللاتينية الأخرى Alienus بمعنى الانتماء إلى الآخر ، وهي مشتقة من Alius والتي تعنى الآخر عنه الأخر عنه منه (1986).

نجد من خلال ما سبق إن هناك مفهومين في المعاجم العربية والأجنبية يدلان على الاغتراب ، وهما : الأول : مفهوم ضمني _ يشير إلى بعد فلسفي ، فهو الانقطاع عن ألذات والتحول إلى الآخر. الذات هنا لا تنحصر في الفرد فقط بل إنها تمثل كل المفاهيم والأفكار التي تجعله يشعر بالانتماء و الاستقرار فـي مكان أو مجتمع ما كالمعايير المشتركة والأعراف والتقاليد والموروث الثقافي والحضاري بصيغته الفيزياوية (الملموسة _ anit) وغير الفيزياوية (غير الملموسة _ anit) . الثاني : مفهوم مباشر _ تشير الدلالات الرئيسية فيه إلى الانقطاع عن المجتمع والقيم التي يمتلكها ، وهو ما يطلق عليه (الاغتراب الاجتماعي) وهو بالضد من التواصل الذي يعرف بعملية التفاعل والاشـتر اك بين الأفراد ونشوء علاقات مستمرة بينهم (الحديـي، 2001) . وكذلك هنالك إشارات عديدة إلى الانقطاع عن المكان الطبيعي والمألوف للإنسان وهو ما يطلق عليه (الاغتراب المكاني) وهو بالضد من الانتماء الـذي يعرف بأنه امتلاك المكان المناسب والملائم (الحيدري ،1996) . إن الانقطاع عن المجتمع والمكان يؤدي بدوره إلى إحساس الفـرد بالعزلـة والوحـدة وغيرهـا مـن الاضطرابات النفسية كالقلق واليأس وهي حالة يطلق عليها (الاغتراب الذاتي) . أي إن الاغتراب يتضمن ثلاثة أشكال رئيسية وهي (الاغتـراب المكـاني ، الاغتـراب الاجتمـاعي ، الاغتراب الذاتي (النفسي)).

أشكال الاغتراب

الاغتراب المكاني

وهو انقطاع الصلة بين الفرد والمكان الذي يتواجد فيه ، وينشأ هذا النوع من الاغتراب في البيئة العمرانية التي تعاني من التفكك والتشتت وبعثرة أجزائها وعدم تماسكها مع عدم تلبيتها للمتطلبات الإنسانية ، هذا كله يؤدي إلى انقطاع الفرد المعنوي أولاً ثم المادي . إن الاغتراب المكاني للفرد لا يأتي صدفة بل هو نتيجة للتبدلات الدفعية التي تطرأ على البيئة العمرانية وتغير من شكلها وتقلبه إلى شكل أخر ، ونقصد بالتبدل هنا التوجه نحو الحالة الأسوأ ، وهذا يحدث عندما يكون هناك تطفل نظام أو أكثر على النظام الحضري الموجود مسببا محو النظام الأصلي واستبدله (الجبوري ،2000) ، هذه العملية Process تتضمن أربعة مراحل رئيسية تسبب في تفكك البيئة العمرانية وهي تشمل :

أو لا : الإز الة Erasure

ونعني بها إزالة النظام الأصلي من النسيج الحضري التقليدي . وفي هذه المرحلة يتم فيها خنق البيئة العمرانية التقليدية بأخرى معاصرة والانتقال المفاجيء المتناقض مع الأنسجة الحضرية التقليدية وأحاطتها بالكثير من المعاصرة والحداثة ، ثم محو أصالتها وخصائصها عن طريق تدمير أو امتصاص الحدود القديمة وتغيير البيوت القديمة بعمارات معاصرة ، ويلاحظ في هذه الحالة ظهور ما يطلق عليها ظاهرة القديمة وتغيير البيوت القديمة بعمارات معاصرة ، ويلاحظ في هذه الحالة ظهور ما يطلق عليها ظاهرة المرحلة يتم فيها خفري التعديمة وتغيير عن إرابيوت القديمة بعمارات معاصرة ، ويلاحظ في هذه الحالة ظهور ما يطلق عليها ظاهرة الإيمائية Imitation تجاه النماذج الغربية ومحاولة تقليدها بشكل تام (بلمسعود،2002). ربط Harris الإيمائية Imitation تجاه النماذج الغربية ومحاولة تقليدها بشكل تام (بلمسعود،2002).

(The ease with which we relocate ourselves and displace our buildings is witness to this displacement).

الانقطاع Discontinuity

إن الانقطاع عن النسيج الأصلي يمثل حالة من الانفصال بين ثنائية الجديد والقديم في مفصل الانتقال بين موروث النسيج التقليدي والمكونات الحضرية الجديدة والمدخلة عبر حقب زمانية متفاوتة ، وذلك أدى إلى ظهور اللاتواصل في التعبير المدرك في البيئة العمرانية وكذلك إلى تفككها (الياس،1989) .

	مجلة المندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--	--------------	-----------	-----------	---------

الإقحام Intervention

يعرف Eisenman هذه العملية بأنها البدء من العدم وبالتالي إحداث اغتراب تام عن المكان والزمان حيث البداية تكون من لا شيء . إن هذه البدايات المصطنعة أو عملية الترقيع ما هي إلا إدخال جين Gene جسم غريب في جسم أخر مستقبل لذلك الجديد . ويعتقد Sola-Morales بأن الإقحام الذي لا يأتي بشكل مترابط فيزيائيا مع ما هو موجود أصلا (Exist) يؤدي إلى حصول عدد من المتناقضات بين الجديد و القديم و التراث (Nesbitt, 1998).

مجاورة المتناقضات Conjunction of opposition

إن تجاور العديد من الثنائيات المختلفة في العمارة (القديم/الجديد) ، (التراث/المعاصرة) و (التأصيل/التغريب) كلها تخلق بيئة غريبة عن إحساس وثقافة الإنسان ، فهي من جهة تتآخى وكالوجه الأصيل مع الإحياء القديمة ومن جهة أخرى تتآخى فيها تيارات التحديث والتغريب المرفوض مع الإحياء الحديثة ، وهذا يجعل منها بيئة از دو اجية التأثير على الفرد (الملاحويش،1982) . ويطلق على هذا الأسلوب في التعامل مع البيئة العمرانية ب (أسلوب از دو اجية النفوذ الحضري) حيث يتم خلق جزء مركب من بيئة عمرانية معاصرة بالقرب من النواة التقليدية مسببة عدد من المشاكل خاصة في الحي سوف يتم ربط الجزأين مع (التقليدي و المعاصر) والمختلفين في الميول و الشكل والوظائف من جهة وخصوصيات المواقع التي تفصل بينهما من جهة أخرى (بلمسعود،2002) .

يشير عالم الاجتماع الحضري Formm إن هذه المسالة تتعلق بمفهوم صراع القيم الرئيسية المتناقضة التي تؤدي بالفرد للشعور بحالة من الإحباط في المدينة وتخلق فيه نوعا من ازدواجية الشخصية وضياعا في التوجه يكون مصحوبا بخلو المشاعر وهي جزءا من الانوميا الفعلية التي يمر بها الإنسان في المدينة الحديثة فتضيع الرغبة لديه في التواصل مع الآخرين وكذلك تتحسر قدرته على تحمل المسؤولية للسيطرة على الظروف الخارجية المحيطة به (Blair,1974) .

هذه الازدواجيات مثلت أنماط الاغتراب في البيئة العمرانية المعاصرة ضمن عدد من الثنائيات القوية التي تمثل المكونات المادية والاجتماعية والوظيفية للبيئة وهي كالأتي : (بلمسعود،2002) .

أ – الثنائيات المورفولوجية (التشكيلية) Morphological duality

تتألف الأنسجة التقليدية من بناء متجانس ، متراكم ، كثيف ومنغلق على ذاته ، أما الأشكال الحضرية الحديثة فإنها تتكون من نسيج رخو مشبك متآلف من أبنية غريبة لا تتلاءم مع البيئة المناخية والثقافية . ب ــ الثنائيات الديمو غرافية (السكانية) والاجتماعية Demographical & social duality حيث تتميز المدينة التقليدية بسكان ذوي دخل واطئ فاغلبهم من أصحاب الأعمال البسيطة الـذين لا يبرحون مناطقهم ، ويمتازون كذلك بقلة التعليم ، أما الأحياء الحديثة فان أصحابها يمتازون بزيادة الدخل بصورة عامة ويرتبطون بأعمال بعيدة عن المناطق التي يسكنون فيها ، أما بالنسبة للكثافات السكانية فان المناطق التقليدية فقد عرفت بالكثافات السكانية العالية بالنسبة إلى المناطق أو الأحياء الحديثة . ج – الثنائيات السياسية والثقافية Cultural & political duality تحرص المدينة التقليدية على الموروث الثقافي والديني من خلال استقرار وتواصل القيم الروحية والمعنوية ، على خلاف المدينة الحديثة التي تحوي على أشكال تأتي من الخارج ولا تظهر أي ارتباط مع الموروث الثقافي والحضاري . د – الثنائيات الوظيفية Functional duality تمثل الوظيفة مستوى الإنتاج والحرف وشبكات التجهيز على مستوى المنافذ والشوارع ، حيث تمثل المدينة التقليدية القل من نظيراتها الحديثة خاصة فيما يتعلق بالوظائف المدعومة بسياسات التنمية والتطور.

أدت هذه الثنائيات إلى ظهور الازدواجية في البيئة العمرانية التي ساهمت في عزل السكان عن بعضهم البعض مع سلب حياة المدينة التقليدية وحدوث التفكيك والتجزؤ والانقطاع فيها (Nesbitt,1998,p.250) ، لذلك من الضروري اتصال الجزء المضاف Additive مع الكل Existing فيظهر تعزيز المحاور الحركية والبصرية وتقوية الشرايين التقليدية للنسيج الحضري ، ويكون الجزء مكملا للكل ومحترما لكل علاقاته وعناصره ويظهر المبنى متوافقا مع الأبنية المجاورة له (العزاوي،1999) .

إن الفرد الذي يعيش حالة من الاغتراب المكاني تستولي عليه عدد من الحالات الشعورية التي تـــتلخص بالنقاط آلاتية :

- فقدان الإحساس بالأمان.
- 2. انعدام الإحساس بالهوية.
- 3. فقدان الإحساس بالمكان.
- 4. عدم وجود تصور واضح لمفهوم البيئة العمرانية أو الحضرية نتيجة لعدم وجود علاقة أليفة بين الفرد والبيئة التي يتواجد فيها .
 - 5. التوتر الاجتماعي.
 - 6. فقدان الإحساس بالانتماء المكاني.

ومن العوامل التي تؤثر أو تعزز الاغتراب المكاني عند الفرد : 1. المستوى الثقافي والتعليمي البسيط . 2. تدني في المستوى الاقتصادي .

		مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--	--	--------------	-----------	-----------	---------

- العوامل السياسية المتعلقة بعدم تطبيق الديمقر اطية والبيروقر اطية .
 - الكثافة السكانية العالية التي تسبب التوتر في العلاقات وتشعبها .
- 5. الاختلاف في تلك المستويات بين مجموعة وأخرى أو فرد وأخر ، وبالتالي فقدان ما يمكن أن يكون جامعا مشتركا بينهما كالأهداف ، الطموح ، الإمكانيات الفكرية والذهنية .

الاغتراب الاجتماعي

نالت المدينة العربية المعاصرة نصيبها من غياب الانسجام والتكامل بين الذاتية الفردية للمبنى الواحد و التشكيل العمراني للمدينة ككل ، فاختل التوازن بين المسؤولية الفردية والحرية الايجابية والرغبة في الإبداع والتنمية الذاتية أو الجماعية ، ومهما وصلت المحاولات الذاتية إلى الرقي الحضاري فإنها لا تتعدى كونها محاولات فردية لا تعبر عن كيان المجتمع ولا تساهم في تشكيل المدينة العربية المعاصرة ، فقد فقدت المدينة المعاصرة التوافق والترابط العضوي بين أجزائها المختلفة ، وهذا أيضا ما فقده الإنسان من غريزة الترابط مع الآخرين التي بدأت تتضاءل في حياتنا المعاصرة أي ظهور ظاهرة الاغتراب الاجتماعي.

يعرف الاغتراب الاجتماعي بأنه انقطاع الصلة بين الفرد والنظم الاجتماعية يصاحبه حالة من التوتر في العلاقة بين الإنسان والمجتمع لدرجة الانعزال (Isolation) الذي يعرف بأنه سلوك إنساني ينشأ في البيئة العمرانية التي تمتاز بالتفكك والتجزؤ مع عدم تلبيتها للحاجات الإنسانية والأخيرة تساهم في ظهر مر ما يصطلح عليه بر (التوتر الاجتماعي) الذي يشير إلى حالة التتاقض التي تسرود بين البيئة العمرانية المطلبات الاجتماعية والنفسية للفرد والمجتمع ، وهذا الأمر يفيض بأنواع مختلفة ومتعددة من الحرمان والمتطلبات الاجتماعية والنفسية للفرد والمجتمع ، وهذا الأمر يفيض بأنواع مختلفة ومتعددة من الحرمان والمتطلبات الاجتماعية والنفسية للفرد والمجتمع ، وهذا الأمر يفيض بأنواع مختلفة ومتعددة من الحرمان والاحباطات والصراعات مع بروز المشكلات الاجتماعية والنفسية السلبية من خلال التفاعل الاجتماعي وعدم المساواة والمراعات مع بروز المشكلات الاجتماعية والنفسية السلبية من خلال التفاعل الاجتماعي والاحباطات والصراعات مع بروز المشكلات الاجتماعية والنفسية السلبية من خلال التفاعل الاجتماعي والاحباطات والصراعات مع بروز المشكلات الاجتماعية والنفسية السلبية من خلال التفاعل الاجتماعي والاحباطات والصراعات مع بروز المشكلات الاجتماعية والنفسية السلبية من خلال التفاعل الاجتماعي وعدم السلبي ، وتصارع الأدوار الاجتماعية التي يقوم بها الأفراد ، والتنافس الشديد بين الأفراد والجماعات وعدم المساواة والاضطهاد والاستقلال بمعنى الفردية المطلقة والرغبة في الانس حاب والانع زال أو معدم المساواة والأنانية والانحراف في السلوك تجاه البيئة العمرانية (الموسوي،1997) ، بالإضافة إلى عدد من الحالات التي يحس بها الفرد ، وهي تشمل :

- الانفصال عن المجتمع والثقافة التي يحملها وانعدام الاندماج النفسي والفكري معه .
 - 2. ضعف الاتصال والتفاعل الاجتماعي .
 - تحلل وتفكك المعايير والقيم الاجتماعية السائدة .
 - 4. الأنانية المسرفة
- 5. سطحية العلاقات الاجتماعية واحتوائها على عنصر التكلف وضعف الحافز والتجرد من العمق العاطفي والفكري .

6. عجز الاعتماد على احد أو الثقة به . الرغبة في الانعزال والانزواء والانطواء والابتعاد عن الآخرين . 8. فقدان الإحساس بأهمية التعاون والجمعية ، وعدم اشتراكه في المنافع العامة والخدمات . الاغتراب الذاتي (النفسي) و هو حالة من الصراع والتوتر النفسي الذي يشعر به الفرد كردة فعل تجاه الاغتراب عن المكان والمجتمع على السواء . فقد كان للتغيرات السريعة والهائلة في البيئة العمرانية أثرا مباشرا على العلاقات الاجتماعية والحضرية وحتى على النظام العصبي للإنسان ، فأصبح العيش ضمنها متعبا وفي حالة من الفوضى والإرباك مسببة في ظهور علل وأمراض Illness في المجتمع متزامنة مع تزايد صراع القيم التــي ظهـرت بأشـكال مختلفة منها أحاسيس تعبر عن المعاناة ، اللانظام ، الألم ، التحدي للقيم السابقة ، التسامي علمي الواقم ع وسلوكيات انحرافية وتخريبية ، كل هذا أثر بدوره على مقدار الارتباط (Attachment) المطلوب مع المحيط (Blair, 1973) ، فازداد الإحساس بفقدان الهوية والتباعد Aloofness (وطفة، 2000) . إن مشكلة فقدان الهوية الفردية تؤدي إلى عدد من العواقب التي تشمل <u>www.architectureschool.com</u> : 1. الجهل الاجتماعي Social ignorance. 2. فقدان المسؤولية الاجتماعية Loss of social responsibility 3. الأفراد يطورون الإحساس باللامبالاة . .4 فقدان السيطرة والتحكم في السلوك والعلاقات الاجتماعية . . فقدان القيم والمعايير التطلعات المشتركة . وصف Seeman الإنسان المغترب ذاتيا بأنه يمتاز بـ (Seeman ica, 1973) :

العدد 1 المحلد 13 أذار 2007 محلة المندسة	
--	--

من خلال دراسة أشكال الاغتراب يتبين بان ظاهرة الاغتراب تخص العلاقة بين الإنسان والمكان المتواجد فيه ، وتدخل في تحديد هذه العلاقة مؤشرات تتعلق بالفرد كالمؤشرات الاجتماعية والنفسية وأخرى تتعلق بالمكان كالمؤشرات الفيزياوية المادية . أي ان أشكال الاغتراب ترتبط مع بعضها البعض بعلاقة تتبادل فيها التأثير والتأثر.

مؤشرات العلاقة بين أشكال الاغتراب

بحث عالم الاجتماع Wirth الذي يعتبر من رواد المدرسة الثقافية التي تعتبر أحدى الاتجاهات النظرية في علم الاجتماع الحضري (القطب،1988) ، عن طبيعة العلاقات التي تربط التصنيفات التي تؤلف في مجموعها مؤشرات العلاقة بين الإنسان وما يحيط به من بيئة عمرانية ، وقد توصل إلى مخطط نهائي يبحث فيه التأثير المتبادل بين المؤشرات الفيزيائية في البيئة العمرانية التي تمتاز بالتفكك والانتشار والمؤشرات السلوكية والإدراكية للفرد وكما يأتي (Berry,1977) ، انظر المخططرة (1):



المستوى السلوكي Behavioral level المستوى الإدراكي Cognitive level المستوى الفيزيائي Structural level

 إن المؤشرات الإدراكية تمثل حلقة الوصل التي يتم من خلالها تحويل ما يتم استلامه من المؤشرات الفيزيائية إلى سلوك معين ما الذي يعود ليؤثر في المؤشرات الفيزيائية من جديد.
 يقع الاغتراب ضمن المؤشرات الإدراكية باعتباره حالة شعورية نفسية تصيب الفرد نتيجة لوجود محفزات خارجية مادية (البيئة الفيزياوية) أو غير مادية (البيئة الاجتماعية) ، ويرادفه مفاهيم تباين الشخصية والهوية نتيجة التباين المفرط أو تلاشي الشخصية ومحو الهوية نتيجة لتكامل المطلق .
 أ _ المؤشرات الفيزياوية

ظاهرة الاغتراب فيها تتألف من المعطيات آلاتية (الكثافة السكانية والبنائية العالية (مفهوم الاكتظاظ) ، التباين الفيزياوي ، التماثل الرتيب ، فقدان المعايير الاجتماعية والبنائية).

الكثافة السكانية والبنائية العالية
 إن للكثافة العالية تأثيرات سلبية ومنها الإحساس بالاغتراب نتيجة للإجهاد البيئي الذي يشعر به الفرد
 لوجود كثافة مدركات حسية عالية التي تعمل بدورها على ترويج سلوكيات الاغتراب الاجتماعي والمكاني
 (Rapoport,1977) .

2. التعريف الرمزي للسطوح المحيطة بالفضاء الحضري (التماتل الرتيب ، التباين المطلق) تشير الباحثة Lofland إلى إن التعريف الرمزي للسطوح توفر تنظيما هيئويا من أهم المبادئ التي يجب إن يحققها مفهوم الوحدة في التنوع ، فبدون هذه المعادلة التي تحقق التوازن والتنوع معا في الأشكال سوف تنمو ظاهرة الاغتراب ، فهي تعبر عن وجود طرفين متناقضين فمن جهة الوحدة التامة ومن جهة أخرى التنوع المطلق . ان أي انفصال بين هذين المفهومين والانحياز إلى احدهما دون الآخري إلى حقق التوازن والتنوع معا في الأشكال موف تنمو ظاهرة الاغتراب ، فهي تعبر عن وجود طرفين متناقضين فمن جهة الوحدة التامة ومن جهة أخرى التنوع المطلق . ان أي انفصال بين هذين المفهومين والانحياز إلى احدهما دون الآخر يؤدي إلى حالة من الملل عند تحقيق الوحدة التامة ، أو حالة الإجهاد Stress عند تحقيق التنوع المطلق.

2_1 التماثل الرتيب

بعد ان انتشرت مفاهيم العمارة الحديثة كالوحدة والتطابق المطلق ابتليت مدن العالم بعمارة مملة لا تراعي ولا تشبع حاجات ومتطلبات الفرد النفسية والاجتماعية ومقومات الهوية الحضارية التي يمتلكها ، فأصبحت البيئة في أكثر المدن من الأسباب المباشرة للكآبة (الجادرجي،1995) ، وذلك بسبب إهمال الأهداف الحيوية للشخصية الإنسانية ، من خلال : (الجبوري،2000)

1. نبذ وطى لكل الرموز القديمة Antiquated symbols

العدد 1 المجلد 13 أذار 2007 مجلة المندسة

2. نبذ الحاجات الإنسانية Antiquated the human needs

3. نبذ الإثارة Antiquated interests

4. نبذ القيم Values

5. نبذ العواطف Sentiments

فصروح العمارة الحديثة أنتجت أشكالا وفضاءات غير مشخصة أدت إلى أن يحس المتلقي بفقدان الذاكرة الحضرية وغياب اللغة المعمارية التقليدية فدفعه ذلك إلى ان يعيش تجربة الضياع وفقدان التوجيه Disorientation وعدم الإحساس بالاستقرار مع فقدانه الإحساس بأنه ينتمي إلى مكان ما يشعره بمفهوم الوطن Homelessness ، بالإضافة إلى إن التماثل المطلق والهندسية العالية مع نبذ الماضي جردت الفرد والمجتمع من الإحساس بالهوية بل إنها شوهتها إلى درجة كبيرة . وقد أشار الناقد Dall بأنه بداية انتحار المجتمع من الإحساس بالهوية بل إنها شوهتها إلى درجة كبيرة . وقد أشار الناقد Dall

(To neglect history, to neglect memory, that which owed by our incisors is then to neglect ourselves, it is beginning to suicide).

التباين المطلق

أشار Tafuri بان هذا المفهوم طرح عند Piranese بغياب الشكل والتفكك في الفضاء الحضري Urban أشار Tafuri ، وجمع الأشياء المترابطة في تراكيب يصعب حله وتحليله بسهولة (بلمسعود،2002) . أشار Broadbent إلى إن الأشكال التي يتم معالجتها حسب آليات الإقحام والتكرار والتشويه والتجزؤ ، أشار Broadbent إلى إن الأشكال التي يتم معالجتها حسب آليات الإقحام والتكرار والتشويه والتجزؤ ، إنما تسبب تجزءا وتفككا في الشكل بصورة تؤدي إلى فقدان الصورة القوية للشكل المعماري لصالح صورة ضعيفة تزيل من مفاهيم الاحتواء Enclosure والحضور Present ، وتؤكد على اللاحتمية والغياب والاعتباطية (غياب الهدف) ورفض وإنكار لفكرة ومفهوم المكان والاحتواء الداخلي(Broadbent,1990) .

أ-أبعاد الفضاء الحضري (الاحتواء والانغلاقية)

إن البيئة العمرانية المعاصرة وما أصابها من تفكك أدى إلى بعثرة أجزائها وتحولها إلى مجرد حواجز منفصلة ومشتتة تتضارب فيها تيارات عديدة لمختلف النشاطات بدون وضوح وتحديد التوجه الرئيسي للتكوين الفضائي ، ففقدت المدينة المعاصرة إلى الرابطة الفضائية كوحدة تكوينية (Krier,1979) ، ولم يتبق للإنسان فيها سوى فضاءات واسعة المساحة التي تفتقد إلى المقياس الإنساني والى التواصل الروحي مما يضعف الشعور بالترابط والإحساس بالاستمرارية (الصوفي،1988) ، وبشكل عام فان قوى الترابط القائمة بين الأجزاء نقل كلما ابتعدت عن بعضها المعصف فيقل الشمور بالاحتواء ضمن الكل وعدم الانتماء والاغتراب ويصبح انعزاليا بمشاعره وسلوكياته في الفضاءات الواسعة (الطالب،1979). ب ـــ المؤشرات السلوكية / الاجتماعية المؤشرات السلوكية التي تمثل ردود أفعال تجاه ما يدركه الإنسان في البيئـــة العمرانيــة ، تتـــألف مـــن المعطيات آلاتية (الانتقائية ، الحراك الفيزيائي ، الانعزال ، الانحراف في السلوك الاجتماعي والمكاني) – الانحراف في سلوكية الفرد في البنية العمرانية المعاصرة

عرفت الدراسات الباثولوجية السلوك ألانحرافي بأنه ردة فعل اتجاه محيط اجتماعي وعمراني معين ، حيث يعمل هذا المحيط على إنتاج سلوكيات تتلاءم مع أنماطه الفضائية المادية والاجتماعية ، فكل بيئة تجذب أشخاص معينين تتلاءم مع أفكار هم وتوجهاتهم ، فالأفراد عندما يتصرفون بالضد من بيئتهم فان هذا التصرف يحتوي ضمنياً على إشارة إن المعاني والإشارات التي تبثها البيئة العمرانية لا تلبي حاجاتهم النفسية والاجتماعية وبالتالي لا يتجاوب معها الفرد بصورة إيجابية ، فعندها يشعر الأفراد بأنهم في صراع مع البيئة وفقدان الآلفة معها . والتساؤل المطروح هو لماذا يشعر الأفراد بفقدان العلاقة مع البيئة العمرانية المحيطة ؟! ، ويجيب عن هذا التساؤل المطروح هو لماذا يشعر الأفراد بفقدان العلاقة مع البيئة بامتلاك المكان .

أثبتت الكثير من الدراسات بان البيئة العمرانية التي تمتاز فيها التكوينات الفضائية بالبعثرة والتفكك والانتشار Deprived area تؤدي إلى مشاكل سلوكية كالسلوك العنيف المتعمد Persistent والانتشار volitional behavior وإلى الاضطرابات النفسية Mental disorders وبالتالي الانعزال الاجتماعي (Rowland,1973).

– الانعزال الاجتماعي

يفترض Yancey إلى إن هناك صورة ذهنية مسبقة لدى السكان عن البيئة الاجتماعية في منطقة ما ، وان أي فشل في التصميم الحضري لدعم هذه التوقعات يمكن إن تؤدي إلى الانسحاب الاجتماعي Social withdrawal والتوتر العصبي وتأثير سلبي على مفهوم تطور الجماعة (مرزة، 1999) ، حيث يمتاز الفضاء الحضري في البيئة العمرانية المعاصرة بالبعثرة والانتشار والانقطاع وفقدان الاستمرارية الفضائية (Gidion,1971) ، واللامركزية واللامكان No place كما وصفته Stein بقولها الفضائية (Gidion,1971) ، واللامركزية واللامكان No place كما وصفته Stein بقولها الفضائية (Blair,1971) ، واللامركزية واللامكان Back محسنا وصفته Stein بقولها وحصوصيته العامة مما جعل كل الشوارع معرضة لمرور الغرباء التي أدت إلى ناحر والع وخصوصيته العامة مما جعل كل الشوارع معرضة لمرور الغرباء التي أدت إلى ضعف الروابط الاجتماعية بين سكان المجتمع وأفراد الجيرة ، إذ تصبح منطقتهم ملك عام وليس خاص بأهال المنطقة الاحسائص وهي :

חرحي : نتيجة لوجود مقياس أخر غير المقياس الإنساني و هو مقياس الصناعة و الماكنة و السيارة .

|--|--|

مربك : نتيجة لفقدان الإنسان إحساسه بالتوجيه و عدم قدرته على تحديد موقعه ضمن الفضاء .
 متقطع : حيث امتاز الفضاء الحضري المعاصر بتفككه وفقدان استمراريته .
 متقطع : ذلك نتيجة للتفكك الحاصل في النسيج الحضري للبيئة العمرانية التقليدية .
 عشوائي : ذلك نتيجة للتفكك الحاصل في النسيج الحضري للبيئة العمرانية محدد كالأهداف الاجتماعية
 اعتباطي : غير مصمم بقصدية واضحة ، وعدم وجود هدف تصميمي محدد كالأهداف الاجتماعية والمؤثرات المناخية ، العقائدية وغيرها.

هذه الخصائص تنتج عدد من السلوكيات النفسية والاجتماعية ، و هي (خسارة الإمكانية والحافز في التغيير والتطور ، فقدان الثقة بالآخرين ، الإحساس بعدم الرضا بالمحيط الاجتماعي والفيزيائي ، التعامل غيـر السوي مع الآخرين ، التمييز والإحساس بالانعزال عن الآخرين) .

ج ـــ المؤشرات الإدراكية المؤشرات الإدراكية للفرد الذي يعيش في البيئة العمرانية المفككة تتألف من المعطيـــات آلاتيـــة (الإدراك الحسي ، تباين الهوية والشخصية ، فقدان الهوية والشخصية ، الاغتراب).

الإدراك الحسي

ان الانفصال بين المعلومات المستلمة من قبل الحواس من العالم الواقعي وعدم تطابقها مع ما يمتلك الذهن من ذكريات مخزونة حول البيئة العمرانية المحيطة وما تحويه من إشكال وعناصر ومعلومات مستلمة سوف تؤدي إلى الانقطاع بين المعلومات المستلمة والفكر وبالتالي الاغتراب بين الفرد والبيئة المحيطة به نتيجة للاختلاف والتباين الحاصل بين حقيقة العالم الواقعي المدرك والخزين الفكري المحفوظ في ذاكرة الفرد (الهسيناني،2002) ، وإذا لم يتم هناك تناسقا بين الجانبين فان ما سيحدث هو اختلال التوازن بين الواقع والفكر أو الإدراك وبالتالي تمزق وتشتت الإنسان المعاصر وفقدانه لوجوده الفعلي (شاخت،1980).

يحس الإنسان بالاغتراب عندما لا يتطابق ما يدركه مع ما هو موجود بالفعل من بيئة محيطة به وبالتالي إحساس الفرد بالانفصال عن البيئة والانقطاع عنها ، فالاغتراب هو شعور نفسي يحدث نتيجة للإحساس بفقدان الانتماء المكاني و هو احد تبعات ظاهرة التخلف الحضاري (الهوة الحضارية) ، نتيجة لعدم تكيف القيم والمشاعر النفسية والاجتماعية مع عناصر البيئة المادية ، بسبب تأصل هذه القيم المعنوية في النفس وصعوبة تكيفها مع المتغيرات العمرانية المستخدمة (الهسيناني،2002) .

> الجانب العملي (التطبيقي) الدر اسة الميدانية

إن هدف الدراسة الميدانية هو تقييم ظاهرة الاغتراب المكاني والاجتماعي والذاتي (النفسي) والكشف عن قوة تأثيرها وحقيقة وجودها في البيئة العمرانية المحلية المعاصرة .

- الفئة الاجتماعية الأولى ، وهي الفئة دون المتوسط التي تمتاز بــــ (مستوى اقتصادي دون المتوسط ، درجة محددة من التحصيل العلمي والمستوى الثقافي ، ارتفاع معدل حجم الأسرة (زيادة الكثافة السكانية)) .
- 2. الفئة الاجتماعية الثانية ، وهي الفئة العالية التي تمتاز بـ (مستوى اقتصادي عالي ، درجة عالية من التحصيل العلمي ، معدل حجم الأسرة مناسب (الكثافة السكانية أقل من الفئة الأولى)) .

والعينتين المنتخبتين هما مجمعي :

 حي الصحة السكني في الدورة .
 يقع المشروع في منطقة الدورة على الامتداد الجنوبي لمدينة بغداد ويعتبر من المجمعات السكنية الحديثة نسبياً ، ويضم عدداً من شرائح مختلفة من الساكنين من ذوي الدخل المحدود ، انظر الشكل رقم (1).



شكل(1) مجمع حي الصحة السكني في الدورة

9 نيسان السكني في الصالحية .

يقع المشروع في منطقة الصالحية ، في قلب بغداد يعتبر الموقع من المجمعات السكنية الحديثة ، ويضم شرائح متقاربة من الساكنين (مهندسين ، أطباء وأكاديميين) من ذوي الدخل العالي والمستوى التعليمي

وثقافي جيد ، مما يسهل عملية المقارنة التي يمكن أن تجرى بينها وبين العينة المنتخبة الأخرى . يتكون المشروع من أربعة قطاعات رئيسية يفصل بينهما شارع رئيسي بعرض 50 م ، ويحده من كل جانب قطاعان سكنيان تفصل بينهما أبنية الخدمات


ושנגעה (בון 2007 אביי 15 (בון 100 אביי ב ווא ביי ושנגעה אביי א		مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
---	--	--------------	-----------	-----------	---------

العامة التي تشكل محورا مركزيا متعامدا مع الشارع الوسطي . يتكون كل قطاع سكني من مجموعة من العمارات السكنية المتباينة بالحجم والارتفاع ، ويوجد في المجمع السكني عددا من الساحات المخصصة لوقوف السيارات والمتغلغلة بين الأبنية السكنية لتكون على مرأى من الساكنين مع توفر ها على فضاءات مفتوحة وحدائق وساحات لعب أطفال بين الأبنية ، انظر الشكل رقم (2).

شكل(2) مجمع حي 9 نيسان السكني في الصالحية

1. طرق جمع المعلومات

تتضمن الدراسة والمسح الميداني عدداً من الطرق التي يمكن من خلالها الحصول على المعلومات الخاصة بعينات البحث لغرض تحديد ظاهرة الاغتراب في البيئة العمرانية المعاصرة وأشكالها ووفقا لعدد من الوسائل وهي (الوثائق ، المشاهدة والملاحظات الشخصية المباشرة ، القيام بمقابلات شخصية مع الساكنين في البيئة العمرانية المنتخبة كعينة للدراسة الميدانية ، أعداد نموذج لاستمارة الاستبيان) .

د نموذج استمارة الاستبيان
 تتألف استمارة الاستبيان – انظر الملحق رقم (1) – من عدد من الأسئلة التي تنقسم إلى الأسئلة الثانوية والأساسية وكما يأتي :

أولا : الأسئلة الثانوية : وعددها خمسة أسئلة تشمل استفسارات عن الكثافة السكانية التقريبية والمستوى الثقافي والتعليمي والاقتصادي وعامل الزمن . هذه العوامل تؤثر على طبيعة الاغتراب في البيئة العمرانية التي يتواجد فيها الفرد.

ثانيا : أسئلة تخص الساكنين وعلاقتهم مع البيئة العمرانية التي يتواجدون فيها : وهي من الأسئلة الأساسية التي يمكن من خلالها بيان درجة الاستقرار السكني عند ساكني المجمعين وذلك بفعل الحركة والانتقال الدائمين وفعل الاختيار والانتقائية Selectivity ، وتشمل على (4) أسئلة تخص علاقة الإنسان بالبيئة العمرانية التي يتواجد فيها ، وتشمل التي دفعته والانتقائ الدائمين وفعل الاختيار والانتقائية Selectivity ، وتشمل على (4) أسئلة تخص علاقة الإنسان بالبيئة العمرانية التي يتواجدون فيها : وهي من الأسئلة والانتقال الدائمين وفعل الاختيار والانتقائية Selectivity ، وتشمل على (4) أسئلة تخص علاقة الإنسان بالبيئة العمرانية التي يتواجد فيها ، وتشمل استفسارات عن تفضيله للبيئة أو عدمها ، والأسباب التي دفعته إلى ذلك ، بالإضافة إلى تلك التي تتعلق بهوية المنطقة وأخرى عن الفضاءات الحضرية المفتوحة . ثالثا : أسئلة واستفسارات حول إدراك المتلقي للبيئة العمرانية التي يتواجد فيها ، وتشمل المنظقة وأخرى عن الفضاءات الحضرية المفتوحة . ثالثا : أسئلة واستفسارات حول إدراك المتلقي للبيئة العمرانية التي يقواجد فيها ، وتشمل المنظقة وأخرى عن الفضاءات الحضرية المفتوحة . ثالثا : أسئلة واستفسارات حول إدراك المتلقي للبيئة العمرانية التي يتواجد فيها ، وتشمل المنظقة وأخرى عن الفضاءات الحضرية المفتوحة . ثالثا : أسئلة واستفسارات حول إدراك المتلقي للبيئة العمرانية التي يتواجد فيها : هذه الأسئلة تتعلق بالكيفية التي يقيم فيها الفرد الخواص الشكلية والحجمية للمكان وتتألف من جزأين :

- أسئلة تتعلق متغيرات هوية البيئة العمرانية والتعريف الرمزي للسطوح المحيطة بالفضاء .
- أسئلة تتعلق متغيرات العلاقة بين الفضاء والكتلة وتشمل (المقياس ، التناسب ، الانغلاقية) .

رابعا : أسئلة واستفسارات حول المؤشرات الاجتماعية : تتضمن هذه الفقرة من الاستبيان على عدد من الأسئلة المغلقة التي يمكن من خلالها معرفة واختبار درجة ارتباط الفرد مع الآخرين وبالتالي تأثير الخصائص التصميمية للبيئة العمرانية . **خامسا : أسئلة تتعلق بالسلوك الفضائي** : وهي مجموعة من الاستفسارات مغلقة النهاية التي تتعلق بالسلوك الفضائي للأفراد في البيئة العمرانية. **سادسا : أسئلة تخص المؤشرات النفسية والشخصية** : وتتعلق ببناء الشخصية عند الفرد حيث تعتمد على الأسئلة ذات الأجوبة مغلقة النهاية التي من خلالها يمكن الكشف عن تأثير الاغتراب المكاني

والاجتماعي على مميزات الشخصية الفردية التي يمتاز بها الفرد وتوجهاته وأهدافه في الحياة .

- استنتاجات الدراسة الميدانية ويمكن تحديد أهم الاستنتاجات المرتبطة بالإطار العملي للبحث القائم ، وهذه تشمل : 1. يمكن أن نلمس ظاهرة الاغتراب في كلا المجمعيين السكنيين المنتخبين للدراسة ، فمجمع حي الصحة السكني يظهر فيه الاغتراب المكاني ، بمعنى النفور والانقطاع عن البيئة العمرانية المحيطة ، بينما تتميز العلاقات مع الآخرين (التواصل الاجتماعي) بأنها قوية نسبة ما ، وهذا على العكس من مجمع 9 نيسان السكني الذي تظهر فيه درجة الارتباط مع المكان أقوى مما وجد في العينة الأولى ، بينما وجد فيه النوع الأخر من الاغتراب وهو الاغتراب الاجتماعي أقوى وجودا وتأثيرا .
- 2. إن الدراسة الميدانية أوضحت بان سكان كلا المجمعين ، وان ظهرت فيهما أشكال مختلفة من الاغتراب ، يشتركان في وجود نسب متقاربة نسبيا فيما يتعلق بالاغتراب الذاتي أو النفسي ، فالأفراد عاجزون عن التعبير عن ذواتهم ويشعرون بعدم امتلاكهم القدرة على الفعل والمبادرة ، وهذا ما يبدو من خلال فعاليات الترميز ومنح الطابع الشخصي إلى المكان التي تبدو قليلة نسبيا ، إذا لم نقل معدومة ، في كلا المجمعيين السكنيين ، وهذا دليل على إن الاغتراب الفيزياوي عن البيئة المحميين المينان ، وهذا ما يبدو من خلال فعاليات الترميز ومنح الطابع الشخصي إلى المكان التي تبدو قليلة نسبيا ، إذا لم نقل معدومة ، في كلا المجمعيين السكنيين ، وهذا دليل على إن الاغتراب الفيزياوي عن البيئة المحيطة والاجتماعي ، إنما يؤثر على نمو الشخصية والهوية المتميزة للفرد .
- 3. لقد بينت الدراسة الميدانية على إن للعوامل غير المكانية كالمستوى الاقتصادي والاجتماعي والثقافي والتعليمي لها دور في تحديد أشكال الاغتراب في البيئة العمرانية ، بالإضافة إلى الدرجة التي يحصل فيها .
- للدراسة الميدانية أوضحت وجود علاقة متبادلة التأثير بين الأشكال المتعددة للاغتراب في البيئة العمرانية المعاصرة .
- 5. خلال استعراض الخصائص التصميمية والتخطيطية للبيئة العمرانية التي تعزز ظاهرة الاغتراب ، فقد وجدت بان نسيجها الحضري يمتاز بالرخو والتفكك والهشاشة ، أما فضاءاتها الحضرية

مجلة المندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--------------	-----------	-----------	---------

فتمتاز بالانتشار ، البعثرة ، الهشاشة ، انعدام التدرج الفضائي ، مع فقدان الفضاء الحضري لادائيته المتميزة في تحقيق التواصل والتفاعل الاجتماعي .

- التوصيات النهائية للبحث

أ ـ يجب الربط المباشر بين البيئة العمرانية كنتاج فيزياوي مع الإنسان ككائن اجتماعي له متطلبات ذاتية روحية يجب أن تلبى في ذلك النتاج الذي سوف يحتويه وهذا سوف يؤدي إلى التخفيف من المشاكل الاجتماعية والعلل الناتجة عن مشاكل وأزمات القطيعة بين الإنسان والبيئة العمرانية المحيطة به فمن الأهمية التخلص من المسببات الحقيقية وراء الإحساس بالاغتراب في البيئة العمرانية من خلال خلق الشعور بالانتماء إلى المكان ، وهذا يتطلب العديد من السبل ،و يمكن أن تلخص بالاتي :

- ضرورة التكامل بين الخلية ألام (النوى التقليدية) وما يحيط بها من نسيج حضري حديث .
- التحكم على نمو البيئة العمر انية التقليدية ، وتحسين الميزات التشكيلية سواء في البيئة العمر انية الحديثة أو التقليدية.
- إعادة الكفاءة التشكيلية ، مع إز الة تدريجية للتشكيلات المعمارية الدخيلة التي لا تنسجم أو تتماشى مع حولها من نسيج عمراني واضح المعالم ومتماسك .
- 4. تحديد أماكن التشكيلات العمرانية الحديثة المنسجمة مع البيئة العمرانية التقليدية من حيث (استمراريتها مع الفضاءات المفتوحة ، التدرج الفضائي ، المقياس وغيرها) .
- 5. خلق الإحساس بالاحتواء الناتج عن دراسة العلاقة بين الفضاء والكتلة والأبعاد المناسبة التي تحقق الإحساس بالأمان والانغلاقية عند الفرد.
- 6. تحقيق الأبعاد الإنسانية المناسبة في البيئة العمرانية المصممة ، فمن الضروري مطالبة المصممين باحترام إنسانية والمقياس الإنساني .
- 7. إعادة تأهيل وتهيئة النسيج العمراني القديم ، وذلك من خلال :
 أ تخصيص وظائف عامة ، منسجمة مع النسيج التقليدي والتي تساهم في إعادة الحياة إلى النسيج التقليدي ، وتوفير العتاد الضروري لاستمرارية الحياة في البيئة التقليدية.
 ب توفير مستوى معيشي مناسب للقطاعات الاجتماعية الأقل مستوى اقتصادي ، من خلال توفير فرص العمل والتعليم .
 ج رفع مستوى الصناعات الحرفية ، وإمكانية ربطها مع الفعاليات والنشاطات التجارية الحياة الحياة الحياة الصناعية في المناطق الجديدة .
- 8. التأكيد على ضرورة وجود الرموز والمعاني والدلالات التي تعبر عن هوية الفرد والمجتمع ، هذه الرموز والمعاني يجب أن تكون مستوحاة من الماضي بطريقة تعزز مفاهيم الانتماء وليس العكس

، حيث إن الاستدعاء السطحي وغير المدروس للرموز والعناصر التاريخية والتقليدية قد تسبب في أحيان كثيرة اغترابا وليس العكس أو بنحو ما لا يرجوه المصمم 9. خلق أماكن يستطيع من خلالها الفرد تحقيق التواصل الصحيح مع الآخرين ، كوجود فضاءات

حضرية تعيد للإنسان راحته واستقراره النفسي والعاطفي .

ملدق رقم (1) استمارة الاستبيان

اولا : أسئلة تخص الساكنين :

عدد أفراد العائلة : _____ فرد.
 أعمار أفراد العائلة والجنس والمستوى التعليمي والثقافي :

	العمل الذي يمارسه				المستوى الثقافي والتعليمي		نس	الجا			
متقاعد	أعمال حرة	موظف	ربة بيت	طالب	أمي	جامعي	إعدادية	ابتدائية	أنثى	نكر	أعمار أفراد العائلة
											5–1 سنو ات
											5-10 سنو ات
											20–10 سنة
											30-20 سنة
											45-30 سنة
											60-45 سنة
											60 فما فوق

. مستوى الدخل الشهري : □ اقل من 50000 دينار □ 50000 دينار □
 . مستوى الدخل الشهري : □ اقل من 500000 دينار □ أكثر من 500000 دينار .

4. هل سبق و إن سكنت في بيئة عمر انية تقليدية ؟

 . منذ متى و أنت تسكن في منطقتك ؟

 . منذ متى و أنت تسكن في منطقتك ؟

 . منذ متى و أنت تسكن في منطقتك ؟

ثانيا : أسئلة تخص الساكنين و علاقتهم مع البيئة العمرانية التي يتواجدون فيما :

	أ– هل تفضل البقاء في سكنك الحالي ؟
کلا ، لماذا ؟ (یمکن اختیار أکثر من اختیار واحد)	🗖 نعم ، لماذا ؟
لا يلبى المجمع حاجاتي النفسية	المجمع السكنى مرضى لحاجاتي النفسية
البيئة العمرانية غير نظيفة	البيئة السكنية نظيفة
أحس بالنفور من المجمع السكني	أحس بالانتماء إلى المجمع السكني
المنطقة تعوزها فضاءات حضرية	وجود فضاءات حضرية تلاءم حاجتي النفسية
العلاقات المتدهورة مع الجيران	العلاقات القوية مع الجيران
المنطقة سيئة الصيت	المنطقة حسنة الصيت
عدم توفر خدمات قريبة من المكان	توفر خدمات قريبة للمنطقة

ب– في حال تركك المكان الذي أنت متواجد فيه ، هل تشعر بالندم ؟ 🛛 نعم 🔄 كلا.

ت– هل تشعر بالفخر والاعتزاز بانتمائك إلى المنطقة التي تسكن فيها ؟ 🔲 نعم 🛛 🗆 كلا.

ث- هل تجد في الفضاءات الحضرية المفتوحة مكانا لدعم التواصل بين الجيران في المنطقة التي تسكن فيها ؟

کلا ، لماذا (یمکن اختیار أکثر من اختیار واحد)

يدخلها الغرباء		لا يدخلها الغرباء
غير هادئة مع ضوضاء عالية		هادئة ولا يوجد فيها ضوضاء
لا امتلك فضاء حضري خاص بي		امتلك فضاء حضري خاص أتحكم فيه
متعبة ومزعجة		مريحة
غير أمينة		أمينة
مفتوحة (بدون خصوصية)		مغلقة (تمتلك خصوصية)
غير مصممة جيدا		مصممة جيدا بحيث نتلاءم مع حاجاتي النفسية
لا تحوي على غطاء نباتي		تحوي على غطاء نباتي
غير مصممة لمقاومة الظروف البيئية القاسية		مصممة جيدا لمقاومة الظروف البيئية القاسية

ثالثا : أسئلة و استفسارات حول إدراك المتلقي للبيئة التي يتواجد فيها ، بالإضافة إلى تقييمه للخواص الشكلية و

الحجمية للتنظيم الفضائي و تأثيره على الفرد :

ملاحظة: ❶ اشر بعلامة (√) على القيمة العددية التي تراها مناسبة و مع ما تشعر به تجاه الخصائص والمتغيــرات التي سوف تطرح عليك لاحقا ضمن الأسئلة و الاستفسارات.

> تمثل القيم العددية مفردات مرادفة لما تشعر به ، و هي كالأتي: القيمة (0) يمثل مفردة (الحياد).

- القيمة (1،-1) يمثل مفردة (قليلا) لكل من الصفات الايجابية و السلبية.
- القيمة (2،-2) يمثل مفردة (نوعا ما) لكل من الصفات الإيجابية و السلبية.
- القيمة (ُد،–3) ليمثل مفردة (ُجدا) و لَكل من الصفات الايجابية و السلبية.

خصائص و هوية المكان ذاته ، ويشمل :

كيف تقييم التعريف الرمزي للسطوح المحيطة بالفضاء الحضري (الواجهات) ؟

الصفات السلبية	$\frac{1}{3}$	$\overline{2}$	1	0	+ 1	+ 2	+ 3	الصفات الايجابية
غريبة وشاذة								محلية الطابع
لا تحمل شخصية متميزة								ذات طابع متميز
لا تراعي الخصوصية الثقافية								تراعي الخصوصية الثقافية
لا تعبر عن هويتي وشخصيتي								تعبر عن هويتي وشخصيتي
لا يوجد حضور للقيم ورموز التقليدية								حضور واضح للقيم والرموز التقليدية
المعاصرة (الحداثة)								الأصالة والتراث (القديم)
لا يمكن التالف معها								يمكن التالف معها
مبهمة وغير واضحة								واضحة وتدرك بسهولة
التكرارية المملة								التنوع الممتع
قبيحة								جميلة
غير مشجعة على التواصل معها								تشجع التواصل والتفاعل معها
النفور								الانتماء
الكسل والتعب								الحيوية والنشاط

الخصائص التصميمية المتعلقة بعلاقة الفضاء والكتلة ، وتشمل :

2. المستعمل المستشيمية المستعد بعادة المستعام والمست والمستعن . كيف تدرك أبعاد وحجم الفضاء الحضري المفتوح الذي يوجد في البيئة العمر انية التي تسكن فيها؟

الصفات السلبية	3-	2-	1-	0	1+	2+	3+	الصفات الايجابية
الإحباط								الأمل
الأبعاد والنفور								التقارب
الخوف والحذر والتوجس								الاطمئنان والإحساس بالأمن
التعب والضغط النفسي								الراحة النفسية

التفكك وعدم الترابط والتشتت				الترابط والتماسك والألفة
عدم التو افق				التو افق
الانقطاعية				الاستمرارية
الإحساس بضالة معنوبة				الإحساس بأهمية ألذات وقيمتها
الضياع				الاستقرار
المقياس صرحي وضخم				المقياس إنساني
القوة				التو اضبع

رابعا : أسئلة تتعلق بالسلوك الاجتماعي للأفراد و علاقتهم بالآخرين

کلا	نعم	الأسئلة الاستفسارات التي تتعلق بالسلوك الاجتماعي	
		هل ترى من الأفضل إن يكون الإنسان اجتماعيا وكثير الاختلاط ؟	1
		هل لديك مشاكل مع الجير ان ؟	2
		هل تطلب المساعدة من جيرانك في أداء بعض الأعمال ؟	3
		اهتم جير انك بأفر اد عائلتك وبممتلكاتك عندما تكون بعيدا ؟	4
		سمح لك الجيران باستخدام مكان يعود لهم من اجل حفظ حاجاتك فيه ، كالسيارة والأثلث ؟	5
		هل تشارك بدورك في مساعدة الجيران ؟	6
		هل ترى من الضروري الثقيد بالقيم والأعراف التقليدية الاجتماعية ؟	7
		هل تحاول تكوين علاقات اجتماعية مع الجيران الجدد ؟	8
		تنسجم مع تقاليد وعادات المنطقة السكنية التي تعيش فيها؟	9
		هناك ظاهرة المشاركة في فض النزاعات العائلية في المنطقة ؟	10
		علاقاتك الاجتماعية أقوى مع ؟ الأهل الجيران الأصدقاء	11
		كيف تقييم علاقتك الاجتماعية مع الأخرين ؟ قوية ضعيفة لا توجد	12

خامسا : أسئلة تتعلق بالسلوك الفضائي للأفراد ، أي علاقة الفرد بالبيئة العمرانية من خلال سلوكياته تجاهما

کلا	نعم	الأسئلة الاستفسارات التي تتعلق بالسلوك الفضائي	
		هل قام الجيران بسلوك يدعو إلى عدم الارتياح في منطقتك ؟	1
		هل هناك مظاهر تخريب في المجمع السكني ؟	2
		ما هو العمل التخريبي الذي يقوم به الأخرون؟	3
		هل تهتم بنشاطات تنظيف وتجديد المجمع السكني الذي تنتمي إليه ؟	4
		هل تقوم بإجراء تحويرات في واجهة الوحدة السكنية أو الفضاء الخاص الذي تمتلكه ؟	5
		ما هي درجة التغيير ؟ بسيطة نتناسب مع ما حولك من بيئة عمرانية مجاورة كبيرة من اجل التميز عن الأخرين ولدرجة النفرد عنهم	6
		تجد سهولة في التعرف على مكان سكنك ؟	7
		يجد الزائر لأول مرة سهولة بالتعرف على مكان سكنك ؟	8
		كيف تعرف الزائر على مكان سكنك ؟ ارسم له خريطة بوصف معالم مميزة أو نقاط دالة اذكر له العنوان	9
		يزعجك حركة الغرباء في منطقتك ؟	10
		هل تشعر بوجود اختراق لخصوصيتك داخل الوحدة السكنية ؟	11
		هل يتطلب عملك الانتقال والتحرك بصورة مستمرة ولفترة طويلة خارج مجمعك السكني ؟	12

مجنة الهندسة 🔘	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
----------------	-----------	-----------	---------

سادسا : أسئلة تتعلق ببناء الشخصية الفردية للساكنين

کلا	نعم	الأسئلة والاستفسارات التي تتعلق بالمؤشرات النفسية والشخصية	
		هل تعمل لأجل المال فقط ؟	1
		هل تشعر بان أجرك يتناسب مع ما تبذله من جهد ؟	2
		في عملك هل ترغب بالحصول على ترقية ؟	3
		إذا أعطيت لك فرصة للعمل خارج مكان عملك أو البلد وباجر أعلى ، فهل تذهب ؟	4
		هل تشعر بان الحياة جديرة بالعيش في الظروف الحالية ؟	6
		هل تجد في نفسك القدرة على السيطرة على الظروف المحيطة بك ؟	7

المصادر البحث العربية

- الجادرجى، رفعت : (حوار فى بنيوية الفن والعمارة) ، رياض الريس للكتب والنشر ، لندن، 1995 أ
- الجبوري ، نسرين عبد الرزاق إبراهيم: (التلوث البصري في البيئة الحضرية دراسة التطابق الإدراكي بين المظهر والجوهر) ، أطروحة ماجستير ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة بغداد ، 2000.
- 3. الحديدي ، أنسام صالح : (الفضاء المفتوح في المجمعات السكنية، التنظيم الفضائي وأثره في نتيجة التواصل الاجتماعي بين السكنين) ، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة بغداد ، 2001.
 - 4. الحيـدري ، سناء ساطع عبــاس : **(الانتماء المكاني في التجمعات السكنية)** ، رسالة دكتوراه ، قسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكلولوجية ، 1996.
- 5. الصوفي ، حاتم حازم داود : (مفهوم الفضاء الحضري في المدينة العربية ـ دراسة تحليلية لمنطقة منتخبة مـن مدينة الموصل القديمة) ، رسالة ماجستير ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة بغداد ، تشرين الأول 1988 .
 - 6. الطالب ، طالب حميد الطالب : (التراث المعماري ، ماهيته وجدواه في صيرورة الحضارات وديمومتها) ، بحث مقدم إلى مؤتمر منظمة المدن الإسلامية ، طهران ، 1995.
- العـزاوي ، هشام عدنـان : (تواصل التجريبية أم انفصال العقلانية) ، بحث مقدم إلى المؤتمر النكنولوجي العراقي الخامس للجامعة التكنولوجية ، بغداد ، 1999.
 - 8. القطب ، اسحق يعقوب : (أزمة علم الاجتماع الحضري في البلاد العربية) ، مجلة المدينة العربية ، العدد 33 ، السنة السابعة ، 1988.
- 9. الملاحويش ، عقيل نوري : (مقدمة لدراسة العمارة الشعبية) ، مجلة أفاق عربية ، العدد الثالث ، السنة الثامنة ، دار الشؤون الثقافية العامة ، وزارة الثقافة والإعلام (سابقا) ، بغداد ، 1982.
- 10. الموسـوعة الفلسفيـة العربيـة ، المجلد الأول (ا**لاصطلاحات والمفاهيم)** ، رئيس التحرير: معن زيادة ، الطبعـة الأولـــى، القــاهرة 1986،
 - 11. الموسوي ، وضاح عبد الصاحب حسين : (مفهوم التوافق بين التنظيم الفضائي والتنظيم الاجتماعي توجه نظري ذو إطار سوسيولوجي لتفسير العلاقة بين الإنسان وبيئته السكنية) ، رسالة دكتوراه ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة بغداد ، 1997.
- 12. الهسينياني ، ناجح محمد محمد : (الهوية الحضارية للإطار العمراني دراسة الخصائص الفيزيائية والمضامين الثقافية الاجتماعية للبيئة السكنية) ، رسالة ماجستير ، مركز التخطيط الحضري والإقليمي للدراسات العليا ، جامعة بغداد ، 2002.
- 13. الياس ، إيثار جوزيف : (أسس التجديد الحضري للنسيج التراثي) ، رسالة ماجستير ، قسم الهندسة المعمارية ، الجامعة التكنولوجية ، 1989.
 - 14. بلمســعود ، بايــة : (ا**لانقطاعية في التصميم الحضري**) ، رسالة ماجستير، قسم الهندسة المعمارية ، الجامعة النكنولوجية ، 2002.
 - 15. خالــد ، عبد الكريم هـــلال : **(الاغتراب في الفن ــ دراسة في الفكر الجمالي العربي المعاصر)** ، منشورات جامعة قار يونس ، الطبعة الأولى ، بنغازي ، 1998 .
 - 16. رجب، محمـود : (**الاغتراب)**، دار المعارف، القاهرة، 1986.
 - 17. شاخــت ، ريتشــارد : (الاغتراب) ، ترجمة: كمال يوسف حسين ، المؤسسة العربية للدراسة والنشر ، بيروت ، 1980.
 - .18. لسان العرب ، ابن المنظور الأفريقي المصري ، دار صادر ، بيروت ، 1955.
- 19. مرزة ، هدير إسماعيل : **(التغير في مفهوم الفضاء والمكان في البيئة السكنية في إطار العقيدة الإسلامية)** ، رسالة دكتوراه ، قسم الهندسة المعمارية ، جامعة بغداد ، 1999.
 - 20. معجم الرائمد ، جبر ان مسعود ، الجزء الخامس ، دار العلم للملايين ، بيروت ، تموز .1981.

English References

- Berry, Brian J.: (The Human Consequences Of Urbanization: Divergent Path In The Experience Of The 20th. Centaury), The MacMillian Press Limited, 1973.
- 2. Blair, Thomas L.: (International Urban Crisis), Hard Davis, MacGibbon, London, 1974.
- 3. Boyer, Christine M. : (The City of collective Memory) ; MIT press , 1996.

- 4. Broadbent, Geoffrey: (Emerging Concepts in Urban Space Design); van Nostrand Reinhold, international ,USA,1990.
- 5. Gideon, Siegfried : (Space, Time and Architecture) ; Harvard University Press, Cambridge, 1971.
- 6. Krier, rob : (Urban Space), Academy Edition, 1979.
- 7. Lofland, Lyn H. : (A world of Stranger Order and Action in Urban Public Space), Basic book inc. Publishers, New York, 1973.
- 8. MacMillian's modern dictionary, the MacMillian company, New York, 1945.
- 9. Nesbitt, Kate : (Theorizing a New Agenda for Architecture), Princeton Architectural, press NY, 1998.
- 10. Rapoport, Amos: (Human Aspects of Urban Form Towards a Man-Made Environment Approach to Urban Form and Design), Pergamon, New York, 1977.
- 11. Rowland, Jon : (Community Decay), Penguin Books, 1973.
- 12. The New Encyclopedia Britannica, Macropaedia, volume 1, Publisher William Beniton, 1973.
- 13. www.architectureschool.com.

التشكيل الهندسي للقاعات الموسيقيه عبر العصور

ا.د.صبا جبار نعمه تحرير تقي علي قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة- جامعة بغداد

ABSTRACT

The main title of the study is "THE GEOMETRICAL FORM IN MUSICAL HALL THROUGH THE CLASSICAL AND MODERN AGES"

We live in a world full of sounds performed by human and different creatures which surround us from every direction, it's not strange to know that acoustics has gone a long way through human experience because its related to many sides as mathematics and physics with accordance to architecture side, This side is related to the nature of space and its speech or music variation, each use has certain determiners that affect the efficiency of acoustic performance.

Musical halls have a main characteristic on the design and performing level through different periods. The architectural and acoustical literature's have dealt with this type of hearing space in deter minding the geometrical role in music halls design have never been studied with connection with music properties and in comprehensive way, and for this reason it was specified as research problem (The role of the shape, dimension, rates size and relation)

So there are many acoustic features in musical sound affected by acoustic space geometry (shape, dimension, rates, size, and relation)

Thus the researches aim the following:

Finding the geometrical evolution and induct geometric efficient through:

Comparative analysis for musical spaces and halls through the classical and modern ages to discover the nature of their geometric form in a descriptive, mathematical and graphical ways and show its role in the efficiency of acoustic performance.

خلاصة البحث عنوان البحث الرئيسي : التشكيل الهندسي للقاعات الموسيقية عبر العصور

نحن نعيش في عالم مليء بالأصوات الناتجة من الإنسان والكائنات الأخرى وأيضا من قبل الطبيعة ألمحيطه بنا من كل جانب وليس من الغريب أن يكون لعلم الصوتيات تاريخ طويل في مجموع الخبرات البشرية لأنه علم واسع ذو اتجاهات رياضيه وفيزياويه وصوتيات العمارة هو جزء من هذا العلم مضاف له محدد أخر هو الجانب المعماري والذي يرتبط بطبيعة استعمال الفضاء وتفاوته بين الكلامي والموسيقي فلكل استعمال محددات معينه تؤثر في درجة كفاءة الأداء الصوتي والقاعات الموسيقية تتميز بخصوصية واضحة عبر العصور المختلفة على المستوى التصميمي

وقد تناولت الأدبيات المعمارية والصوتية هذا النمط من الفضاءات السمعية إلا وهو التشكيل الهندسي وتوضيح نوع ومستويات تأثيره على الاداء الصوتي ولكن لم يحدد بالدقة والشمولية الواضحة , وهذا ما حددته مشكلة البحث (دور كل من الشكل والحجم والأبعاد على الأداء الصوتي والموسيقي)

لذا كان هدف البحث :

تقصبي التطور الشكلي للقاعات الموسيقية واستقراء كفاءة التشكيل عبر :

التحليل المقارن لفضاءات وقاعات موسيقيه عبر العصر الكلاسيكي الحديث لاستنباط محددات وطبيعة التشكيل لها وصفيا ورياضيا وكرافيكيا وتوضيح دوره في كفاءة الاداء الصوتي .

الصوتيات ليس فقط علم وتقنية فهو ايضا فن وهندسه وهذا يتضح من خلال العلاقة الوثيقة بين هذا العلم والموسيقي عبر العصور التاريخية..[P10, 1980, Lindsay] ان دراسة تطور اشكال القاعات عبر التاريخ يعد امرا ضروريا لتقصى عملية التطور التصميمي واسبابها ومعرفة اسباب حدوث الطفرات المعرفية والفنيه في حياة الشعوب وذلك لان عملية الاكتساب الثقافي ومسالة تغير المثل والقيم الفنية لا يمكن ان تحصل بشكل مفاجئ في حياة جيل واحد بل انها مرتبطة بالزمن الذي تتعاقب فيه الاجيال ويقصد هنا بالتغير هو الاستفادة من العلوم الهندسية المتطورة لكل عصر والاستفادة من مجال الصوتيات في الحياة والألات الموسيقية المعاصرة لتلك العصور المشكلة البحثية: اهتم البحث بماهية وكيفية"التشكيل والكفاءة الصوتية" عبر تساؤل عن دور كل من الشكل والحجم والأبعاد والمواد على الأداء الصوتي الموسيقي للقاعات عبر العصور المختلفه . صياغة فرضية البحث (يؤثر التشكيل الهندسي للقاعه على ادائها ,اي وجود علاقه بين اسلوب ونمط التشكيل وكفاءة الاداء الصوتي ولاسيما للقاعات الموسيقيه الهدف من البحث: تقصبي التطور الشكلي للقاعات الموسيقية واستقراء كفاءة التشكيل. منهجية البحث: يعتمد البحث الاسلوب الوصفي التحليلي ويتوزع على محورين : 1- تحليل التطور الشكلي التاريّخي للقاعات الموسيقية بهدف تحديد الفترات التي تؤشر تطورا موضوعيا لعمارة تلك القاعات , وعبر انتخاب عدد من النماذج لكل مرحلة واجراء المقارنة التحليلية بينها لمعرفة الاشتقاقات الشكلية والعلاقات الهندسية في التشكيل ٫ اضافة الي التحليل البعدي للنموذج المدروس والوصفي للمادة المبطنة او المغلفة ومن ثم اجراء المقارنة بين النماذج المتنوعة للمراحل المختارة لأستقراء مراحل التطور الشكلي ونوعيته وكيفية اشتقاقه ومدى تاثيره على عمارة القاعات الموسيقيه حاضرا ومستقبلا.

	مجلة المندسة	2007	أذار	المجلد 13	العدد 1
تاريخية لعمارة القاعات في ذلك على المستوى	ية وربطها بالمراجع ال واسبابه ومدى النجاح	يناتها الشكا نير وكيفيته	اق تکو ی التأث	لفترة القرن العشرين واشتق في الفقرة (1) لمعرفة مد	2- تحليل نماذج عالمية الموسيقية والتي نوقشت الارابا
عبر العصور المختلفه	تيه للقاعات الموسيقيه	ريه والصو :	المعما سوتي	عده معرفيه عن المحددات ل الهندسي وكفاءة الاداء الح المقار نه فقد تم التقسيم الز من	النصميمي والاداني. ا همية البحث: توفير قا. لكشف العلاقه بين التشكي ولتسهيل عملية التحليل و
			ي ی	ور القديمة)	1-العصور القديمه 2-قاعات القرن العشرين أ:نماذج كلاسيكية (العص
يثارة إذ ظهرت صورة قبل الميلاد. [أفاق عربية	الذي يصور لنا ألة ال إلى أواخر الألف الرابع	هو المشهد بع تاريخه ا	القديم ، وير	م آلات الموسيقية في العراق عثر عليه في مدينة الوركا. ص126]	ا-1:حضارة العراق القد ان اقدم توثيق لظهور الا القيثارة على رقيم طيني العدد 2, تشرين الاول 1978
, معبد "بل" (اله الشمس بالمدن الرئيسة .	ية التي كانت تدرس في لمدارس الكبرى الملحقه • • • • ٣ قال المدلاد	الغنائية الدين ية ملحقة باا	وص ا موسية مرديدا	ة العراق القديم الموسيقية: لحقت بالمعابد لتدريس النص مما يشير الى وجود مدارس	خصائص عمارة حضارة 1- بعض المدارس قد أ ورب العدل والمعرفه) .
أن واحد وبناية المسرح ارف بالنحت البارز من	م المسرح والملعب في تي زينت واجهتها بزخ	و، بي سك ن بناية تضم ن المسرح ال نرا	لمنقبور خشبة وركسة	لتي معبد (مرك (ك) ورايدي ي صفوف شبه دائريه لمواجها من الطابوق لتماثيل قرب الا	2- "احساب بيب الصين 3- وجود المسرح اليوذ تألفت من مقاعد رتبت به الجص ووضعت قواعد ه
ح بين التمثيل والعزف ربه الفعالدات الفنرة إن	198 ص192] لم يكن هناك عزل واض المسد حكان رجاه م جو	[الصالحي, 5 قى وكذلك ا رحدة و ازما	<u>برين.</u> للموسب متخص	ترکاتس)علی مسرحین صغ یکن هناك فضاء متخصص و رزاك او تکن هزاك قاءات	4- احتوى معبد اتر عتا(ا أ -2:حضارة الاغريق في العصر الاغريقي لم (الفعالوات الموسيقية)
یے (Lanasopulos) بید	التمثيل والادب والاناش	لمعند وراعد لموسيقية و	ض اا	ربيك تم تشن ملك دلك يمثل موضوع تقديم العرو ح الاغريقية:	(المعنايات الموسينية) المسرح الاغريقي كان التشكيل الهندسي للمسار
4] متشكلة عن انحدار للسماح للمتفرجين في	Athanasopulos 1983, وركسترا والمدرجات ال المحاطة بالأوركسترا ا	<i>أثيبًي [</i> 220 يين هما الار من التلال	ي<i>كي الا</i> ن أساس جو انب	ل Classic المسرح الكلاسير لتقليدي المكون من عنصرير لت شكل مقطع دائرة ,في ال	Athenian Theater-1 بدا المسرح ياخذ شكله ا ارضية التلال والتي اتخذ الحصول على زوايا نظر
ں الدينيه تختفي وتظهر ظهرت منطقة المنصبه	ي حيث بدات العروض ⁴ تغير المسرح حيث	لاداء الدرام شدين وبذلا	في ا <i>إ</i> د المذ	The Hellenistic Theat يلاد ظهرت تغيرات جذرية سياق قصبه مما تطلب وجو الاه ركستر ا للمنشدين	2- مسرح الهانستك er في القرن الرابع قبل الم عروض اكثر واقعيه بس
سارح الهلنستك لمعرفة	رکوس, مسرح ارتریا یل الاشکال الخاصه لم	ں, مسرح ا سرورۃ تحل	کالبولس ندفه خ	مذور ور ين هذا العصر هي مسرح المب وجد البحث وكجزء من ه طرق استنباطه	sopulos 1983,p22] ومن الامثلة على مسارح تحليل مسارح الهيلنستك الاشتقاق الهندسي لها و

O.

 مسرح الميكالبولس Megalpolis , شكل(1), (2). نلاحظ هنا تداخل الشكل المستطيل مع الشكل الدائري قاطعا جزء من الدائره الخاصه بقطاع المشاهدين حيث تلتف بزاويه 220° حول الفضاء الوسطى المخصص للاور كسترا اما المستطيل فقد اصبح كخلفيه للعروض . 2- مسرح Argos زاوية الأحاطة للشكل المقوس يكون بدرجة 220⁰ يلتف حول دائره مركزيه باتجاه الشكل المستطيل ,كما في شكل(3),(4). 220 شكل(2): شكل مسرح [المصدر -الباحثه] شکل(1): تحلیل مسرح المیکالبولس الميكاليو لس [Athanasopulos1983.P.23] الشكل (4) مسرح اركوس Argos الشكل (3):تحليل مسرح اركوس gos ما 1983, P.24 [Athanasopulos 1983, P.24] retria شکل (5):يوضح تحليل مسرح رشکل(6)) يوضح مسرح ارتريا (5): [المصدر -الباحث] [24) [24] [Athanasopulos] (شیکل(6) یوضح مسرح ار تریا Aretria

نلاحظ من التحليل الهندسي لمخطط المسرح بانه مستعمل المسلم و الفصل المسلم المسلم المعندسي لمخطط المسرح بانه مستق من تداخل الشكل الدائري ايضا مع المستطيل. وقد انفصل الاول ليشكل احاطه تقترب من 220° حول فضاء المنصه وقد تكامل الشكل الدائري مع المستطيل ليشكل تكوينا هندسيا متحدا يحتوي العروض في وسطه 3 المنصه وقد تكامل الشكل الدائري مع المستطيل ليشكل تكوينا هندسيا متحدا يحتوي العروض في وسطه 3 المنصه وقد تكامل الشكل الدائري مع المستطيل في المسلم الاول ليشكل احاطه تقترب من 220° حول فضاء المنصه وقد تكامل الشكل الدائري المعام مع المستطيل ليشكل تكوينا هندسيا متحدا يحتوي العروض في وسطه 30° حول فضاء 30° مسرح ارتريا المنكل الدائري مع المستطيل ليشكل تكوينا هندسيا متحدا يحتوي العروض في وسطه 30° حول فضاء 30° مسرح ارتريا المنكل الدائري مع المستطيل ليشكل تكوينا هندسيا متحدا يحتوي العروض في وسطه 30° ما 30° مسرح ارتريا 100° مع 180° ما 180° ما 30° ما ما ما ما 30° ما 3

، القوس ليكون شكلا السفينيا

	مجلة المندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--	--------------	-----------	-----------	---------

من التحليل الهندسي لهذا النموذج نجد ان المخطط قد اشتق من تداخل الشكل الدائري ايضا مع المستطيل وقد وضعت نصف الدائره فقط فيه لتحيط بزاويه 180⁰ حول فضاء الاوركسترا او المنصه والتي ازيحت بدورها عن المستطيل المستطيل المحدد لبناية خلفية المنصه لتكون تشكيلا مشابها لحذوة الفرس ₍شكل(5),(6).

مما سبق يستنتج البحث بان الشكل الدائري والذي استنبط من التجمع الاارادي للجموع البشريه حول أي فعل مثير او لافت للنظر قد انعكس على اختيار الاشكال الهندسيه في ابنية المسارح القديمه لذا ظهرت الدائره كقاسم مشترك وتداخلت مع المستطيل لاسباب تصميميه وانشائيه لتحيط بمنطقة المنصه والتي تطورت لتكون منطقة اوركسترا تستوعب الفرق المرافقه للعروض الدراميه وقد كان لهذا الشكل امكانيه في توفيرمدرجات منحنيه تحيط بالفعل الادائي وتوفر زوايا نظر واتجاهيه الصوت.

Greco - Roman Theater -5 المسرح الاغريقي - الروماني المستعمرين الرومان أثرت هذه ظهرت خلال القرن الثاني قبل الميلاد تغيرات على المسرح الاغريقي بسبب افكار المستعمرين الرومان أثرت هذه التغيرات على بيت التمثيل الروماني فخلقت نوع من المسرح ذات نمط انتقالي وسيط بين الاغريقي والروماني والذي عرف بـ (Greco – Roman) المسرح الاغريقي كذلك

وقد وجد البحث ضرورة تحليل النماذج المذكوره مساحيا وشكليا لاستقراء الاشتقاقات الشكليه لها. التحليل الشكلي للمسارح :

عند دراسة التحليل الشكلي لمسارح هذا العصر يمكن ملاحظة اقتراب اشكالها الى البيضوي او الاهليجي او أحيانا الدائري .

1-مسرح ديلوس Delos : من التحليل الشكلي لهذا النموذج نجد اقتراب منطقة الحضور من الشكل نصف البيضوي (نصف دائره ازيحت عن المركز المشترك) وقد تكامل مع الشكل المستطيل الذي يمثل منطقة خلفية المنصه من دراسة هذا الشكل نجد ابتعاد صفوف الحضور عن مركز الشكل والتفاف المدرجات بزاوية 220-220 درجه , شكل(7), (8).



2-مسرح ترميسوس Termessos

عند تحليل شكل هذا المسرح نجد في هذا المثال اختزال منطقة الحضور على حلقه واحده تحيط بمنطقة الاوركسترا وبزاويه 210-180 درجه وتنتظم حولها وتتكامل مع مبنى المنصه كما ظهرت ممرات الحركه لتحدد قطاعات الجلوس باشكال مروحيه

> تلتف بعلاقات هندسيه الدائره الوسطيه المتمثله الاوركسترا كما تعطي وسماع جيده وبما يتلائم



التشكيل الهندسي للقاعات الموسيقيه عبر العصور .

خطوط البصر والسماع شكل (9), (10). 3- مسرح ابيدورس Epidaurus عند التحليل الشكلى لهذا المسرح يظهر اقترابه الى الشكل الاسفينى متاثرا بشكل مسرح الهلنستك كذلك يظهر تشابه مع مسرح ديلوس Delos تتداخل الاشكال المنحنية في تشكيل هذا المسرح لتكون منطقة مدرجات الحضور كذلك تظهر المنصه بشكلها المستطيل المتداخل مع الشكل الاسفيني شكل(11). وقد وجد البحث ضرورة دراسة المقطع ونسبه وتحليله لاحد هذه النماذج تحليل مقطع عمودي في المسرح Epidaurus ان زاويه الانحدار للمدرجات تكون 40° الشكل(11):تحليل مسرح ابيدورس Epidaurus [المصدر , الباحثه] زوايا النظر للحضور يمكن حسابها من خلال معرفه تصميم المدرجات لمسرح الEpidaurus . [Izenour1983,P.18 الارتفاع 33 سم ارتفاع الانسان في حالة الجلوس 111 سم االعرض 73 سم وبذلك يكون ارتفع نظر الجالس على مسرح 144 Epidaurus سم,ولمعرفة زوايا النظر للجزئين من المدرجات تم اختيار نقطتين A,B التي تمثل كل منهما شخص جالس على مدرج **(نقطه مرکزیة)** شکل(12). من خلال التحليل يمكن ان نستخرج زوايا النظر بالنسبه للشخص الجالس في كل من النقاط A وB التي تكون (20 ° و 15°) في المقطع العمودي في اما بالنسبه شكل(12):التحليل الهندسي لمقطع في مسرح ابيدورس [المصدر ,الباحثة] زاوية الصفر فهي تمثل مستوى نظر الانسان الطبيعي والزوايا A,B تمثل زوايا النظرمن النقطه صفر (مستوى النظر الطبيعي) الى اوطئ نقطه في المنصة. بدأت منصبة العرض بالتوسع حتى وصلت عمقها الى اكثر من 6م يتكون مسرح ديلوسDELOS من 26 صف لمقاعد الحضور من الجزء المنخفض من المسرح و17 صف في الجزء الأعلى حيث يستوعب 5500 شخص اما مسرح EPIDAURUS فان استيعابه اكبر 4 مرات من مسرح DELOS حيث يصل استيعابه الى 20000 شخص WWW.GEORAMA.GR/ENG من خلال الرسومات التوضيحيه للمسارح في اعلاه يمكن حساب النسب الكتليه بين المنصبه وحلقات الحضور

من حكرن الرسومات اللوصيحية للمسارح في أعلاه يمكن حساب النسب الكلية بين الملصة وخلفات وكذلك نسبة الاحاطة لمنطقة الحضور لكل من المسارح الثلاث وحسب الجدول(1).

المجلد 13 العدد 1

مجلة المندسة أذار 2007

جدول(1):مقارنه بين المسارح الاغريقيه-الرومانيه [المصدر الباحثه]

EPIDEURUS	TERMESSOS	DELOS		يكون التفاف
%65	%21	%10	النسبة الكتليه بين المنصه وحلقات الحضور	الحضور حول مساحه وسطيه
الجزء الاول° 220 الجزء الثاني° 180	220°	220°	نسبة الاحاطه	للمنشدين, من خلال دراسة

التحليل الشكلي لمسارح هذا العصر هو اقتراب اشكالها الى الشكل البيضوي او الاهليجي او احيانا الدائري . أ-3: حضارة الرومان

تشبه المسارح الرومانية في تصميمها المسارح الاثينيه وذلك بسبب عودة الرومان في بداية الولايه الرومانيه الي نمط المسرحيات الأثينيه (التمجيد بالاله) وبذلك تاثرت باشكال وتصاميم المسارح اليونانيه (Athanasopulos] 1983,P34

وقد وجد البحث ضرورة المقارنه لاستقراء الفروقات الشكليه والبعديه .

فلوقارنا بين المسرح اليوناني نلاحظ ما يلي وحسب الجدول (2)

المسرح الروماني	المسرح اليوناني
تغير في الوظائف الاساسيه للعناصر التشكيليه فقد شغلت الفضاء الوسطي مدرجات اضافيه للحضور	تغير في الوظائف الاساسيه للعناصر التشكيليه فقد تحول الفضاء الوسطي الى اوركسترا
تغيرت العلاقه بين منطقة العروض والحضور حيث العلاقة اصبحت متقابله وتحولت منطقة الاوركسترا الى مدرجات	اتخذت منطقة المشاهدين شكلا حلقيا تحيط منطقة العروض(الاوركسترا)والاشكال متحده حول منطقة مركزيه اي (العلاقه مركزيه)
اندمجت المنصه مع الحضور والاوركسترا مما غير من شكل المسرح	المنصة حافظت على شكلها المستطبل واستقلالها عن الاوركسترا و المدرجات
نتيجه لتغير طبيعة الفعاليات تحولت الاوركسترا الى مدرجات للحضور	احتفظت الاوركسترا بوظيفتها وشكلها
العناصر الوظيفيه الثلاث اتحدت مع بعضبها مكونا شكل واحد حول فراغ وسطي	العناصر الرئيسيه الثلاث للمسرح هي الاوركسترا المنصبه ومنطقة الحضور
تم استخدام التظم الانشائيه من جدران حاملة ومنظومات الاقبية والاقواس لاسناد المدرجات	تم استخدام التلال لتشكيل منطقة المدرجات

جدول (2):مقارنه بين المسرح الروماني واليوناني [المصدر الباحثه بالاستناد على Athanasopulos]

التحليل الشكلي لمسارح الرومان 1- التحليل الشّكلي لمسرح اسبيندس ASPENDUS نلاحظ تحول الشكل من الدائري الى الاهليجي نتيجه لتداخل شكل المستطيل مكونا فراغ بشكل نصف دائرة , شكل المسرح متاثر بمسارح فترة الهلنستك وخاصة مسرح Eretria شكل(13),(14).

> 2-التحليل الشكلي لمسرح الكولسيوم





التشكيل الهندسي للقاعات الموسيقيه عبر العصور .

صبا جبار نعمه تحرير تقي علي

مسرح الكولسيوم ذو شكل بيضوي نقى مؤلف من تداخل حلقات بيضويه مختلفة الابعاد متحده مع بعضها حول منطقه مركزيه حيث ان الشكل البيضوي الخارجي يشكل منطقة الحضور اما الشكل الاخر الذي يقع في المركز يشكل المنصبه التي تجري عليها الفعاليات في المسرح شكل(15),(16).

عند تحليل ألمقطع العمودي يمكن ان نستخرج زوايا النظر بالنسبه للشخص الجالس في كل من النقاط A,B,C,D والتي تكون (° 20, 16 ° 24, ° 25°) في المقطع العمودي اما بالنسبه لزاوية الصفرفهى تمثل مستوى نظر الانسان الطبيعى والزوايا A,B,C,D تمثل زواياالنظرمن النقطه صفر (مستوى النظر الطبيعي) الى اوطئ نقطه على المنصة. شكل(17).



ان المنصبة في هذا المسرح تكون أوطئ من المدرجات بحوالي 3.60 امتار كذلك فان أرتفاع بناية المسرح يبلغ 48.5 متر. [www.the-colosseum.net]

له بين المسارح الرومانيه ومات التوضيحيه للمسارح ن مسرح الكولسيوم ومسرح	رح Cold الک لے یوم [مصدر -البا،	شكل (16):مس الكولسيوم www.the- osseum.net 15) شكل (15			
نسبة كتلة المنصه الى منطقة الحضور	مساحة المنصه	مساحة المسرح	نسبه الاحاطه	اسم المسرح	
%12	2625م ²	23317م ²	്360	COLOSSEUM	المبيدس وحسب
%20	780م ²	3925م ²	°180	ASPENDUS	الجدول(3)

البيئه الصوتيه عند الرومان والاغريق انبثقت القاعة كفضاء من للاستماع جدول (3): المقارنه التحليليه بين المسارح الرومانيه [المصدر-الباحث] المتمثل بالمسرح المسرح الكلاسيكي المفتوح والمسرح الرومانى حيث الاغريقي هناك الدلائل التي تشير الي ان الاغريق والرومان قدموا افكار عملية للمباديء الصوتية مثلا في اختيارهم للمواقع الطبيعية لبناء مسارحهم المفتوحة . من المعروف ان شروط الاستماع في الخارج عاده تكون ضعيفه خاصة اذا كان المستمعون يجلسون على مقاعد غير متدرجة بسبب اعاقة خطوط السماع مما يؤدي الى : 1- تفقد الموجات الصوتية طاقتها عند انتقالها في الهواء. 2- الامتصاص الصوتى الناتج عن الحضور. 3- تداخل الضجيج الناتج من مصادر اخرى . [Doelle 1972,P8] **1-4:العصور الوسطى** [فريد 1989 , ص47]

	مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--	--------------	-----------	-----------	---------

لقد ساهمت الكنيسة في تهيئة الموسيقيين والمنشدين والمؤلفين وساعدت الكنيسة مساعدة سخية أيضا في صناعة الألات الموسيقية الضخمة من نوع الاورغن والنواقيس وكانت الة الاورغن الحاوية على مئات بل ألاف الأنابيب الصوتية الموجودة داخل الكنيسة تفرض كذلك على مصممي الكنائس من المعماريين والبناءين تصميما خاصا يساعد على انتشار الصوت بشكل صحيح داخل الكنيسة بعيدا عن حدوث الصدى والضجيج فريد,1989,ص50] بعد سقوط الامبر اطورية الرومانية كانت تمثل الكنيسة النوع الوحيد من القاعات في العصور الوسطى وبما ان المعرفة الصوتية للفضاءات المغلقة والبيئة الصوتية من العصر الكلاسيكي قليلة جدا ادى الى انعكاس ذلك على قاعات الكنائس التي اتصفت بضعف فهم الكلام وبزمن ترديد طويل [Doelle1973,P.8] كذلك كثرة زخرفتها الداخلية وتماثيلها ساعد على انتشار الصوت بشكل صحيح داخل الكنيسة بعيدا عن حدوث الصدى والضجيج . [فريد 1989 ص50] عصر النهضة (الرينسانس) زاد الاقبال على دور العرض المسرحي مما تطلب استخدام اشكال تستوعب اكبر عدد من الحضور وبذلك تغير شكل نصف الدائري لمنطقة الجلوس والتي شاعت سابقا الى الشكل البيضوي و الاهليجي وكما في مسرح teatro Farnese حيث يستوعب 2500 شخص. مقارنه بين المسرح الروماني ومسرح عصر النهضه: جدول (4) وقد وجد البحث من الضروري تقصى الاختلاف الشكلي بين العماره المؤثره (الرومانيه) والمتاثره (النهضه) المسرح الروماني مسرح عصر النهضه ic il i

4	منطقة الجلوس دات للكل تصلف دائري	متطفه الجنوس أهليجيه السكن
انماط	الغاء منطقة الاوركسترا وتحولها الى منطقة جلوس	ارجاع منطقة الأوركسترا التي الغيت في المسرح الروماني
مسارح	اندماج المنصبه مع منطقة الجلوس	الفاصل بين المنصه ومنطقة الجلوس هي الأوركستر ا
عصر		المسرح مغلق والجدران تحيط بمكوناته الفضائيه
النهضة:	المسرح معتوح	
ظهرت انماط ال	المشاهد كانت ذات بعدين	ادخال البعد الثالث في منطقة المشاهد من خلال توظيف فكرة
عديدة من		المنظور

جدول (4):مقارنه بين المسرح الروماني ومسرح عصر النهضه [المصدر -الباحث]

المسارح في انحاء مختلفة من اوربا خلال عصر النهضة ومنها : 1- منصة عصر النهضة الايطالية.

المسرح الالزابيثي.

1-مميزات عصر النهضة الإيطالية : من افضل الامثلة الموجودة في ذلك العصر هو مسرح Teatro Olimpico ومن مميزات هذا المسرح: 1- تم استخدام مادة الخشب. 2- يستوعب عدد كبير من الحضور يصل الى 3000 مشاهد. 3- كان البناء مغلقا واتخذ شكلا مستطيلا. 4-اتخذت منطقة الجلوس شكلا اهليجيا بدل الدائري لازدياد الاقبال على دور العرض المسرحي مما تطلب استخدام شكل يستوعب اكبر عدد من الحضور ويوفر شروط رؤيا وسماع افضل. ومن المسارح المتميزه والمعاصره انذاك مسرح تياترو فارنس TEATRO FARNESE والذي شيد عام 1618 في ايطاليا.

التشكيل الهندسي للقاعات الموسيقيه عبر العصور .

عند تحليل هذا المسرح نلاحظ ان الشكل يتكون من جزئين المنصه ذات الشكل المستطيل ومنطقة الحضور التي اتخذت شكلا جديدا هو شكل U-SHAPE الذي استوعب عدد كبير من الحضور وكما





موضح في الشكل(18). عند اخذ نقاط في منطقة الجلوس لمعرفة زوايا النظر نلاحظ ضعف الرؤيا في نهايات الشكل,وكما في الشكل(19) والجدول(5).

الزاويه رقم 3	الزاويه رقم 2	الزاويه رقم 1
24	26	18

جدول(5): زوايا النظر في مسرح تياترو فارنيس [المصدر-الباحثة]

مميزات منصة مسرح تياترو فارنيس

يمكن ان نلخص اهم ما يميز منصة مسرح تياترو فارنيس وكما يلي : 1-المنصه كبيره تمثل نصف مساحة الشكل (50%) والنصف الاخر تتمثل بمنطقة الجلوس+ مشاهد (50%) 2- استخدمت منصه الفتحه في هذا الشكل والتي اظهرت معوقات بسبب الاطار (قوس ضخم يمثل الاطار الفاصل) ,اعتبر هذا المسرح بداية انبثاق منصة الفتحه وكانت هذه المنصه تحتوي على مشاهد ثلاثية الابعاد أي ادخل مبدا المنظور . [Athanasopulos 1983,p65] 3- يبلغ ارتفاع منصة الفتحه 5 م وتمتاز بكثرة الزخارف والنقوش التي كانت تعمل كمبعثرات وتسهم في عملية الانتشار الصوتي 4- ان زاوية انحدار المسرح هي 37° , شكل (20).

4- ان راوية الحدار المسترح هي 37° , سكن(20). 5 - استيعاب المسرح 25000 شخص وان فكرة ترتيب منطقة الجلوس ولدت فيما بعد قاعات ذات شكل حذوة الفرس التي تم استخدامها في القرن الثامن عشر.

الفرس التي تم استخدامها في القرن الثامن عشر. 6- مساحة المسرح 3063م² اما مساحة المنصبة 1532م² .



Alla Scala المصمة من قبل Piermarina عام 1778 [Beranek1996,P.7] معام Beranek1996,P.7] معام 1778 [Beranek1996,P.7]

التشكيل الهندسي للقاعات الموسيقيه عبر العصور .

(3)	
قاعات عصر النهضه	قاعات العصر الكلاسيكي
ترتيب منطقة الجلوس بهيئة U-Shape	ترتيب منطقة الجلوس بهيئة حذوة الفرس
لا يحتوي خندق للاوركسترا	ادخل خندق الاوركسترا لاول مره
استخدمت منصة الفتحه	استخدمت منصة الفتحه
تستوعب 3000 شخص تقريبا	تستوعب 30000 شخص تقريبا
لا تحتوي على شرف او مقصورات	اعتماد نظام المقصورات
زوايا النظر من 18 °-26 °	زوايا النظر من 25°-40 °
نسبة كتلة المنصه الى المسرح 50 %	نسبة كتلة المنصه الى المسرح 50 %
مساحة القاعة 4000م ²	متوسط مساحة القاعة 7500 م ²

تاثرت قاعات هذا العصر بقاعات عصر النهضه ولذلك قد وجد البحث ضرورة المقارنه لاستقراء الفروقات الشكليه. والبعديه بين قاعات الفترتين وكما موضح في الجدول(6)

جدول(6): مقارنه بين قاعات العصر الكلاسيكي وقاعات عصر النهضه [المصدر الباحثة]

أ-7: الفترة الرومانتيكية

الموسيقى في العصر الرومانتيكي:

بحلول السنوات الاخيرة من حياة بيتهوفن تغيرت الموسيقى من التركيب الانيق الى التعبير العاطفي والشخصي وهو ما كان يميز الفترة الرومانتيكية .وهذا دعا الى تصميم قاعات موسيقية خاصة لالحان موسيقية معينة مثل اوبرا واكنرٍ. [فريد 1989 ص171]

البيئة الصوتية لقاعات الفترة الرومانتيكية:

1- لقد ازدهرت موسيقى الفترة الرومانتيكية في بيئة صوتية وفرت اكتمال نغمي عالي ووضوحية منخفضة لقد اكد قادة الفرق الموسيقية والمؤلفون الموسيقيون على تجارب المهندسيين بان السبب يعود الى زمن الترديد الطويل نسبيا حوالي (2.2-2.2) ثانية كذلك وجود الصدى الصوتي .
2- كتب مؤلفي هذه الفترة الحان موسيقية لقاعات معينة وعلى سبيل المثال كتب واكنر Wagner مقطوعته (السيفال) لقاعة Server في المانيا.
2- كتب مؤلفي هذه الفترة الحان موسيقية لقاعات معينة وعلى سبيل المثال كتب واكنر Wagner مقطوعته (التشكيل الهندسي للقائم) لقاعة Server في المانيا.
1- كتب مؤلفي هذه الفترة الحان موسيقية لقاعات معينة وعلى سبيل المثال كتب واكنر Wagner مقطوعته (التشكيل الهندسي لقاعات عصر الرومانسك: من الراسيفال) لقاعة Server المولي المانيا.
1- كتب مؤلفي هذه الفترة الحان موسيقية لقاعات معينة وعلى سبيل المثال كتب واكنر Wagner مقطوعته (التشكيل الهندسي لقاعات عصر الرومانسك: معنيا و على سبيل المثال كتب واكنر Wagner مقطوعته (التشكيل الهندسي لقاعات عصر الرومانسك: المانيا.
1- تشكيل الهندسي لقاعات عصر الرومانسك: المانيا.
1- تشكيل الهندسي القاعات التي صممت في تلك الفترة هي قاعة Server المانيا.
1- تحولت التي كانت ذات الشكال منحنية .
2- كان الحر القاعات التي صممت في تلك الفترة هي قاعة Server المانية المانيا.
2- ترين التواعات التي صممت في تلك الفترة هي قاعة Server المانية المانيا.
2- تحولت مقدمة منطقة الجلوس الى خندق اللاوركسترا المانيا.

3- كانت القاعة خالية من البالكونات الصندوقية الشكل التي امتازت بها جميع القاعات الاوبر الية .

4- في هذة القاعة كانت منطقة الحضور متدرجة بانحدار عالي نسبيا.

5- اعتمد منصة الفتحه. [خوجه2001 ص19]

6- استخدام الشكل المروحي لاول مره هذه القاعه على خلاف ما كان شائعا من اشكال سابقه . من خلال در اسة المخطط الافقى والمقطع الطولى تم استخراج اهم النسب والابعادالجدول (7)

مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--------------	-----------	-----------	---------

زوايا النظر	انحدار القاعه	نسبة كتله المنصه الى القاعة	استيعاب القاعه	ابعاد المنصه	ابعاد القاعه	حجم القاعه	اسم القاعة
-°20 °30	[°] 15	%50	1925 شخ <i>ص</i>	22 x27 متر	23 x 28 متر	10300 مترمکعب	قاعة واكنر

جدول(7): المقارنه التحليليه بين المسارح الرومانيه [المصدر-الباحث]

القرن التاسع عشر

ظهور الاسلوب الموسيقي الجديد لهذه الفتره بسبب التطور التاريخي والاجتماعي ادى الارتفاع التدريجي في شعبية الحفلات الموسيقية الاوركستر الية بحوالي منتصف القرن التاسع عشر الى بناء القاعات الكبيرة الضخمة او المخصصة للحفلات الموسيقية والتي امتازت بتوفير الانعكاسات الطويله خصائص عمارة القرن التاسع عشر: ومن ابرز القاعات الموسيقيه لهذه الفتره هي قاعة بوستن 1863 تحليل قاعة بوستن: 1- تتسع لحوالي 2400 شخص. 2 - لها زمن ارتداد فوق 1.8 ثانية (بوجود الحضور). 3 –الصوت في قاعة بوستن واضح وذو حيويه ودفيء ونغمه موسيقيه متوازنه. 4 – تحوي شرفات جانبيه التي ساهمت في زيادة الانعكاس الصوتي. 5 – ارتفاع المنصه 4.3 متر. 6 – الجدر ان مغلفه بمادة الجص والخشب السميك لزيادة صفة الانعكاس الصوتي. 7- حجم القاعه يبلغ 18.750 متر مكعب. 8- مساحة القاعه 57.5 x 25 متر =1437.5 متر مربع. 9- مساحة المنصبه 20 x 12.5 متر وتساوى 250 متر مربع 10- نسبة كتلة المنصبه الى القاعه تقريبا 17%] www.free-definition.com/theatree-ب: نماذج معاصرة (قاعات القرن العشرين): مميزات القاعات الموسيقيه في القرن العشرين التصاميم الحديثه المعاصره للقاعات الموسيقيه تتطلب توفير محددات تصميميه للموسيقي الاوركستر اليه الحديثه ذات الاسلوب المتنوع حيث هي موسيقي ذات إجلال ووضوح وعقلانيه وابداع وتحتاج الى فضاءات سمعيه بوضوحيه عاليه high definition المشابهة لمتطلبات موسيقى باخ bach.وقد صممت القاعات الحديثه لاحتواء هذه المتطلبات مع زمن تردد قدره 1.4 ثانيه (بوجود الحضور) للترددات المتوسطه ووضوحيه عاليه ويشار اليها بالقاعات ذات التردد العالى Hi Fi. اما الموسيقي الحديثه ذات الابعاد الوجدانيه passionate فانها تتطلب قاعه

التشكيل الهندسي للقاعات الموسيقيه عبر العصور .

ذات اكتمال نغمي عالي ووضوحيه قليله وهذه الصفات الصوتيه انعكست على محددات التصميم المعماري للقاعات واثرت في محدداتها الشكليه وتبطينها الداخلي .[Beranek1996,P.9] اشكال قاعات القرن العشرين

1- الشكل المستطيل المضغوط shoebox shape: ظهرت استخدامات الشكل في القاعات الموسيقيه متاثره بقاعات القرن التاسع عشر ومحاولة الاستفاده من مميزاتها الصوتيه كالانعكاسات الجانبيه مثل قاعة Royal Festival Hall





استمر الشكل المستطيل على القاعات المستطيل على القاعات أ- قاعة اوركرد 1989 و من المستطيل على القاعات وقتنا الحالي فنلاحظ كثرة استخدامه في مختلف القاعات العالميه مثال على ذلك قاعة Orchard في طوكيو التي انشات سنة 1989 و يمكن مقارنتها بقاعة بوستن التي انشات في القرن التاسع عشر .

مقارنه بين قاعة بوستن وقاعة Orchard اوركرد جدول(8):

نسبة الطول الى العرض L/W	نسبة الارتفاع H\Wالعرض	R.T Sec	حجم المنصه (م ³)	حجم القاعه (م ³)	سعة القاعه	اسم القاعه
1.57	0.94	1.8	4.000	20.500	2.150	Orchad
1.71	0.81	1.85	1.937	18.750	2.625	Bostan



جدول(8):مقارنه بين قاعه بوستن وقاعة اوركرد المصدر الباحثة بالاستناد على بير انك]

2-الشكل المروحي

ان اول ظهور لهذا الشكل هو في قاعة واكنر Wagner 1876 واعتبر شكلا نموذجيا لمباني القاعات في جميع انحاء العالم خلال القرن العشرين مثل قاعة Helsinki في فلندا وقاعة Tanglewood في الولايات المتحده كذلك قاعة الفا التو,

شكل(23).

حيث ساعد هذا الشكل في تحقيق توزيع الانعكاسات الصوتيه مع انتشارها

سماع الانعكاسات الجانبيه لاكثر من جهه اضافة التخلص من العيوب الصوتيه الناتجه عن الجدر ان المتوازيه . <u>www.coxt.freeserve.co.uk\shape</u> مقارنه بين قاعة واكنر 1876 وقاعة التو 1988. جدول(9):

			جدون(ع).	النفق 1900 ، ا	10/ و20	العه والطر 0
نسبة الطول الى العرض L/W	نسبة الارتفاع H\Wالعرض	R.T occ sec	حجم المنصه (م ³)	حجم القاعه (م ³)	سعة القاعه	اسم القاعه
0.97	0.385	1,4	1500	10300	1925	واكنر

مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1



3-الاشكال المنحنيه

بالرغم من المشاكل الصوتيه التي يظهرها الشكل المنحني من خلال امكانية تركيز وتجميع الصوت في نقاط معينه تعرف بالنقاط الحاره hot spots لكنها تبقى اشكال مفضله من قبل المعماري بالرغم من رفضها من قبل استشاري الصوتيات .وقد استعمل هذا الشكل في قاعات القرن العشرين حيث ظهرت قاعات بشكل بيضوي وشكل دائري كان اول ظهور لهذة الاشكال هو في مسرح الاغريقي والمسرح الروماني ويمكن ملاحظة التشابهه بين قاعة العقم المعاري عاد الذي المعاري من عليم من رفضها من قبل المعماري بالرغم من رفضها من قبل معينه تعرف بالنقاط الحاره معام من ألفل معينه تعرف بيضوي استشاري الصوتيات .وقد استعمل هذا الشكل في قاعات القرن العشرين حيث ظهرت قاعات بشكل بيضوي وشكل دائري كان اول ظهور لهذة الاشكال هو في مسرح الاغريقي والمسرح الروماني ويمكن ملاحظة التشابهه بين قاعة العام المعاري العشرين من خلال المقارنه التي المعار معن معين المعار المعار (10), شكل (24) .





مقارنه بين مسرح الكولسيوم وقاعة Royal Albert

6عدد الطبقات	مساحة	مساحة	سعة القاعه	اسم القاعه
• -	المنصه (م ²)	القاعه (م ²)		
3	2625	23.317	50.000	الكولسيوم
4	176	1641	6.080	البرت

جدول (10): مقارنه بين مسرح الكولسيوم وقاعة البرت[المصدر الباحثة]

4- شكل درجات الكروم VINEYARD

ان تطور علم الصوتيات خلال القرن العشرين ادى الى ابتكار اشكال جديده للقاعات الموسيقيه تتميز بتقسيماتها لمناطق الجلوس من خلال وجود الجدران التي تساهم في زيادة الانعكاسات ويسمى هذا التقسيم شكل درجات الكروم (www.coxt.freeserve.co.uk/shape

ومن الامثله قاعة Costa Mesa ان تصميم القاعه ساعد في احداث الانعكاسات الاوليه والمتاخره لجميع المقاعد حيث وجود الالواح المائله في الجزء الاعلى من الجدران الجانبيه ساعد في توجيه الصوت من منطقة الاوركسترا الي



شكل(25):انعكاس الأشعه الصادره من المصدر S على الألواح المائله الموجوده في الجزء الأعلى من الجدران الجانبيه من منصة costa Beranek1999,P.440] mesa مجاميع الحضور . بالإضافه الى ذلك فان الانعكاسات الاوليه التي تصل الى وسط القاعه تاتي من الجدران الجانبيه , لمجاميع الجدران المحيطه بمستويات المقاعد المختلفه اما قاعه برلين Berlin philharmonie ان المعماري هانس شارون استخدم المبدا القطري في قاعة Berlin philharmonie . <u>www.coxt.freeserve.co.uk/shape</u> فان في هذه القاعه لا يوجد مستمع يبتعد اكثر من 30 متر عن الاوركسترا (المنصه) كما تم تقسيم الحضور الى مجاميع تستلم انعكاسات اوليه من الجدران الجانبيه التي تحيط بهم باستثناء الجدار الخلفي ومقدمه تدرجات المجاميع (تدرجات الكروم) توفر انعكاسات اوليه من الجدران الحانبيه التي تحيط بهم باستثناء الجدار الخلفي بالاضافه الى ذلك فان اتعكاسات اوليه من الحدران المالية التي تحيط بهم باستثناء الجدار الخلفي الاضافه الى ذلك فان اتعكاسات اوليه تتوفر العكاسات اوليه من الجدران المالية من والحضور الحاليين في وسط القاعه بالاضافه الى ذلك فان اتعكاسات اوليه تتوفر الماضي من خلال السقف المحدب في القاعه

مقارنه بين قاعة Berlin philharmonie و قاعة costa mesa , جدول (11).

نسبة الطول الى العرض L/W	نسبة الارتفاع H\Wالعرض	R.T sec	مساحة المنصه (م ²)	حجم القاعه (م ³)	سعة القاعه	اسم القاعه
1.88	0.59	1.6	223	27.800	2.903	costa mesa
1.68	0.3	1.9	1.725	21.000	2.335	Berlin philharmonie

جدول (11):مقارنه بين قاعة برلين وقاعة costa mesa جدول (11):مقارنه بين قاعة بالاستناد على بيرانك]

ا**لمقارن** (12) خلاصة **ج:نتائج التحليل** يوضح الجدول

للمقارنة التحليلية بين امثلة مختلفة للفضاءات التي تستوعب الفعل الادائي الموسيقي.

		ų	· · ·			ų.			-
زوايا النظر	زوايا انحدار القاعه	مساحة القاعه (م ²)	مساحة المنصه (م ²)	نسبة المنصه الى الحضور	استيعاب القاعه (شخص)	نسبة التفاف الحضور	علاقة الاشكال	شكل القاعات	الاسم
-°25 °40	°35	-1014 282	-120 225	-%20 %40	-300 1000	°180 °220	منطقة المشاهدين اتخذت شكل حلقي تحيط بمنطقة الاوركسترا والعلاقه مركزيه	اتخذ شكل منحني يقترب من الدائره	قاعات العصر الاثيني
-°25 ° 40	°40 -	7500	345	% 21	- 5500 30000	°210 °220	التفاف منطقة الجلوس بشكل منحني حول المنصبه	تاثير روماني مع فخامه في	قاعات العصر الاغريقي

	°45						المستطيله والعلاقه مباشره	العلاقه الشکليه	
-° 15 °25	°37	- 3925 23317	- 780 2625	%20	يصل الى 5000	-°180 °360	اندمجت المنصبه مع الحضور والاوركستراوالعلاقه متقابله	البيضوي الدائري	المسارح الرومانيه
- °15 °25	°37	3063	1532	%50	3000	°180	ارجاع الأوركسترا ادخال المنظور العلاقه متقابله	اهليجي	عصر النهضيه الايطالي
- °15 °30	37	453	80	%25	3000	°300	منصه ممنّده , و العلاقه وثيقه بين المؤدي و الحضور	شكل مضلع او دائري حول فناء وسطي	مسرح اليزبيث
-°20 ° 30		4000	600	%50	2000	_	تحولت منطقه مقدمة الجلوس الى خندق الاوركسترا	حذوة الفرس المروحي	عصر الباروك
°40	-	14400	250	%17	2400	-	المنصبه مستطيله العلاقه متقابله بين المؤدين والحضور	مستطيل	قاعات القرن التاسع عشر
-° 20 ° 30	°10 - °30	-500 3000	-100 1000	% 50	- 1000 3000	-0 -180° °360	العودة الى العلاقات الهندسيه التي نتصف بها قاعات العصور القديمه	مستطيل مروحي , مقلوب منحني ,شكل غير منتظم	قاعات القرن العشرين

أذار 2007

المجلد 13

العدد 1

مجلة المندسة

يوضح الجدول (12) خلاصة للمقارنة التحليلية بين امثلة مختلفة للفضاءات التي تستوعب الفعل الادائي الموسيقي.

الاستنتاج:

توصل البحث إلى مايلي: 1-التطور الشكلي: وجد البحث ومن خلال دراسة النماذج السائدة في كل عصر ومقارنة الامثلة المنتقاة في الحالة الدراسية. ان الشكل الدائري كان اسمه التشكيل الهندسي في العصور الكلاسيكية وان كان قد تطور نحو البيضوي والاهليجي ليتناسب مع زيادة السعة المطلوبة في مدرجات الحضور. كما وجد البحث بأن تأثير العصور الكلاسيكية قد بقي واضحا في المسرح الاليز ابثي مع اختلاف الحجم والسعة. وكذلك في عصر النهضة مع المحافظة على نفس السعة في العصور الكلاسيكية وذن كان قد تطور نحو البيضوي والاهليجي وقد تطبيق ونتصادية وحتى سياسية تتعلق بطبيعة عصر النهضة واختلافها عن العصور الكلاسيكية وذلك مرتبط بمحددات اجتماعية وقد تطابقت نتائج التحليل الشكلي التي توصل النهنا والمحث مع طروحات والوسطى.

وجد البحث ظهور اشكال ثورية نسبة لما كان سائدا منها المروحي في العصر الباروكي (اوبرا واكنر) وأخرى كلاسيكية مطورة (حدوة الفرس) والمستطيل في بداية القرن العشرين كما في (قاعة بوسطن). هذه التحولات الثورية ارتبطت بمحددات اجتماعية وفنية اضافة الى الامكانات المعمارية والانشائية, وقد تطابقت نتائج التحليل المقارن للبحث مع ما اشارت اليه بعض الدر اسات السابقة منها در اسة Doelle وتصنيفه لاشكال القاعات الرئيسية وطروحات Izenour التوثيقية لتطور الفضاءات السمعية. اوجد التحليل المقارن للبحث في هذه الفقرة ان الاشكال الدائرية وتطور اتها (البيضوي, الاهليجي, حدوة الفرس) قد ارتبطت بعلاقات هندسية مع المنصبة التي كانت تتباين في مواقع وتسمية اجزائها (مقدمة خندق أوركستر ...) بشكل توافقي مع نوع العروض السائدة أنذاك. شهد القرن العشرين وخاصة مرحلة المنتصف والنهاية منه تطورا واضحا في الاشكال فأظهر التحليل المقارن تطور الشكل المستطيل الذي اقترن بالقاعات الموسيقية وحسب ما ورد في الكثير من الطروحات منها تصنيف Doelle لأشكال القاعات الموسيقية, ومنها در اسات Gade المعمارية الموسيقية ومنها التوصيفات التاريخية لـ Athanosopulos و Izenour فقد اظهر التحليل المقارن تطورا للشكل المروحي المستطيل, والمروحي المقلوب. وان كانت معظم الطروحات لم تفرز تصنيفا تحت هذه التسمية إلا ان انتشارها ورقي ادائها يجعل من الضروري فرد تصنيف واضح لهذه الاشكال. 2-الحجم والسعة: اظهر التحليل المقارن نزعة نحو زيادة السعة امتدت منذ العصور الكلاسيكية وحتى القرن العشرين وتذبذب لها بحدود 1000-3000 مقعد, مع استثناء النماذج المبكرة في الحضارات الكلاسيكية التي كانت تصل الي 30.000 مقعد ولو اخذنا بنظر الاعتبار ما يجري الان من عروض موسيقية في الملاعب الرياضية والساحات المكشوفة لوجدنا مثل هذه السعة ايضا متوفرة في هذه الاماكن. ان نوع الفعالية والحضور (السعة) ارتبطت بمحددات اجتماعية وفنية تتعلق بالانتاج والاداء والتلقي انعكست بدور ها على العمارة والانشاء في تصميم وتشكيل وتبطين القاعات الموسيقية. فنجد في النماذج المدروسة علاقات شكلية وحجمية تفسر التطور الشكلي في الفضاءات السمعية المخصصة للموسيقي وتفسر تطور الاداء والتلقي ايضا". 3-العلاقة بين المنصة ومنطقة الحضور: اوضحت الدراسة التحليلية لدى مقارنة الامثلة في الدراسة بأن العلاقة بين المنصة ومنطقة الحضور كانت تحدد بنسب معينة والتي بدورها اختلفت عبر التطور الشكلي التاريخي فنجدها في العصور الكلاسيكية بحدود 21-20% منصبة/ قاعة, وقد ارتفعت الى 50% منصبة/ قاعة في عصر النهضبة وانخفضت الى 17-20% منصبة/ قاعة في قاعات القرن التاسع عشر ثم ارتفعت الى 50% في قاعات القرن العشرين.

ان هذا التباين في النسب مرتبط بمدى التركيز على هذه العلاقة ونوع الفعل الادائي وطبيعة الامكانات المخصصة لتأديته. فترتبط بالموسيقى- تطور ها- امكاناتها الادائية (الاداء) اضافة الى الثقافة- المجتمع- (التلقي).

4- زوايا النظر والرؤيا: اوضحت الدراسة التحليلية وعبر استنباط زوايا انحدار النماذج المدروسة وزوايا النظر من المخططات العمودية للامثلة المدروسة. ان زوايا الانحدار تتناسب طرديا مع سعة القاعة وتتوازن مع مساحة المنصة ويجد البحث عناية واضحة حول هذا الموضوع في مختلف النماذج ما يظهر وعيا لأهمية المحدد البصري مع السمعي في انجاح الاداء في القاعة الموسيقية.

مجلة المندسة أذار 2007 المجلد 13 العدد 1 المصادر اسماء المصادر المستلمه من الشبكه الدوليه للمعلومات Internet Web 1- www.Georama.GR/ENG 2-www.the-colosseum.net 3-www.greatbuilding.com 4- www.nagata acoustic news.com 5-www.free-definition.com/theatre 6-www.coxt.freeserve.co.uk/shape المصادر الاجنبيه 1- Beranek, L, L"Music, Acoustics, and Architecture", John Wiley and sons, Inc. 1962 2- Beranek, L, L" Concert and Opera Halls : How they Sound " Acoustical Society of America, Newyork, 1996 3- Doelle, L, "Environmental Acoustics" Mc Graw Hill Book company, Newyork, 1972 4- Izenour, G, "Theater Design", Mc Graw Hill Book company, Newyork, 1977 5- Jordan.V " Acoustical Design of Concert Hall and Theaters " Applied Science, Publishers, 1980 6- Lindsay .R. "Acoustics " John Wiley and Sons.Inc 1980 7- Lorenzoi.P," Places of Entertainment "Volume 9, New Architecture Series 1993 . المصادر العربيه 1- حسين , وضاح عبد الصاحب " اثر المتطلبات الصوتيه في تصميم القاعات السمعيه متوسطة الحجم " اطروحة ماجستير قسم الهندسه المعماريه ,الجامعه التكنولوجيه - 1987 2- الخوجه,ساره منذر "اثر المحددات التخطيطيه والتصميميه لدور الاوبرا على ادائها الوظيفي " رسالة ماجستير – كلية الهندسه – حامعة بغداد - 2001 3- فريد , طارق حسون " تاريخ الفنون الموسيقيه :منذ نشاءتها الى القرن السادس عشر , الجزءالاول " دار الحكمه للطباعه والنشر 1990 4- فريد , طارق حسون " مع الموسيقي العالميه : عرض موجز لبعض التطور والازدهار " دار الشؤن الثقافي للطباعه والنشر 1989 5- عكاشه, ثروت " الفن العراقي القديم ", الجزء الرابع 1970 6- الصالحي, واثق " حضارة العراق " الجزء الثالث ,1985 7- افاق عربيه ,العدد 3 , تشرين الثاني 1977 بغداد

العلاقة بين الطراز والحركة في العمارة واثرها في التصميم على الاعمال المعمارية

المعاصرة في العراق

د.غادة موسى رزوقي استاذ مساعد قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة \ جامعة بغداد

تارة عبد الرزاق علي مراد مدرس مساعد قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة \ جامعة بغداد

الخلاصة

ناتي احد الاعتبارات المهمة لتحديد خصوصية عمارة معينة وانتماءها من خلال دورها الذي تلعبه كمجال معرفي لبيئة ثقافية معينة, بذلك توجه البحث إلى دراسة علاقة العمارة بالتاريخ الثقافي وعين على أساسها نوعين لعلاقة العمارة بالثقافة، النوع الأول مثل التأثير الحتمي للثقافة على العمارة مما اوجب الاستجابة الجمعية للمؤثر الاساسي فيها (اي الثقافة) وبدورها تكون العمارة اثرا ضمن تلك الثقافة وجزء منها تحت مسمى الطراز المعماري.أما النوع الثاني فيفسر الحالات التي يظهر فيها تزامن لأحداث مختلفة ضمن الجوانب الثقافي ومنها العمارة بذلك تحول التصنيف إلى الحركات المعمارية.

و في تركيز البحث على موقف العمارة و التصميم المعاصر في العراق من منتصف الستينات إلى الوقـت الحاضر (2005) حيث ظهرت العديد من محاولات النقد والتحليل التي ميزته (التصميم المعاصر) بطرق مختلفـة بين التأثر بحركات معينة أو باتجاه النظر إلى الماضي والطرز المتنوعة برزت مشكلة البحث في:-

عدم وضوح مفهومي الطراز والحركة المعمارية ونوع العلاقة بينهما من ناحية وقلة المعرفة المفسرة لصيغة تأثير كل منهما في التصميم المعماري بشكل عام والتصميم المعاصر في العراق بشكل خاص.

ولغرض تحقيق هدف البحث في إيضاح مفهوم كل من الطراز المعماري و الحركة المعمارية وتحديد صيغ انتماء النتاج المعماري الى طراز او حركة معمارية وتاثير كل منهما على التصميم المعماري المعاصر في العراق بشكل خاص تطلب ذلك تحديد مؤشرات كل من الطراز والحركة المعمارية ثم تطبيقها على العمارة العراقية المعاصرة للفترة المحددة.

توصل البحث الى عدد من ا الاستنتاجات الرئيسية تمثلت في تحديد العمارة الطرازية في النتاج الناجم بشكل كلي عن عموميات قبلية تحدد الموضوعية الكاملة في استجابة الجوانب الثقافية ومنها العمارة ، اما الحركات المعمارية فتعرف بانها سلسلة مترابطة من الافكار ومحدادتها الشكلية مرتبطة بعلاقة متماسكة تدل كل واحدة منها

المقدمية

على الاخرى، اما بالنسبة لعلاقتها بالتصميم المعاصر في العراق للمرحلة النتخبة فقد مثلت المرحلة نشوء فكر العمارة العراقية المعاصرة إلا ان تجاربها تذبذبت بين استمرارية حلول الحداثة مع اقلمتها مكانياً وبيئياً وثقافياً، او الاستعارات الطرازية باتجاه عمارة معاصرة تربط مع الحداثة.بينما مثل بعضها تجارب واعية لاستخدام التراث في العمارة المعاصرة لكن لم تظهر فيه تأثيرات مستمرة أو تجارب متوازية لحركة معمارية محددة بل تميزت بوجود الأسلوب المفرد في ترجمة التوجه إلى حلول معمارية. وتوصل البحث في استنتاجه الأخير إلى انه ما بين الأسلوب الفردي والحالة النظرية الشاملة هناك مفصل الحركات المعمارية التي تحقق نقل التأثير من الأسلوب الشخصي إلى الرأي العام وتعطي استقلالية النتاج.

<u>Abstract</u>

One of the basic considerations to determine specialty and identity of any architecture is its role as epistemological discipline in specific cultural structure, so the research depending on cultural history theories is able to distinguish between two types of architecture identification that, is architectural style and architectural movements by its relation to culture.

The research basic focusing is on the relation between style and movement in architecture and its influence on architecture especially in Iraq. Where the last had a lot of analytical and critical studies from different points.

So the research problem has concerned with the epistemological confusion in styles and movement concepts and the relation between them in addition to the lack of information that explains the influence of any of them on contemporary architectural design in Iraq.

For reaching the research goal in explaining the way that architectural products would belong to architectural style or movement and its influence on contemporary design in Iraq from (1965-2005). First the research had to extract stylistic and move mental measures architecturally, which counts as objective measures can be implemented on any historical or present stage and then implement it on Iraqi architecture in the stage (from 1965 to 2005)

The research finally reached to a number of results ,the most important that is Iraqi architectural design from 1965 to 2005 is the stage where architectural thoughts was born. The research put the stage in two parts; the first one (from the sixties to the end of seventies) was able to define a general basic trend in the necessity of heritage in contemporary architecture but its experiences were a kind of continuity to modern solutions with specialty of a place, environment and culture, others built on stylistic metaphors as a way of making contemporary architecture in Iraq. The later stage of this stage developed a consesuous experiences toward heritage and conceptual understanding of style, so it didn't have continues stylistics elements or a parallel experiences in a specific movement, but it depend on individual translation of architectural solution. The last result of the research is that between the individual way of thinking and a general theoretical solutions in which comes the joint of architectural movement that unify a common architectural terminologies between people tests and architect thoughts.

تعطي النظرة الأولية لواقع العمارة العراقية المعاصرة وجود كم كبير من التجارب المتميزة المبنية علمى أسماس التعامل المعاصر مع العمارة التاريخية من منطلقات ثقافية متعددة يجمعها فكر الاستفادة من غنى الماضي وتسعى باتجاه تو اصله رغم تفماوت

مجنة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--------------	-----------	-----------	---------

هذه التجارب في مستوى الطرح والممارسة، ففكرة توظيف العمارة التاريخية (عمارة الماضي) ارتبطت في بعض الممارسات بتوظيف مباشر للطرز التاريخية بينما نتجه ممارسات أخرى نحو توظيف فكر معين يقع خلف هذه الطرز، وبنفس الوقت هناك طروحات وممارسات تدل على وجود حركات معاصرة تعتمد الأسس المتواصلة لعمارة الماضي.بذلك يقوم هذا البحث باستكشاف كل من مفهومي الطراز التاريخي ومفهوم الحركة الموظفين من قبل المصمم في العمارة وخصوصاً الحلول المعاصرة في العراق. وعليه ظهرت المشكلة العامة في:- تداخل الرؤيا لمعانى كل من الطراز والحركة المعمارية ونوع العلاقة الفكرية والتطبيقية بينهما.

يقع البحث في أربعة مراحل أساسية، تضم المرحلة الأولى تحديد الدراسات السابقة ومنها استخلاص المشكلة البحثية وتحديد أهداف البحث. بينما المرحلة الثانية تعمل على اشتقاق الفرضيات. أما المرحلة الثالثة فتعمل على استخلاص المؤشرات الخاصة بكل من الطراز والحركة المعمارية لغرض تطبيقها على أي مرحلة تاريخية أو معاصرة.أما المرحلة الرابعة فنحد فيها مجال التصميم المعاصر في العراق إلى ثلاث فترات زمنية وانتخاب المرحلة الثالثة للتطبيق واختيار تأثير كل من الطراز والحركة المعمارية عليها معارية والتحديد المعاصر في العراق إلى ثلاث فترات زمنية وانتخاب المرحلة الثالثة للتطبيق واختيار تأثير كل من الطراز والحركة المعمارية عليها.

مقالة Hegel and Art History \ (1981) Ernst Gombric

درس هيكل (Hegel) الطراز من باب علاقة العمارة بالتاريخ الثقافي حيث يفترض وجود التشابه الحتمي بين مختلف الجوانب الثقافية من لغة، أدب، فن وعمارة ذلك لكي يثبت بنية فلسفته التي تعتمد على تفسيرات ميتافيزيقية في ضرورة تجلي الروح فكل الجوانب الثقافية تعود إلى سبب رئيسي يوحدها. وخلال دراسته للطرز الاغريقية عمل توسيع النظام الاستاتيكي للطراز ليشمل تاريخ الفن العمومي وذلك خلال ثلاثة أفكار تأسيسية لتميز الطراز في العمارة وهي الاعتقاد بالمنزلة الالوهية للفن (فكر الفوقية) فالمعبد والاله شيء واحد ثم الجمعية في التعامل التاريخي ومنها الحتمية في تشابه النتاج ثم عمم هذه السمات لتشمل عمومية النتاج المعماري خلال التاريخ الثقافي.

<u>In Search of Cultural History \ (2002) Ernst Gombrich كتاب</u>

رفض كومبر ج(Gombrich) مبدأ هيكل في توسيع النظام الاستاتيكي للطراز لكي يشمل كل نتاج الفترة لوجود فترات تختلف في دلالاتها الثقافية فيصبح الهدف بالنسبة لكومبرج هو قراءة علامات الزمن في صور تلك الثقافة.بذلك يقدم مفهوم الطبع أو السلوك التأويلي لتفسير ما يسميه الدورات الذهنية القصيرة اعتماداً على ما يظهر من أعراض خلال الفترة والتي على أساسها أعطى تصنيف آخر للتاريخ الثقافي وهو الحركات إضافة إلى الفترات الزمنية.

<u>Style in Architecture \ (1944)Julian Leathart كتاب</u>

يربط ليذارت(Leathart) مصطلح طراز مع العمارة لما قبل عصر النهضة بأنها العمارة التي تظهر عبر الأجيال كنتاج للتجارب والمعرفة المتراكمة فيرى العاملين الأساسية لظهور طراز معين، في الجهود الإنسانية وفي تطويع قوى الطبيعة والبيئية المحيطة، أما عوامل تطور الطراز فنبدأ بالمواد التي تحدد طبيعة الإنشاء والتخطيط ثم إعادة التشكيل المعماري للطراز الجديد.

<u>Architecture 2000 and Beyond Success in the Art of \ (2000)Charles Jencks كتساب Prediction</u>

يبين جنكس(Jencks) ان وراء أنظمة العمارة سواء أكانت (طرز أو حركات) نوعاً من التقاليد بين الواعية ذاتياً وغير الواعية ففيما يخص الحركات تنتقل هذه التقاليد إلى مستوى التنظيم الذاتي خلال بنية باطنة ضمنية تحدد ظهـور الحركات المعمارية فيتناول تحليل الحركات المعمارية من خلال مفاهيم مرتبطة معها مثل مفهوم التقليد، والتوجهات و ومصطلح (isms).

<u>Sources of Architectural Forms \ (1995)Mark Gelernter کتاب</u> <u>A Critical History of Western Design Theory</u>

تشير الدراسة إلى مفهوم الحركات المعمارية من باب نتاولها إلى ظاهرة التشابه في اشكال المباني بصورة جمعية والتي يعطيها ضمن تصنيف الفترات Periods كما في عصر النهضة، أحياء الغوطية ثم الحداثة وما بعد الحداثة وهو ما يراد به الحركات المعمارية التي تم تفسيرها بنظريتي روح العصر السائدة التي توجد مواقف مشاركة تعمم على كل الفعاليات الثقافية وتعطي طابعاً خاصاً للإيحاءات الفنية أو ان يتم تفسيرها بنظرية مشابهة لروح العصر تمثل قوى مشاركة وبشرطية فيزيائية مثل القوى الاجتماعية والاقتصادية، بحيث يكون الدور المفرد للحركات واقع تحت تأثير القاسم المشارك لهذه القوى.

الأدبيات المحلية التي تناولت العمارة العراقية

رسالة جنان عبد الوهاب / 2000 / قسم الهندسة المعمارية جامعة بغداد ١ جدلية التواصل في العمارة العراقية ١ در اسة استقرائية لتواصل طرز العمارة الوادي رفدينية في تاريخ العمارة العراقية

تعطي الدراسة تعريفاً للطراز من وجهات نظر متعددة أغلبها مبني على مفهوم الطراز الــذي ظهــر فــي القرنين الثامن عشر والتاسع عشر المتأثر بمفاهيم الانتقائية ثم تخلص إلى تعريفه باعتماد المنظومة الثلاثية للنمط، النمــوذج والطراز. ثم تحدد الدراسة الطراز كأحد أساليب التواصل في العمارة مع اختياره لمرحلة معينة من العمارة الوادي رافدينية.

رسالةاطروحة سعاد عبد علي / 1987 / قسم الهندسة المعمارية جامعة بغداد ١ عمارة الأجانب في بغداد

تتناول الدراسة تاريخ العمارة العراقية مع التأكيد على تلك المصممة من قبل الأجانب مــن خــلال مســح لأعمالهم وقف تسلسل زمني: العمارة العثمانية 1900-1917 عمارة الالمــان، 1900-1917 عمــارة البريطــانيين -1950 1932-1917 ثم العمارة الدولية 1950-1960، وخلصت الدراسة ان مسيرة العمارة على الصعيد المحلي كانت بعيدة عــن الأحداث المعمارية العالمية وظلت مستمرة بطابع كلاسيكي متعاطف مع المحلية.

رسالة اطروحة كمال ريسان أحمد/1996/ قسم الهندسة المعمارية جامعة بغداد ١ الطراز العالمي وأثره على العمارة الحديثة في

تبحث الرسالة في الحركة الحديثة نشأتها ومكان ظهورها وتاريخها وما أحدثته من تأثير على مجمل الفنون ومنها العمارة ثم علاقتها بالطراز العالمي حيث أشارت الاطروحة إلى تحول سمات الحداثة إلى الطراز العالمي بعد انتشاره بين مختلف المجتمعات الإنسانية بغض النظر عن خصائصها البيئية والثقافية.فيركز البحث على دراسة تأثير هذا الطراز في العمارة العراقية الحديثة حيث تاثرت به تأثراً كبيراً وبالأخص مرحلة الخمسينات والستينات.

اطروحة عمار صالح عاشور / 2002 / قسم الهندسة المعمارية جامعة بغداد ١ العمارة العراقية المعاصرة ١ دراسة تحليلية لمسار العمارة العراقية خلال القرن العشرين

تتناول الاطروحة دراسة نتاج العمارة العراقية بصورة عامة وبتسلسل زمني حيث تقسم العمارة العراقية خمسة مراحل اساسية؛ تفترض الدراسة وجود إشكاليات معينة هي التي أعاقت التعريف المعماري مثــل المســتوى الفكــري،

	مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--	--------------	-----------	-----------	---------

مستوى العملية التصميمية اشكالية الكيفية التي يترجم بها الفكر إلى تصميم، منها عدم تطابق الفكر والنتاج بذلك لا يمكن اعتبار العملية التصميمية تقع ضمن حركة معمارية لها فكرها وأسلوبها.

من ذلك يظهر النتوع في الدراسات السابقة بين الاسهاب في الجانب النظري الثقافي في تحديد الطراز والحركة بصورة عامة ثقافية أو تلك المتخصصة لأحد المتغيرات المستقلة (طراز أو حركة) ومن وجهة نظرها بدون إعطاء شمولية للموضوع.أما الأدبيات المحلية فقد تتوعت بين تتاول تأثير الطراز واختباره ضمن مرحلة معينة للعمارة الوادي رافدينية أو دراسة تأثير حركات غربية خارجية كمؤثر لفترة معينة ضمن مسار العمارة العراقية بصورة مفردة، أي ان أي منها لم تتتاول الموضوع بصورة كلية شاملة أو لمدى تاثير هذه الطرز أو الحركات الخارجية في ظهور طراز أو حركة محلية معاصرة.

مشكلة البحث

و عليه تظهر مشكلة البحث في عدم وضوح مفهومي الطراز المعماري والحركة المعمارية ونوع العلاقة بينهما مــن ناحية وقلة المعرفة المفسرة لصيغة تاثير كل منها في التصميم المعماري بشكل عام والتصميم المعمــاري المعاصــر فــي العراق بشكل خاص.

وضمن ذلك يمكن وضع المشكلة ضمن الأسئلةالاتية:–

- ما هي الحركة المعمارية وما هو الطراز المعماري على المستويين الفكري والتطبيقي؟ وما نوع العلاقة بينهما؟
 - كيف يمكن تحديد وتصنيف انتماء النتاج المعماري لمرحلة ما أو فترة ما لطراز أو حركة معمارية?
- 3. كيف يمكن فهم التصميم المعماري المعاصر في العراق من خلال تأثير كل من فكر الطراز المعماري وفكر الحركة المعمارية عليه؟ و هل يمكن أن تقوم به حركة على اساس علاقة مع الطراز؟
 - هل يمكننا ان نستخلص وجود حركة معمارية معاصرة في العراق؟

أهداف البحث

- 1- تحديد مفهوم كل من الطراز والحركة المعمارية فكرياً وتطبيقياً في نتاج العمارة وإيضاح نوع العلاقة بينهما. 2- إيضاح صيغ انتماء نتاج العمارة في مرحلة معينة لطراز معماري أو حركة معمارية. 3- إيضاح تأثير كل من الطراز المعماري فكراً واستلهاماً والحركة المعمارية بفكرها وتأثير نتاجاتها على فكر التصميم
 - المعماري في العراق (من منتصف الستينات إلى سنة 2005).
 - 4- تبيان ما إذا تبلورت في الثقافة والممارسة حركة معمارية عراقية معاصرة ونوع الحاجة إليها.

ثانيا/ اشتقاق الفرضية

ولغرض تحقيق أهداف البحث توجب البدء بتناول المفاهيم الأساسية لكل من الطراز والحركة حيث يمثل المفهومان المحاورين الأساسيين للبحث.

الطرز في العمارة

استقلالية العمارة (التصنيف الطرازي والزمني للفترات)

تعرف الاستقلالية من قبل المؤرخين الثقافيين (Teyssot, 1981, P³⁰) باتباع تحديد معين للشكل بحسب الفترة، فالعمارة تقع حدودها في مجال الاستطبقية التي تعطيها لنفسها كنظام معرفي فتحديد استقلالية العمارة كنظام لـــه حــدوده الخارجيــة ومحظوراته يعتبر الخطوة الأولى لتعريف الفترة المعمارية من خلال مدى الالتزام بهذه الاستقلالية.

ان تتبع مسار العمارة لما قبل عصر النهضة وما بعدها يجدها مصنفة تحت مسميات معينة مما يعني امتلكها استقلالية النظام المعرفي، إلا ان اختلاف نوع الاستقلالية هو الذي يعطي احتمالية التصنيف.ويمكن تمييز نوع الاستقلالية من خلال الانتقاله التي ظهرت في التعامل المعماري من مفهوم اللغة المعمارية إلى مفهوم الـ Architectural Paralante (لايوجد ترجمة وافية للمصطلح الفرنسي الاصل ويمكن استخدام مصطلح البيان المعماري للتوضيح فقط) هو ما أثر على النتاج ومدى هيمنة توحيد معين للشكل مما يعطي للفترة استقلاليتها (Kruft, 1994)

فبالنسبة للمستوى الأول(اي لغة العمارة) فان لغة الفن يمكن وصفها بأنها عرفية وغير قابلة للتحديد الاستطيقي (الجمالي) المباشر فصياغة الشكل هنا تمثل المعنى والواسطة بنفس الوقت وليست تعبيرية للشيء الآخر.وهو ما أرتبط بالعمارة لما قبل عصر النهضة فعندما نضع حدود فترة ما (اغريقية، رومانية، غوطية، عربية) فانه على أساس اللغة المحددة لها يمكن ان نستدل بنيتها الداخلية وارادة الفن (مصطلح خاص بالمؤرخ الثقافي ريكل) الخاص بها. مما يوجد نوع من الموضوعية التي تقلل من مستوى تدخل الفرد فهو تابع لنظام ابعد وهنا سيكون توافق الفترة نتيجة طبيعية وهو ما يدفعنا لربط مصطلح فترة بالعمارة الطرازية لما قبل عصر النهضة وهو ما يمثل المستوى الأول في التصنيف الطرازي للفترة.

أما على مستوى Architectural Paralante الذي ظهر للعمارة لما بعد عصر النهضة وتطور بصورة واضحة في القرن الثامن عشر لظهور نسبية العاطفة لجماعة المعماريين التي لعبت دوراً في تعزيز مفهوم المعماري فتغييرات الــــ Architectural Paralante كانت معتمدة على المستوى الاكاديمي وما يملكه من حرية في تعيين المحددات الاستطيقية (Kruft, 1994, P¹⁸⁰).

أي ان التحديد الشكلي للنتاج المعماري بواسطة Architectural Paralante لم يكن يشمل كامل نتاج المرحلة وإنما يظهر النتاج على مستويين الأول مستمر زمانياً مثل الكلاسيكية، الكلاسيكية الجديدة والرومانسية والتي استغرقت مئ سنة كحد أقصى إلى حين ظهور العمارة الحديثة لنهاية التاسع عشر حيث التعددية والتغييرات السريعة.

أما المستوى الثاني من النتاج خلال الفترة وحسب ريكل فهو يمثل العمارة المستمرة مكانياً تحت مسمى العمارة المحلية Vernacular Architecture التي تكون بعيدة عن التغيرات الأكاديمية. (Neri, 1981).

فارتباط العمارة لما بعد عصر النهضة تحت مسمى الطراز كان بسبب استمراريتها الزمنية والانتشار القاري بذلك يربطها البحث بمصطلح الفترات الزمنية أكثر من (الطراز) الذي ارتبطت به عرفياً فعمارة الفترات الزمنية أشرت بداية التحديد الاستطبقي لما هو ملائم للفترة مما ارتبط مع النسبية والنقد إضافة إلى التغير ورود الفعل المتكررة وهنا يمكن أن نربطه مع بداية ظهور الحركات المعمارية.

الحركة في العمارة

التحول في مفاهيم التاريخ الثقافي

على الرغم من ما توصلنا إليه من تحديد التصنيف المعماري الى كل من الطراز في العمارة وذلك لما قبل عصـر النهضة ثم الفترات الزمنية المتزامنة مع العمارة المحلية للفترات لما بعد عصر النهضة.إلا انه لابد من الإشارة إلــى عــدم إمكانية تطبيق هذه التفاسير على العمارة الحديثة (من بداية القرن العشرين) نتيجة لظهـور الانتقــال والتحــول فــي إدراك المفاهيم الثقافية وكالآتي:- بدل من الحتمية في الظهور أو الاستمرارية والتكرار التي نفسر حاله إعادة الإنشاء الافتراضية

مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--------------	-----------	-----------	---------

للطراز ظهر مفهوم الطفرة الصدفية الذي ربط مع تــاريخ الفــن ويقــود إلــى دورة انتخابيــة لمجــاميع ذهنيــة جديــدة (,Gombrich,1981)

أما الجانب الأكثر أهمية كان في الانتقال من الجمعية التاريخية نحو مفهوم الأفراد فمثل هذا الوعي للـدور المفـرد للفنان لتقديم ما هو ملائم كان له تأثير كبير في الانتقالة والتغير الذي ظهر بعد القرن الخامس عشر مـن مسـتوى التمثيـل الجمعي إلى الأفراد والزمر (Richard, 1986). ظهرت الاستمرارية الوحيدة في مفهوم التعبير الذي ما زال معتمـدة لتسـهيل عملية الترجمة الفكرية إلى أشكال بحيث تتمكن من كشف فلسفة العصر وظروفه الاقتصادية.

تزامن هذا التغيير في المفاهيم مع الانتقال من النظرة الأحادية للعالم إلى التعددية خصوصاً بعد خفوت تقاليد الـدين وظهور مصطلحات مثل الثقافات الجزئية والعاب اللغة.

حقل المشكلانية النظرية

يشتمل مفهوم المشكلانية Problematic على الحقل المعرفي الذي أنتج فيه المبنى والذي يضم تخيل المبنى، تصميمه، إنشاؤه وتقويمه ثم إدراكه ضمن الحياة اليومية. فالمشكلانية تعمل على تحديد حقل وأفق لبنية نظرية محددة وفي حالة العمارة تتضمن هذه البنية كل من البنية التركيبية والتشخيصية (Althusser, 1971) ان الدور الأساسي للمشكلانية يمكن ان نربطه مع مفهوم الموافقة أو المواءمة فلذهنية القرن الثامن عشر ظهرت المواءمة مع المناسبة للعادات والأعراف أي ان منظر المبنى وظواهره يتم اختيارها على أساس ملاءمتها للأعراف الاجتماعية (Kruft, 1994).

بينما في القرن التاسع عشر جاءت المواءمة مع المنفعة وتمامية الاستعمال مع الهيكل الإنشائي فالمواءمة للأعراف لم تكن مرئية ضمن مشكلانية القرن التاسع عشر، فالغرض المنفعي هو الذي يعطي الهرمية لحقل المعرفة المعمارية وأفقه لذلك القرن (.Kruft, 1994).

أي ان المشكلانية تعمل على تحديد الحقل المعرفي المعماري الذي يعتبر الخطوة الأولــــى فـــي بيــان الحركــة المعماريــة ومحدداتها الشكلية من خلال العبور ما بين حدود المجالات المعرفية الذي فسر بمفهوم التقليد Tradition.

مفهوم التقليد

يظهر التقليد Tradition كأحد عنصرين أساسيين ضمن أي مرحلة وهي:-أولاً: الحقيقة التي تعني المعرفة القادمة من أي واحد من مجالات البحوث العلمية أو الدينية أو السياسية وغيرها. ثانياً: التقليد والذي يظهر بمهمة معرفية ضمن الحقل المعرفي المعين من خلال الرمز، أي ان التقليد هنا بمعنـــى المحاكــاة لنتاجات طورت بحثاً عن الحقيقة.

فمع بدايات القرن العشرين 1908 قدم الرياضي الكبير منكو وسكي تصويراً للعالم بأربعة أبعاد مع الفضاء والزمن والتي تدمج معاً في سلسلة متصلة والتي مثلت الحقيقة لتلك المرحلة حول اندماج الفضاء بالزمن. ويظهر دور التقليد بنقل المكافئ الفني لهذه الحقيقة بتأثير رسامي التكعيبية والمستقبلية في فرنسا وإيطاليا في بحثهم عن الوسائل التي تعبر عن المشاعر المعاصرة.وقد ميز لي كوربوزيه Lecorbosier بين حقيقة التقنيات الجديدة لعصر الماكنة وما نتج عنها من تقليد مبني على رمزية عصر الماكنة والتي تتضمن الابداع الشخصي ليعبر عن دوافع العصر (Lecorbusier, 1946).

وتظهر أهمية التقليد في ظهور الحركات المعمارية بأنها تعمل على تثبيت الحقيقة في مدة من الــزمن، مــا دامــت الحقيقة في تطور مستمر، فقيم العمارة لا يمكن ان تستمر بمصطلحات اقتصادية أو سياسية أو دينية التي يمكــن ان تفسـر الأصل بل ان هذه القيم تثبت باللحظة التي توجد فيها الحركة وبتأثير من الشرطيات السابقة فانها تولد العضوية الخاصة بهــا ومنها شخصيتها المستمرة الخاصة والتي تستمر حتى بعد زوال الحقيقة التي أوجدتها (Giedion, 1974).

<u>استخلاص مفهوم الحركة</u>

يمكن ان نعرف الحركة بأنها سلسلة مترابطة من الأفكار ومحدداتها الشكلية مرتبطة بعلاقة متماسكة منطقياً بحيث ان كل واحدة منها تدل على الأخرى، فتوجد الحركة من اتفاق مجموعة من الأفراد على عدد من المبادئ القليلة لكنها واسعة تتحمل الترجمة الشخصية فيظهر النتاج بصورة ذات سمات شكلية متشابهة لكنها غير متساوية ومتطابقة كما في الطراز.

يتضمن مفهوم الحركة بأنها مستقلة وتابعة في نفس الوقت بحيث ينشأ الاصطفاف الفكري للحركة اعتماداً على مبدأ الاستعارة بين الجوانب الثقافية التي تميزت في حداثة القرن العشرين بنوع من الانعز الية فيما بينها نتيجة للتطورات والبزوغات المعرفية في أي من المجالات الأخرى.مما يعطيها القيمة ويحدد الرؤيا العامة للمرحلة فتبدأ الاستعارات الفكرية بين الهيئات الثقافية مما يوجد التقليد للمرحلة التي تمثل مصدر جذب لمجاميع المعماريين والمدارس المعمارية.

ان اعتماد الحركة على المواءمة بين مجموعة المعماريين يحوي نوعاً من الذاتية الذي يخلق نوعاً من الاختلاف في درجات الولاء والاخلاص للحركة كما انه لا يعطيها إمكانية ان تمثل كامل نتاج المرحلة المعماري، إلا انها بــنفس الوقـت تخلق نوعاً من التوافق بين المعماريين والعامة ومنها توافق الذوق العام مع فكر المعماريين وبالتالي إعطاء الهوية المعمارية للمرحلة.

من الطرح السابق يمكن تحديد فرضيات البحث كالآتى:-

- ا–تعين أي مرحلة تاريخية أو معاصرة مستقلة معمارياً على اساس تعريفها كطراز معماري أو حركة معمارية، وهو مـــا يتضمن الفرضيات الجزئية التالية:
- أ-يظهر الطراز المعماري في الفترات التي يطغى فيها تأثير الثقافة وتظهر النتاجات المعمارية فيها كحتمية بمفردات لغة متداولة ومقررة مسبقاً، بحيث ترى الثقافة لنفسها في عمارتها وتكون العمارة فيها أثراً وليست نتيجة بناء فكري مستقل. ب-تبنى الحركات المعمارية على اساس سيرورة عملية من خلال تغيير مفهوم دور الفرد المصمم (المعماري) وامتلاكه حرية أكبر في التدخل الثقافي وتصبح الحركات ممكنة التعيين باتفاق مجموعة من الأفراد على مبادئها الأساسية وفـي الحركات تكون التحديدات مرتبطة بنظام معرفي يتحدد من قبل المعماريين أنفسهم.
- 2-يتأثر التصميم المعماري المعاصر بشكل اساسي بالحركات المعمارية بينما يرتبط التأثر بالطراز مــن خـــلال ظهــور حركات معمارية تبنى على مرجعية مفاهيمية أو شكلية لطرز تاريخية.
- حيتفاوت تأثير التصميم المعماري المعاصر في العراق بين وضوح التأثر بحركات معمارية عالمية وبين عــدم وضــوح-الموقف من المرجعية المفاهيمية والشكلية للطرز المعمارية التاريخية لفكر الثقافة التي كانت العمارة أثراً لها.

ثالثا اتحديد المؤشرات

بعد ان خلصنا في الفقرة السابقة إلى تحديد المفاهيم الأساسية لكل من الطراز والحركة ولغرض تبيان إمكانية تحديد نتاج أي مرحلة كطراز أو حركة معمارية تطلب ذلك استخلاص مؤشرات كل من الطراز والحركة المعمارية ومنها إمكانية تحديد تأثيرها على العمارة العراقية المعاصرة.

مؤشرات الطراز في العمارة

وتضم ثلاث مستويات، مستوى المؤشرات التكوينية، ثم المؤشرات الاجتماعية (الوسيطة) ثــم مســتوى مؤشــرات التشابه وكالآتي:-

المؤشرات التكوينية

التكون المستقل الضمني

يبنى على أساس نظرية استطبقية في النشوء من خلال النظر وإدراك الطبيعة المحيطة التي تصل إلى الإنسان على شكل صور متقطعة لا ترضي فطرة النشوء الكوني عند الإنسان بذلك يقوم خيال المبتكر (المعماري) بنتمة الصورة بواسطة (Simper, محصوصية المنتج لما يضيفه المبتكر من الوهم الخاص لإدراك الظاهرة الخارجية (Simper, الوهم الخاص. وهو ما يعطي خصوصية المنتج لما يضيفه المبتكر من الوهم الخاص لإدراك الظاهرة الخارجية (Simper, أي على الرغم من ان نشوء الطراز هنا يعكس موضوعية قانون الطبيعة لكنه بنفس الوقت خاضع لمواءمة كل من المودي والمعند و والم النفر و الرغم من ان نشوء الطراز هنا يعكس موضوعية قانون الطبيعة لكنه بنفس الوقت خاضع لمواءمة كل من المؤدي و المستخدم و هو ما يحقق استقلالية الصنف وخصوصيته في المرحلة الأولى ثم تحول هذه الخصوصية إلى فعالية المؤدي والمستخدم و هو ما يحقق استقلالية الصنف وخصوصيته في المرحلة الأولى ثم تحول هذه الخصوصية إلى فعالية المؤدي و المستخدم و هو ما يحقق استقلالية الصنف وخصوصيته في المرحلة الأولى ثم تحول هذه الخصوصية إلى فعالية المؤدي والمستخدم و هو ما يحقق استقلالية الصنف وخصوصيته في المرحلة الأولى ثم تحول هذه الخصوصية إلى فعالية المؤدي والمستخدم و هو ما يحقق استقلالية الصنف وخصوصيته في المرحلة الأولى ثم تحول هذه الخصوصية إلى فعالية المؤدي والمستخدم و هو ما يحقق استقلالية الصنف وخصوصيته في المرحلة الأولى ثم تحول هذه المحصوصية إلى فعالية المؤدي والمستخدم و هو ما يحقق استقلالية الصنف وخصوصيته في المرحلة الأولى ثم تحول هذه الحصوصية إلى فراز .

<u>التكون بتأثير الاستمرارية التطورية</u>

نؤكد فكرة الاستمرارية النطورية على مفهوم الاستعارة ضمن مفهوم التطور والتحول الدوري للمجتمع، ويظهر في هذه الفكرة تنميط الرموز وإعطاء تركيب تاريخي للسلسلة المنفصلة للعلاقات التاريخية (Quintavallem 1981).وتحدث هذه الاستمرارية باستعارة ما أطلق عليه بالموتيفات الزخرفية لحضارة معينة في حالة أفول وقد أطلق المؤرخون على مثل هذه الموتيفات بالمنبهات الفنية التي تستمر كطراز بتأثير الاستمرارية والتكرار في استعمال المحفز الخارجي. وتضم الوضعية المرجعية جانباً آخر يظهر في الاستمرارية الإنشائية (Riegle, 1981).

أي تحدد الاستمرارية التطورية أما باستمرارية الموتيفات أو الاستمرارية الإنشائية وفي كلا الحالتين تطور باتجاه الرمزية الجديدة المشتركة للسياق الواحد خلال التحول إلى الطراز.

التكون بتأثير عمومية روح العصر

ان ما يؤشر الطراز للمرحلة بتأثير هذا المفهوم هو الاشتراك في العقل العمومي لما يمثل روح العصر وللمواقف الاستطيقية الجمالية الخارجية ثم الجمعية في التعامل معها. أما النقطة الأهم هي الحتمية والوحدة في تجلي (تعبير) العقل العسومي التي تثبت المواقف الاستطيقية كمثال ثابت وصولاً إلى الروح المعرفة ذاتياً مما يعطي الطرراز للمرحلة (Hale, 2000).

المؤشرات الاجتماعية (الوسيطة)

تمثل مجموعة من المفاهيم الاجتماعية التي يعتبرها البحث المرحلة الوسيطة بين أي من مؤشرات النشوء الســـابقة والنتاج الفيزياوي النهائي للطراز وتضم الترخيم الاجتماعي، الأعراف، الوعي الجمعي.

الترخيم الاجتماعى

يظهر الترخيم الاجتماعي مع موجودات جمعية مثل اللغة أو الطراز وذلك بأن يؤشر العلاقة بين الأفـراد وإعطـاء معنى للعلاقة بين الفرد والمجتمع بحيث يتمكن الأفراد من إدراك المعنى بصورة جمعية(بونتا,1996)

الأعراف

تعرف الأعراف من خلال قيمة الشيء للفرد وترابطها مع قيم الجماعة، فإذا كانت القيمة موقفاً ذاتياً من الأشياء يقوم الفرد بواسطتها بتحديد أهمية الشيء بالنسبة له فان التفاعل بين المجموع العام لقيم الأفراد يؤلف العرف العام ل المجتمع. وهو ما يعني ان العرف يتألف من مجموعة مواقف ذاتية مترابطة ومتشابهة وهو ما يجعله يرتبط بوجود الترخيم الاجتماعي. (الجادرجي,1995)
الوعي الجمعي

يبنى الوعي الجمعي على مفهوم تعميم الحياة الاجتماعية والدينية والدراسية ومنها تحديد النتاج الفني لفترة معينة، فالذي يظهر كنتاج فني أو معماري لحقبة تاريخية يمثل النسخة المعمارية أو الفنية لما يقابلها في باقي الجوانب الثقافية من مفاهيم دينية أو اجتماعية أو حتى التطورات العلمية والفلسفية وضمن الوعي الكامل الفرد لما يحدث في باقي الحقول الأخرى حددت العمارة عناصرها ومجالها المعرفي ويظهر الاتفاق الكامل بين جميع النتاجات المدركة حسياً للفترة (Frankle,

مؤشرات تشابه السمات الظاهرة في النتاج المعماري للطراز

وذلك بأن تؤشر الوحدة الايقونية والطرازية بين النتاج ويحدد النشابه في الطراز بأن تصبح التجربة المتوقعة للحل معروفة وداخلة ضمن البنى الأكثر احتمالية للطراز ذلك بأن الطراز يسمح بأن يعاد اختبار التجربة بدون أن تفقد قيمتها الشكلية وهو ما يعطي أيضاً القيمة الاستطبقية للسياقية في الطراز ويؤشر التشابه في الطراز بعدد من المعايير التصميمية وكالآتى:-

النمط

يظهر النمط كأحد مؤشرات التشابه في الطراز بأن يقدم علاقات تخطيطية متشابهة مثل الفناء والباسيليكا والاتريم أو قوانين محددة للعلاقة بين العناصر الخارجية للتكوين (Gelernter, 1995)، ولا يظهر النمط بصورة مفاجئة لكن بعد عمليات مستمرة من المعالجة والتعديل، كما ان النمط لا يتم تمييزه كنمط إلا بعد توقف العمل به ويؤشر النمط العلاقة المزدوجة بين التاريخ كاستمرارية زمنية وبين التراث الذي يضم التقاليد الاجتماعية والثقافية والشعبية والمعتقدات الدينية بواسطة الـوعي الجمعي (Nesibit, 1995).

آلية العمل باستخدام فكرة الشكل النهائي

يعتمد هذا المؤشر على ان مبدأ التطور في الطراز لا يقوم على اساس الوصول إلى هدف معين وانما لتمبيز سمات طرازية متشابهة (Tansey and Patric, 1995) لفترة فالية استخدام الشكل النهائي تعني تثبيت شكل محدد لوظيفة محددة ملتزمــة لهذا الشكل. ويحدد هذا الشكل على أساس قيم انثروبولوجية وقيم التصريف الثقافي ولا يمتلك القيم الايقونية إلا بعـد توقـف استعمالها (Colquhoun, 1996).

<u>اللغة في الطراز</u>

تتميز آلية التمثيل في الطراز باستخدام اللغة نفسها كحاملة للمعنى وممثل من خلالها، فالعدة الممفاهيمية للتمثيل (وهي هنا الكناية) مدفونة داخل الصورة الظاهرة للنتاج وغير مرئية من السطح ذلك بان يستخدم الواقعة نفسها كتمثيل، أي إذا كانت هذه الواقعة قيم دينية أو اجتماعية كالخصوصية فانها تعطى بصورة مباشرة ولا تمثل رمزياً وهو ما يعطي للطراز صفة الحقيقة (,White, 2002).

مؤشر النظام في الطراز

يؤشر الطراز كنظام مكون من أجزاء بصورة هرمية مسيطر عليها من الداخل بواسطة الأفراد العاملين عليه والتي تستوعب أي تغييرات أو تطورات وتكيفها ضمن النموذج العام ويكون النظام في الطراز عرضة للتفكيك عند محاولة السيطرة عليه من الأعلى بقوى التطورات الجذرية التي لا تستوعب ضمن النظام.

المجلد 13 أذار 2007

مؤشرات الحركة في العمارة

مؤشر ظهور الأفكار ويشمل:

- تحديد التوجه الفكري الذي يمثل انتخاب قوة معينة مؤثرة على توازن المرحلة بأن يقوم مجموعة من المعماريين
 بتحديدها كحتمية من خلال تأكيد القيم الإيجابية لها.
- تفعيل التوجه بإصدار البيانات بمواصفات وبمنطق كتابي للتأثير على الآخرين ودفهم للانقياد بالتوجه ثم تبلور المناظرة من باب التعريف بقيم ذلك التوجه والحفاظ على أحكام جماعة المتبعين له الذين يكونون أشبه بتجمع القبيلة ومنها لا تستخدم المناظرة صيغة المفرد في التعبير كالتي تظهر في دور المعماري في الخطوة الأولى.
- دور النظرية بأن تعمل على اختزال التوجه الخارجي إلى مصطلحات معمارية فكرية وشكلية لكنها عامة وواسعة لتقبل حلول التجريب الشخصي وذلك ضمن مرحلة تجريب النظرية الذي يضم تجربة أكثر من معماري بصورة متوازية.
 مؤشر العلاقة الداخلية للحركة

تبنى الحركة المعمارية على عدد من المصنفات أو ما يطلق عليها التيارات الضمنية والتي يمكن إرجاعها إلى تنوع الحلول التجريبية للنظرية وهذه التيارات تضم عدد من المعماريين الذين هم بنفس الوقت أقل تصنيفاً ضمن هــذه التيــارات وأكثر انتماءاً للحركة ولكل منهم أسلوبه الشخصي.

مؤشر التمييز عن التقليعة

وذلك بأن نميز نوع التوجه المتبع فيها بين الذي يعمل لتحقيق توازن المرحلة وما يولده من ضغط وبين المـــؤثرات العرضية المؤقتة.

4- مؤشر الانتشار

ويضم تأثير العرض سواء على مستوى المعارض أو المجلات والكتب ثم التأثير الأكاديمي فــي تحديــد المنــاهج لمبادئ حركة معينة تحدد شخصية المعماري.

رابعا ١ التطبيق

بعد ان خلصنا في الفقرة السابقة إلى تحديد مؤشرات كل من الحركات والطرز المعمارية نننقل إلى المتغير المعتمــد في البحث وهو التصميم المعاصر في العراق وذلك لاكتشاف تأثير كل منهما عليه.

ويمكن تحديد بداية التصميم المعاصر في العراق مع ظهور المصمم المعماري المفرد المتخصص وممارسته لهذه الفعالية مع بداية الاحتلال الانكليزي وتأسيس الدولة العراقية عام 1921 إلى الوقت الحاضر 2005 ، ولضيق مجال البحث فسنركز على التصميم المعاصر للفترة من منتصف الستينات إلى الوقت الحاضر لأهمية هذه المرحلة في إرساء قواعد فكر العمارة العراقية المعاصرة وبروز المواقف المتميزة للمعماري العراقي.

أسلوب التطبيق

يحدد البحث مفردات التصميم المعاصر بــــ:-

- الموقع والعلاقة مع المحيط.
 - العلاقات الفضائية.
 - الوظيفة.

- النظم الإنشائية.
- الشكل ويشمل:-
- أ- الكتلة والفراغ.
 - ب- المقياس.
 - ت- مواد الإنهاء.
- ث– العناصر والمعالجات الخارجية.

وسيتم تطبيقها على مؤشرات الطراز بصورة تفصيلية ثم مؤشرات الحركة بحسب ما يظهر منها، إضافة إلـــى مـــا يتطلبه مؤشر الحركات من تناول تصريحات النقاد والمعماريين لإسناد استنتاج التوجه.

العمارة العراقية المعاصرة (للفترة من منتصف الستينات إلى الوقت الحاضر 2005)

وتضم صيغتين أساسية:-الصيغة الأولى وتشمل أعمال المعماريين وهي مقسمة إلى قسمين: العمارة من منتصف الستينات وحتى منتصف الثمانينات. العمارة من منتصف الثمانينات وحتى عام 2005. أما الصيغة الثانية فتضم نتاج العامة خارج نطاق المعماريين. <u>تطبيق مفردات التصميم المعاصر على مؤشرات الطراز في العمارة</u> أولاً: المؤشرات التكوينية

<u>1-التكون المستقل الضمنى للطراز</u>

الموقع والعلاقة مع المحيط

نلاحظ في المرحلة استمرارية واضحة لمفهوم المبنى المنفرد فلم تظهر التكوينات النسيجية للكتل التي تميزت بها البيئة المحلية التقليدية. ساعد على هذا الانقطاع عن البيئة في العلاقة مع المحيط القرارات التخطيطية للمدينة ولكون أغلب الوظائف هي ذات كتل مفردة، مع ذلك ظهرت محاولات محاكاة البيئة المحيطة في المشاريع المتعددة لوظائف وأهمها الجامعات كما في جامعة بغداد والمستنصرية والكوفة ففي الأولى يعتمد المصمم على خصوصية الفضاءات في المدينية العربية أما المستنصرية فتحاكي فناء الدار التقليدي في الأقسام العلمية أما جامعة الكوفة فيحاكي فيها المصمم النسيج التقليدي للدور المحلية.أي ان العلاقة مع المحيط لم تكن مستقلة وبحلول جديدة وإنما هي استمرارية للحداثة مع عودة توظيف حلول

العلاقات الفضائية

تظهر أغلب العلاقات الفضائية للنماذج الأولى للقسم الزمني الأول(من منتصف ال60 الى منتصف ال80) بتوظيف العلاقات الفضائية للحداثة التي يمكن أن نحددها بين مخططات الفضاء الداخلي المفتوح كما في مبنى وزارة التجارة ومبنى إعادة التأمين ومصرف الرافدين أو توزيع الفضاءات على جانبي ممر وسطي وبصورة مستقيمة كما في مبنى انحصار التبغ وبعض المباني الإدارية لهشام منير شكل (2).

أما بالنسبة للمعماريين العراقيين في القسم الثاني خلال الثمانينات فقد انحصرت أغلب أعمالهم ضمن النتاج السكني واعتمدت تجاربهم في العلاقات الفضائية على دراسة وتحليل الدار التقليدية وخصوصية العائلة العراقية.بينما للنتاج السكني

مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--------------	-----------	-----------	---------

للعامة فان العلاقات الفضائية ظلت معتمدة على النموذج السكني الذي ظهر في الخمسينات الذي تربط فيه الفضاءات بواسطة ممر وسطي وبتشكيلات مختلفة سواء المستقيمة أو المنكسرة بزوايا.

♦ <u>الوظيفة</u>

استمر في القسم الأول من هذه المرحلة تأثير وظيفية الحداثة ضمن صيغها الأساسية بوضوح أنماط الحركة وترابطها مع الحركة العمودية في نهاياتها أو منتصفها وظهور الكتل المعبرة عن الوظيفة كما في مبنى جواد الساعاتي ومبنى التأمين ومبنى الشطي لمهدي الحسني.

أما المعالجات الوظيفية المرتبطة بمحاولات تحقيق (عراقية المبنى) فقد اقتصرت على الواجهات رغم دخول فضاء (الفناء الداخلي) في المخططات إلا ان استخدامه لم يكن وظيفياً وظل مقتصراً على كونه حدائق داخلية.

<u>الشكل</u>

الكتلة والفراغ

ظلت الميزة الأساسية للعلاقة مع الفضاء معتمدة على الكتلة المحاطة بالفضاء من أربعة جوانب بحيث تعطي الإيحاء الصرحي شكل (3) ، ففي الأبنية التجارية التي تميزت منذ الثمانينات بنمط وظيفي معين، وباستعمال لفناء وسطي يحوي الحركة العمودية بحيث تكون مرتبطة بالخارج أما بشكل مباشر أو منكسر، أما التكوين الكتلي لهذه الأبنية فامتاز بالتراص واستغلال المساحات الأفقية قدر الإمكان.

أما بالنسبة للدور السكنية في القسم الزمني الأول تميزت بكتل ذات طابق واحد وجزء من الكتلة يظهر كطابق ثاني ويكون في الجانب الخلفي من المبنى، أما القسم الثاني فان ارتفاع الكتلة أصبح متكاملاً إلى طابقين مع ظهور الفراغ المزدوج الارتفاع في تسقيف فضاء الكراج والاستقبال. بينما تميز نتاج معماري القسم الزمني الثاني على مستوى التكوين والإحاطة الفراغية واستخدام تكوينات هندسية واضحة كالمكعب المستقيم أو المائل وظهور الخطوط الانسيابية لكنها لم تمثل

<u>المقياس</u>

مع نهاية الخمسينات ظهرت أبنية بارتفاعات تصل إلى20 طابق مثل برج مصرف الرافدين، برج رئاسة جامعة بغداد، والتي بدأ معها انحسار هذه الارتفاعات بسبب تحديد عدد الطوابق كقانون. إلا ان التغير في المقياس ظهر في ضخامة الأبنية بالنسبة للمحيط على المستوى الكتل والعناصر خصوصاً في أبنية القصور الرئاسية وبعض الجوامع. وهو ما انتقال تأثيره على المستوى الكتل والعناصر خصوصاً في أبنية القصور الرئاسية وبعض الجوامع. وهو ما انتقال تأثيره على المستوى الكتل والعناصر خصوصاً في أبنية القصور الرئاسية وبعض الجوامع. وهو ما انتقال الأبنية بالنسبة للمحيط على المستوى الكتل والعناصر خصوصاً في أبنية والصور الرئاسية وبعض الجوامع. وهو ما انتقال الأبنية معلى المستوى الكتل والعناصر خصوصاً في أبنية القصور الرئاسية وبعض الجوامع. وهو ما انتقال الأبنية معلى المستوى السكني فبعد استمرارية مقياس سكني واضح خلال الستينات والسبعينات حتى بالنسبة للدور الكبيرة، إلا ان هذا المقياس قد تغير ليأخذ مجال تضخيم الارتفاعات والحجوم للكتل والعناصر والمفردات.

تميزت المرحلة بعودة استخدام الطابوق كمادة انهائية أساسية بعد اختفاءه في الخمسينات وظهر استعماله أما بصورة مفردة كما في مصرف الرافدين أو ممزوجة مع الكونكريت وانهاء اللبخ والاسمنت كما في الجامعة المستنصرية مبنى انحصار التبغ واتحاد الصناعات. كما تزامن ظهور الطابق مع الاستخدام المفرد للكونكريت مع الطلاء كما في مبنى أمانة العاصمة ومشروع المجمع الزراعي. خلال الثمانينات انحسر استخدام الطابوق في الأبنية الإدارية والعامة وظهر إضافة إلى الكونكريت مواد تغليف مثل الالمنيوم والحديد كما في دائرة السينما والمسرح. أما لمعماري القسم الثاني فظهر الطابوق في نماذجهم الأولية خلال الثمانينات ثم انتقل إلى استعمال الحجر أما بصورة نقية أو مع اللبخ والطلاء ومواد مثل القرميد والبورسلاين مع ذلك ظهرت عودة لمادة الطابوق في بعض المشاريع مثل جامعتي الكوفة وبابل والمجمع السكني في الحلة، كما ظهر تركيز متزايد على تعددية المواد في الإنهاء والنحتية المبالغ فيها ضمن القطع الحجرية اضافة إلى استخدام الزجاج الملون وظاهرة الطلاء بالألوان الصارخة شكل (5). **العناصر والمعالجات**

ظهرت خلال المرحلة العديد من المفردات والعناصر الخارجية والذي يميزها هو انها تظهر لمدة معينة وتختفي أو قد تظهر في مشروع معين ولا تستمركمعالجة مميزة في مشاريع أخرى.

فتميزت المعالجات الخارجية للمعماريين في القسم الأول منها بوظائف بيئية مناخية ظهرت خلال استعمال الكاسرات أما بصيغها المجردة الحداثوية كما في وزارة النفط، مبنى إعادة التأمين والمصرف الصناعي ووزارة التجارة أو التي حورت لتأخذ شكل القوس كما في مبنى أمانة العاصمة وبعض المباني الإدارية لمهدي الحسني، أو من خلال استمرارية صيغة الشاشات الخارجية كما في مبنى ديوان الأوقاف شكل (6).

أما بالنسبة للمعالجات الخارجية للنماذج السكنية المصممة لمعماري القسم الزمني الأول فتميزت باستعمال الخطوط المستقيمة البسيطة والمقياس الإنساني والتأكيد على أرضية الطوابق كاشرطة بيضاء بين كتل طابوقية إضافة إلى ظهور جدران طابوقية عمودية على الكتلة الأفقية أو موازية لها. أي انها قريبة من واجهات الحداثة لكن مع استخدام الزخارف الطابوقية مع السطوح البيضاء كما في أثنين من الدور السكنية لمحمد مكية وقحطان عوني شكل (7).

بينما بالنسبة لنتاج العامة السكني وحتى نهاية الثمانينات فلم تظهر به مفردات متميزة حيث جاءت الواجهات كسطوح نقية تحوي فتحات الشبابيك مع تنوع مادة الإنهاء وبعض المعالجات الساذجة. أما المتميزة منها فاهتمت بإيجاد حلول مناخية للواجهة بطريقة حديثة بينما الانتقالة المهمة ظهرت في نتاج العامة خلال التسعينات بظهور مفردات جديدة ومستقلة غير مألوفة مثل النحتية العالية والنقوش على مستوى الستارة والأسوار الخارجية إضافة إلى السقائف ذات الارتفاع المزدوج والمحمولة بأعمدة حجرية كذبة إضافة إلى مفردات أخرى مثل الشنبشول التي تظهر كصناديق زجاجية مجردة بطرق مختلفة أو مفردة الجدران الجانبية والأطر الخارجية المعرفة للمدخل.





مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--------------	-----------	-----------	---------



على الرغم من ان النماذج السكنية للتسعينات تشترك بهذه المفردات إلا انها ظهرت بتكوينات شكلية متغايرة عن المنطقة أو ان تكون مبتدعة بصورة حرة تحت تحليل المعاصرة وغالباً ما تكون متأثرة بتصاميم المجلات التي انعكست في

شكل(5) نموذج لدار سكنية حيث التنوع في مواد

الانهاء الخارجية حتى على مستوى الدار الواحدة

شكل (6) مبنى وزارة التجارة لهشام منير , استخدام

الكاسرات كمعالجات خارجية للواجهة

المعالجة الخارجية، أو التصميم التي تقوم بمحاكاة النماذج المباشرة لبعض الحركات مثــل الكلاســيكية والتفكيكيــة أفظــت بالنتيجة إلى نماذج سكنية هزيلة.

دور المصمم

دخلت الكثير من العوامل في التأثير على الخلفية والقرارات التصميمية للمعماري خلال المرحلة والتي تمثلـت أولاً بالجانب الثقافي الأكاديمي حيث ظل التأثير الأكاديمي لدراسة الحداثة مستمراً عند معماري القسم الزمني الأول بينمـا ظهـر تأثير المفاهيم التاريخية و الدلالية لما بعد الحداثة في أعمال القسم الثاني منهم .

أما المؤثر الثاني كان في العوامل التخطيطية والتشريعية تفرض ارتفاعات وارتدادات معينة أو استخدام لأشكال محددة مثل القوس. بينما الجانب الثالث مثلته علاقة المصمم بالزبون والتوافق التصميمي معه وبروز ظاهرة انحسار الثقافة وتردي الذوق العام مما جعل العامل الاقتصادي يلعب دوراً في اتخاذ القرارات التصميمية وهو ما أثر على تجارب حديثي التخرج.

استنتاج التكون المستقل الضمني

يظهر من خلال التحليل السابق ان النماذج الأولية للمرحلة لم تكن مستقلة بصورة كاملة، حيث ظهرت استمرارية الحداثة بصورة واضحة على مستوى المخططات التي أما ان تكون انعكست في الواجهة أيضاً أو انها عولجت بمفردات لغة تاريخية تعود للعمارة المحلية، وهي هنا ليست مستقلة أيضاً على الرغم من كونها ضمنية وانما اعتمدت على مفردات عمارة في حالة أفول.

غير ان ما ظهر كأشكال مستقلة وجديدة خلال المرحلة ظهرت في النتاج السكني الحديث للتسعينات إلا ان خلفيتها المرجعية لم تبنى على إدراك الظاهرة الخارجية وانما كان مصدرها الرؤيا الخاصة وما توفره المجلات المعمارية بغض النظر عن البيئة المحيطة أو حتى النتاج التقليدي المحلي بدليل الأعمدة مزدوجة الارتفاع الكاذبة والفضاءات مزدوجة الحجم غير الناجحة بيئياً ومناخياً.أما بالنسبة لانتشاره الذي لم يبنى على تحديد قيم جمالية فقد جاء بسبب التأثر والرغبة في تقليد المقابل ومنها اعتبرت الأشكال الغريبة والمتعددة تمثل العمارة المعاصرة الجديدة بذلك كانت عرضة للتغير المستمر بظهرر نماذج جديدة.

مؤشر الاستمرارية التطورية في التكون

الموقع والعلاقة مع المحيط

شهدت المرحلة بعد الوعي لغربة تطبيقات الحداثة العديد من محاولات التفاعل مع البيئة المحيطة مناخياً واجتماعياً وثقافياً فجاءت أغلب هذه المحاولات لترجمة الوعي فكرياً بالعودة إلى دراسة نماذج الحلول التقليدية للتفاعل البيئي والتي اعتبرت كمنبهات فنية في معالجة الواجهة والتكوين العام.

جاءت هذه المنبهات الفنية للعمارة المحلية التقليدية على عدة مستويات فهي عند محمد مكية النماذج العليا في الذاكرة الشكلية عن العمارة الاسلامية وما يحويه المصمم من صور ذهنية عنها أو هي الموحية الشكلية عند رفعت الجادرجي المعتمدة على صهر مفردات معينة إلى حد التجريد كما في مبنى اتحاد الصناعات وانحصار التبغ أو هي امكانات الشكل السرجي لقحطان المدفعي لتطويع المفردات الخارجية للبيئة المحلية، أما عند معماري القسم الزمني الثاني فاعتمدت

العلاقات الفضائية

ظهرت حلول العلاقات الفضائية التي تعكس محاولات الاستمرارية مع العلاقات الفضائية التقليدية على مستويين، اعتمد المستوى الأول على التقسيم الوظيفي للحداثة لكن بدل عن الأشكال النقية للمخططات (المستطيل والمربع) ظهرت التكسرات والتدرج في الفضاءات للحصول على كتل متداخلة في الواجهة كما في مبنى اتحاد الصناعات واستغلال خاصية التصليل. أما المستوى الثاني فكان في عودة ظهور الفناءات الداخلية إلا ان المبنى لم يُحور للانفتاح على الداخل كما في مخططات الفناءات الداخلية وانما مخططات الحداثة هي التي طورت باستخدام فناء وسطي لإنارة الفضاءات الداخلية كما في مبنى أمانة العاصمة والجامعة المستصرية، فالعلاقات الفضائية اعتمدت على وجود مجموعتين من الفضاءات المنتظمة يربط بينهما ممر وسطي، فتطل المجموعة الأولى على الخارج أما الأخرى فتفتح على الفناء الداخلي.

كما ظهر الفناء في النماذج السكنية المصممة لمعماريي القسم الأول خلال الستينات والسبعينات كما في أننسين من الدور السكنية لرفعت الجادرجي وقحطان عوني لكن اعتماد السكن المنفرد افقد الفناء وظيفته التي تعمل بنظام مع النسيج السكني المتكامل. أما ظهور الفناء في النماذج السكنية لمعماريي القسم الثاني خلال الثمانينات خصوصاً فقد ارتبط بالعديد من التأويلات المفاهيمية فهو في أحد المشاريع يمثل استمر ارية الفضاء الخارجي بذلك ربط مباشرة مع الخارجية أو هو ان

ومع نهاية التسعينات نلاحظ اختفاء الفناء وتحوله إلى حديقة داخلية واعتماد العلاقات الفضائية على عزل العام عــن الخاص بحيث يحول المنزل إلى مجموعتين من الفضاءات يفصلها جدار عازل شكل (8,9,10).

♦ <u>الشكل</u>

العناصر والمعالجات

شهدت المرحلة استمرارية عدد من المنبهات الفنية للعمارة الاسلامية التقليدية المحلية خصوصا ضمن نتاج الصيغة الأولى (أي أعمال المعماريين) والتي يمكن أن نحددها بالمفردات التالية:

القوس

لا تستطيع تعيين استعمال محدد للقوس خلال نتاج المرحلة فقد ظهر بأساليب مختلفة بين المعماريين البارزين في القسم الزمني الأول. ففي مشاريع د. مكية تظهر الأقواس العباسية بتصوير ثلاثي الأبعاد بإيجاد فراغ نحتي بين مفردة وأخرى كما في أروقة جامع الخلفاء أو مصرف الكوفة شكل (11). بينما نظر الأقواس عند رفعت الجادرجي نصف دائرية مجردة أما ككتل كونكريتية بارزة من الجدار كما في اتحاد الصناعات أو على هيئة تجاويف في الجدار الطابوقي الخارجي كما في مبنى انحصار التبغ ويظهر القوس أما بتكوينات نحتية لا تعكس الفتحات الحقيقية خلفها أو الارتفاع الحقيقي للمبنى أو على شكل أروقة خارجية تحيط بالمبنى يكون توظيف القوس خلفها أكثر انتظاماً وهو ما ظهر في نتاج الجادرجي لما بعد السبعينات.

أما القوس عند قحطان المدفعي فيظهر في أثنين من مشاريعه الرئيسية، جمعية الفنانين وجامع بنية وفي كلا المشروعين تستعمل الأقواس المدببة التي تعكس ليونة ومطواعية توفرها مادة الكونكريت. بينما الأقواس عند هشام منير تأتي بتطويع الكاسرات الحداثوية المجردة لتأخذ شكل الأقواس المدببة في الطوابق الأخيرة من المبنى ويشترك في هذه المعالجة المعمار مهدي الحسني. وظهرت مفردة القوس في المشاريع الإدارية المنفذة خلال الثمانينات مثل وزارتي التربية والتعليم ووزارة النقل والمواصلات. كما انحسر ظهور القوس في النتاج السكني لمعماريي القسم الثاني خصوصاً خلال التسعينات وبالأخص القوس العباسي المدبب واقتصر ظهوره على تعريف المداخل الرئيسية بحيث يظهر في مشروع ويختفي في الآخر، فلم يعامل كمفردة أساسية كما عند معماريي القسم الزمني الأول ما عدا بعض الأبنية العامة مثل دار الأوبرا في الثمانينات ومشروع جامعة الكوفة مع نهاية التسعينات لساهر القيسي والتي استعمل فيها المعمار القوس العباسي. أما بالنسبة لنتاج العامة فقد استعملت مفردة القوس في النماذج السكنية للسبعينات والثمانينات لكن بصورة متنوعة وموظفة بطريقة ساذجة.

مفردة الأبراج

ظهرت كمنبهات فنية مستمرة في بعض مشاريع معماري القسم الزمني الأول كما في مبنى انحصار التبغ وإحدى دور رفعت الجادرجي حيث تظهر كأسطوانات طابوقية برجية، وفي مبنى مكتبة الأوقاف لمحمد مكية مــع تحويــل الشــكل الدائري للأبراج إلى المضلع وتحصر بينها الأعمدة وفتحات الشبابيك.

مفردة جدران الطابوق المزدوجة

لا تستطيع إرجاعها إلى مرجعية تاريخية محددة ما عدا كونها تطوير للشاشات التي ظهرت خلال الخمسينات كمعالجة بيئية للحداثة بحيث تكون أقرب إلى مفهوم الستائر الخارجية كما في مبنى الجامعة المستنصرية، مؤسسة الضمان الاجتماعي لهشام منير ومسابقة وزارة البلديات لرفعت الجادرجي.

<u>مفردة الشنشول</u>

لم تظهر مفردة الشنشول بصورة واسعة ضمن معماري القسم الأول ما عدا بعض المحاولات التجريدية مثل مبنـــى معهد الفنون الجميلة لسعيد علي مظلوم، أو ان يظهر الشنشول كبالكونات كونكريتية بتشكيل من الأقواس يعكسها المعمــاري كتجريد للشناشيل كما في مبنى اتحاد الصناعات.

اما الاستعمال الواضح للشنشول ظهر في أعمال معماريي القسم الثاني خصوصاً ساهر القيسي شكل (13) فجاءت بحسب مادتها وشكلها المباشر في بعض النماذج السكنية في الثمانينات ثم تحولت إلى صور مختلفة من التجريد والترجمة بمواد مختلفة وجديدة وضمن نتاج العامة برزت بكثرة في النماذج السكنية الحديثة للتسعينات وبأشكال وأحجام مختلفة تقترب جميعها من كونها صناديق زجاجية بارزة في الواجهة.

استنتاج التكون المستمر التطوري

على الرغم من ظهور استمرارية بعض العناصر والمعالجات لعمارة تاريخية سابقة، إلا ان هناك متغيرات تمنعنا من ان تؤشر الاستمرارية التطورية كمؤشر لنشوء طراز للمرحلة، فعلى مستوى المخططات فان ظهور الفناء لم يطور كما كان عليه في استعماله الأصلي وإنما طورت مخططات الحداثة للاستفادة من الفناء باتجاهها، كذلك بالنسبة للعناصر والمعالجات الخارجية التي ظهرت باساليب مختلفة بصورة واضحة، أي ان أي منها لم تحول إلى طراز بتثبيت استعمالها بشكل محدد ومادة محددة كما في استعمالها الأصلي، فعلى الرغم من ما وفرته من قيمة المعلومة إلا انها لم تكرر لتثبيتها.

اعتماداً على التحليلات الشكلية السابقة يظهر الاختلاف في تحديد السمات الشكلية في ترجمة نتاج المرحلة إضافة إلى الاختلاف ما بين المعماريين أنفسهم وضمن سيرة المعماري الواحد، فبالنسبة لمعماريي القسم الأول تظهر الاستمرارية الواضحة لنتاج العمارة الدولية والمتداخل نحو المرجعيات التاريخية التي تعود لنفس المعماريين العاملين خلال حداثة الخمسينات.

	مجلة المندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
--	--------------	-----------	-----------	---------

ما يظهر في نتاج معماري القسم الثاني ويمكن تأشير الاختلاف بين ما يدعو إليه المعماريون وما يفضله العامة كنتاج يعتبروه حديثاً. مثل هذا الاختلاف في السمات الشكلية يعني عدم وجود الجمعية في تجلي الروح وبدوره يقود إلى انعدام التاثير الحتمي للعقل العمومي وبذلك لا نستطيع ان نؤشر عمومية روح العصر كمؤشر لنشوء طراز في المرحلة.











شكل (12) منظور خارجي لدار سكنية لحسام الراوي ثانياً: **المؤشرات الاجتماعية (الوسيطة)**

افسا ماد م

الترخيم الاجتماعي

يبنى الترخيم الاجتماعي على اساس العلاقة بين الأفراد خلال فترات الطراز في العمارة. إلا ان فقرة العلاقة مع المحيط تبين ان العلاقة بين المعماريين تختلف عن العلاقة بين الأفراد ثم تلك ما بين المعماريين والعامة. فبالنسبة للمعماريين تؤشر العلاقة بينهم نتيجة لاعتمادهم المرجع المشترك وهو العمارة المحلية التقليدية والاسلامية لكن مع اختلاف ماهية هذا المرجع كما بينا (راجع فقرة العلاقة مع المحيط). ومنها كانت العلاقة بين المعماريين والعامة مبنية على استخدامهم لأشكال معرفة والتي مع زوال الالتزام بها يمكننا تأشير اختفاء هذه العلاقة.

أما بالنسبة لنتاج العامة فان العلاقة بين الأفراد اعتمدت مفهوم (التأثر) أي بمدى التأثر بين العامة باشكال معينة وهو ما يكون مؤقتاً وتأثيره مقارب لتأثير الصرعات في الموضة الشائعة. الاعراف المعمارية

ان عدم إمكانية تأشير الترخيم الاجتماعي ينعكس بدوره على عدم وجود الاعراف المعمارية فاختلاف العلاقة بين المعماريين ثم بين المعماريين والعامة يعني ان ما كان مهماً وذا قيمة بالنسبة للمعماري وهو القيمة الاجتماعية والتعريفية للعمارة والتي حفزت العودة باتجاه العمارة التاريخية والمحلية هي ليست بنفس الأهمية بالنسبة للعامة فإذا كانت الاعراف تتشكل بتساوي القيم وأهمية الأشياء بالنسبة للأفراد خلال مرحلة معينة مما يجعل الأشكال التي تشترك حولها القيمة تصبح حفاظية ومرجعية لذلك فان التغيير في المعالجات الشكلية وعدم تساوي القيم حولها يمنعنا من ان نؤشر أعراف خاصبة

الوعي الجمعي

شهدت المرحلة ظهور التخصص وغياب الوعي الكامل لمختلف الجوانب الثقافية وخصوصا الوعي للمتطلبات الاجتماعية والثقافية للعمارة من قبل العامة وان ما يظهر من علاقة بين المعماريين لاشتراكهم في بحث خصوصية العمارة يعود أكثر إلى مفهوم التقليد منه إلى الوعي الجمعي. **ثالثاً: مؤشرات التشابه في الطراز**

<u>النمط</u>

العلاقات الفضائية

ان ظهور النمط لمرحلة معينة يعني تكرار لعلاقات فضائية معينة التي تظهر على انها مثالية، كما ان النمط لا يتميز إلا بعد توقف العمل به وإذا ما عدنا للحدود الخارجية للعلاقات الفضائية نجد الاختلاف بين المخططات التي اعتمدت مبادئ الحداثة سواء للفضاء المفتوح أو المعتمد على الممر الوسطي أو ما بين المخططات التي أدخلت الفناء الداخلي.

أما بالنسبة للأبنية السكنية فيظهر الاختلاف في العلاقات الفضائية التي وظفت الفناء والمتزامن بدوره مع مخططات العامة المعتمدة على الممر الوسطي مع التأكيد على فضاء الطبخ والخزن.

مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
·		- •	

ان اختلاف هذه المخططات يمنعنا من ان نؤشر ظهور نمط محدد للأبنية العامة ما عدا انتشار النموذج المعتمد على الكتل المكعبة مع فناء وسطي للابنية الادارية على الرغم من اختلاف المعالجات الخارجية كما في مبنى الأمانــة والمبنــى الإداري لمحمود العلي ومبنى وزارتي التربية والتعليم ومبنى مؤسسة الطرق والجسور ومبنى المجلـس التشـريعي للحكـم الذاتى الذي استغل الفناء الوسطى لاحتواء القاعة الدائرية.

آلية الشكل النهائي

ان تحديد آلية الشكل النهائي يتطلب تعيين التشابه بين النموذج الأول لنتاج المرحلة والنماذج الأخيرة فيها وهو ما يحدد الطراز كطراز، إلا ان الاختلاف بين نماذج الحلول المقترحة للأبنية العامة أو السكنية يعني انها لـم تطـور باتجـاه تحديدها كطراز للمرحلة.

لنفس الوقت يظهر النزام معماريي القسم الزمني الأول بما هو مثالي كتصريف ثقافي أوجد النشابه بين النتاج المعماري للمعمار الواحد بين النماذج الأولى والأخيرة لحلولهم مما يعطي بنى الاحتمالية والتوقع لما يقدمه المعماري من حلول وخصوصاً أعمال رفعت الجادرجي وهشام منير ومحمد مكية.

كما يمكن تمييز آلية الشكل النهائي بين النتاج السكني في التسعينات من توقع تكرار نفس المفردات التصميمية (تغليف حجر، الأعمدة وفضاءات الاستقبال المرتفعة، ضخامة المقياس والاهتمام بالأسوار الخارجية). إلا انها لم تعتمد على التصريف الثقافي والاجتماعي والبيئي، لذلك لا يمكن اعتمادها كآلية شكل نهائي للطراز خلال المرحلة، حيث ظهرت كمفردات ايقونية من البداية ولم ترتبط بقيم انثروبولوجية تطور المفردات إلى طراز.

<u>اللغة في الطراز </u>

اعتمد التمثيل الخارجي على أسلوب الاستعارة أما المباشرة كما في أعمال محمد مكية أو بتجريد كما فــي اعمــال رفعت الجادرجي وقحطان المدفعي أو قحطان عوني أو استمرارية التمثيل للعقلانية الوظيفية للحداثة كما في اعمال هشــام منير ومهدي الحسني.

أما بالنسبة لمعماريي القسم الثاني فإضافة لاستعارة الأشكال المحلية التقليدية كما في أعمال ساهر القيسي ظهرت الحرية في التكوينات والمفردات الخارجية في أثنين من مشاريع حسام الراوي حيث يظهر التأثير الكلاسيكي في أحد هذه المشاريع وفي الأخرى تظهر المنحنيات في الواجهة كاستعارة لانسيابية حركة الهواء في عمل الطائرة استجابة لرب العمل ا الذي يعمل طياراً شكل (12).

لذلك التمثيل الخارجي لنتاج المرحلة اعتمد على الاستعارة لمفردات محلية امتلكت قيم ايقونية بعد توقف استعمالها أو الاستعارة لقيم تعبيرية خاصة يصعب فهمها إلا بعد شرحها من قبل المعماري وهو ما يختلف عن أسلوب الكناية كلغة للتمثيل في الطراز حيث يكون المبنى ناتج للبيئة المحيطة وكناية لها وليس صور استعارية للحلول المختلفة. <u>النظام في الطراز</u>

ظهرت السيطرة لنتاج المرحلة لتأثير المعماري والقوى الاقتصادية لأرباب العمل والقوى السياسية في اتخاذ القرارات البنائية وما قدمته الدول من مجمعات سكنية جاهزة كان العامل الأول في تصميمها هو اقل كلفة وأكبر استيعاب بذلك كانت بعيدة عن تدخل الفرد وتحديد متطلباته خصوصاً لطبقة ذوي الدخل المحدود في المجتمع بذلك يختلف عن النظام في الطراز الذي تكون السيطرة فيه من الأسفل بواسطة الأفراد المشاركين في العملية البنائية.

تطبيق مفردات التصميم المعاصر على مؤشرات الحركة في العمارة أولاً: مؤشر ظهور الأفكار

<u>التوجــه</u>

بينا ان تحديد التوجه من قبل المعماري يقتضي تبني أي من القوى التي تظهر في مرحلة معينة وتعمل على إيجاد التوازن بين الحقول الثقافية والاجتماعية لمجتمع معين وتأثير هذه القوى لا يشمل حقل العمارة فقط وإنما ينتقل بتأثير الاستعارة الفكرية إلى باقي الجوانب الثقافية، من ذلك إذا ما قارنا سمات النتاج المعماري عند معماري القسم الزمني الأول مع ما يحدث في باقي الجوانب الثقافية وخصوصاً الفنية نجد ان كل من جواد سليم، فائق حسن ومحمود صبري كانوا قد بنوا أفكار هم على المزاوجة مع التراث ودراسة الواقع المحلي بطرق واساليب مختلفة حتى على مستوى اختيار المواضيع التراثية. أي ان ما ظهر كتقليد للمرحلة عمل على نشر مفاهيم التراث كضرورة اجتماعية والذي يمكن ان نحدده كتوجه للمرحلة لموازنة الاختلال الذي وجد مع مفاهيم الحداثة سواء على مستوى الفن أو العمارة.

شهدت المرحلة ظهور عدد محدد من المقالات المعمارية خلال مجموعة من المجالات الثقافية مثل فنون عربية، مهندسون، رواق، وخلال المسح بهذه المقالات نستخلص بأنها لا تمثل بيانات معمارية يكون للمعماري الدور القيادي فيها كمحفز للتغيير مع اختفاء منطق البيانات المعمارية المميز بأسلوب كتابي معين، كما ان اطروحات الدراسات العليا بقيت منحسرة ضمن الحلقات الأكاديمية، أما ظهور الندوات المعمارية فقد حدد للنخبة أيضاً.

بذلك لا نستطيع ان نؤشر بيانات معمارية تعمل على نفعيل التوجه وتأكيد القيم الإيجابية له بأســلوب خــاص دون الاقتصار على تعريف المشكلة أو تعريف مقوماتها مثل الخصوصية، التراث والمعاصرة التي تعتبر جزء من الحل وليســت أساسية وهو ما ينطبق على دور المناظرة أيضاً.

مؤشر تبلور النظرية

على الرغم من ما توصلنا إليه من وحدة التوجه بين المعماريين الواعين لأهمية انتماء العمارة محلياً والمبني على أهمية التراث كضرورة اجتماعية. إلا ان اخترال هذا التوجه إلى نظرية معمارية شاملة جاء على عدة مستويات بحسب الترجمة الشخصية لكل معماري والتي لا يمكن دعوتها بالنظرية ولكنها أفكار واضحة متل فكرة صهر المعالم للجادرجي، فكرة الاهتدام للمدفعي، أو التأكيد على الخصوصية الإنسانية المعنوية أو الروحية المتضامنة والمتفاعلة مع الوظيفة لمحمد مكية.

أما لمعماريي القسم الثاني فقد حرروا أنفسهم من أي ارتباطات بأشكال العمارة التراثية، فبالنسبة لساهر القيسي فقد بنى أفكاره على أساس تعريف الطراز في العمارة بأنه: "حالة واعدة للتعبير عن المحيط والخلفية وذلك بتسخير معطيات البيئة الثقافية والطبيعية لإعطاء محددات الشكل مما يغرس فيها المعاني الاستطيقية" أما بالنسبة لحسام الراوي فقد اعتمد في أفكاره على اساس تعريف الطراز بأنه استجابة على درجة عالية من التمامية للبيئة الثقافية والاجتماعية وبعلاقة ترابطية مع المناخ والسياق.

ورغم عدم نشر هذه الأفكار إلا ان الطروحات في هذا المجال وخاصة ضمن الجانب الأكاديمي كثيرة وتوضح تعدد الأوجه النظرية لتعريف التوجه معمارياً مما يعني عدم وجود نظرية شاملة موحدة يشترك فيها المعماريون على الرغم مــن

مجلة الهندسة	أذار 2007	المجلد 13	العدد 1
*	•	•	

وحدة التوجه العام جداً ضمن مفردتين عامة أيضاً وهي التراث والمعاصرة التي لا توضح اصطلاحات الفكر النظري المعماري والتطبيق المقصود.

ثانياً: مؤشر العلاقة الداخلية للحركة

ان تحديد تيارات خاصة بالحركة تعتمد على وجود مصنفات لمجاميع من المعماريين ضمن هذه الحركة وقد ظهرت عدد من محاولات التصنيف إلى تيارات لكل من رفعت الجادرجي وعقيل نوري ملا حويش جاءت تحت تسمية توجهات مع ما بيناه من ان التوجهات لا تطلق على الممارسة المعمارية المباشرة. وإلى جانب هذه التصانيف يظهر في الطرح الأكاديمي تصنيفات تربط هذه الاتجاهات والتيارات مع عموم الوطن العربي وبذلك تزيد من عمومية التصنيف.ان ما توصلنا إليه من دراسة السمات الشكلية لنتاج معماريي المرحلة إضافة إلى ما توصلنا إليه من غياب للنظرية الشاملة للمرحلة يقودنا ان نستنتج ان هذه التوجهات (التيارات) هي لأساليب شخصية ولم يظهر تأثيرها على معماريين آخرين لكي يصنفوا ضمن نفس التيار.

ثالثاً: مؤشر تمييز الحركة عن التقليعة

ان الاتفاق على أهمية التوجه المبني على ضرورة التراث في الحلول المعاصرة والذي تبناه أغلب المعماريين الرواد إضافة إلى استمراريته في طروحات المعماريين إلى الوقت الحاضر يميز نتاج المرحلة عن كونه تقليعة مؤقتة. <u>رابعاً: مؤشرات الانتشار</u>

لم تشهد المرحلة تأثيراً واضحاً للجانب الإعلامي في نشر مفردات حركة معينة فأغلب المجلات التي ضمت مقالات معمارية هي ثقافية عامة وغير متخصصة إضافة إلى انحسار ظاهرة المعارض.

أما بالنسبة لتأثير التعليم الأكاديمي ورغم كثرة الطرح الذي يتبناه الأكاديميون والممارسون إلا ان تـــأثيره تدريســي ولا يعد نشراً يوصله إلى الشريحة الكبيرة من المجتمع لشدة تخصصه، كما لم تظهر كتب مؤلفة توضح فكراً لنظرية وآلياتها وما يترتب على ذلك من تعزيز بالنقد والتحليل.

الاستنتاجات والتوصيات

- 1- تعد مرحلة العمارة العراقية من أوائل الستينات إلى سنة 2005 أهم المراحل لكونها مستمرة إلى الآن ولكونها شهدت تحولات عديدة في فكر وتطبيقات التصميم المعاصر في العراق وفي تأثيرات كل من الطرز والحركات المعمارية فيه وعلى الرغم من تقسيم المرحلة إلى قسمين رئيسيين إلا ان كليهما يشترك بالوعي للتراث كضرورة وبهدف إيجاد عمارة عراقية لها خصوصيتها لكن مع اختلاف الآليات.
- 2- أن الجزء الأهم في تجربة التصميم المعماري في الستينات والسبعينات تمثل في الفكر المتوجه للطراز التاريخي من جهة ولما هو محلي تقليدي من جهة أخرى. وبشكل محدد جداً لكلا الطرازين على مستوى مرجعية نظامها الفكري والمعرفي.
- 3- لا يمكن تحديد انتماء هذه التجارب لحركة معينة كما لا يمكن تصنيفها كاستمرارية طراز أو تطوير لطراز لغياب معظم مؤشرات الطراز فيها ويمكن وصفها ضمن مصطلح أقلمة محلية لحركة الحداثة.
- 4- سارت بعض التجارب في اتجاه الاقتطاعات الطرازية كما في القسم الأول وظهرت تجارب متميزة عادت إلى مرجعية فكر الطراز كنظام معرفي يترجم في لغة العلاقات الفضائية والعلاقة بين الكتلة والفراغ على المستوى التفصيلي في القسم الثاني.

- 5- رغم أهمية هذه التجارب إلا انها لم تكون حركة معمارية عراقية معاصرة تستطيع أن تؤثر وتقود فكر العامــة لغيــاب التمثيل الجماعي للفكر ومتطلبات تفعيل التوجه.
- 6- اعتمدت المرحلة على الاجتهادات الخاصة في توظيف المرجعيات الطرازية المختلفة فتميزت التجارب (بالأسلوب الشخصي فقط) وغابت السمات الدلالية الرابطة بينها من عدا الفكر العام غير المترجم إلى مصطلحات نظرية.
- 7- ان الفجوة بين الفكر العام والأسلوب الشخصي هي الفجوة التي يفترض أن تملؤها الحركة المعمارية العراقية المعاصرة التي تربط بين ما تم تحديده كتوجه بضرورة التراث في الحلول المعاصرة وبين وحدة النتاج بموية محددة للمرحلة.

التوصيات

أولا– ان التوصية الأولى والأهم تتجه باتجاه تفعيل الوعي الجماعي للمعماريين والنخبة المثقفة بهدف خلق حركة معمارية عراقية معاصرة تمثل حلقة الوصل بين الفكر المرجعي المفاهيمي والطراز التاريخي التقليدي مــن جهــة وبــين ممارســة التصميم المعماري كاسلوب شخصي للمعماري العراقي المعاصر باتجاه تحقيق هوية عمرانية معاصرة. **ثانيا**– تفعيل علاقة التأثر بين المعماريين والتي تشمل الحوارات والمناظرات حول نظريات معمارية للمرحلة.

<u>يمكن تحقيق ما سبق عن طريق:</u>

توسيع القاعدة الثقافية بين المعماريين أنفسهم بواسطة عقد المؤتمرات والندوات والاجتماعات و تفعيل ظاهرة البيانات التـــي تربط العمارة بصورة موضوعية مع توجهات خارجية يحدد المعماري قيمها الإيجابية ودفع التبعية باتجاهها. وهذا يتطلب الاتي:-

أ-إصدار المجلات المتخصصة بنشر نتاجات الحركة.

ب-إقامة المعارض الخاصة بعرض أعمال مجاميع من المعماريين.

المصادر العربية

أحمد، كمال ريسان "الطراز العالمي وأثره على العمارة الحديثة في العراق" رسالة ماحستير، حامعة بغداد، 1996 الجادرجي، رفعت، "موقع التراث في العمارة المعاصرة في العراق"، فنون عربية، 3، 1981. السلطاني، حالد "رؤى معمارية"، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، الطبعة الأولى 2000 السلطاني، حالد "واقع العمارة المعاصرة في العراق: دراسة في عمارة العقدين الستيني والسبعيني"، في رؤى معمارية، المؤسسة العامة للدراسات والنشر، بيروت، الطبعة الأولى، 2000 ماشور، عمار صالح "العمارة المعاصرة" رسالة ماحستير، جامعة بغداد، 2002 عبد الرزاق، حمان صالح "العمارة العاصرة" رسالة ماحستير، جامعة بغداد، 2002 مبد الرزاق، حمان عبد الوهاب "جدلية التواصل في العمارة العواقية، دراسة استقرائية لتواصل طراز العمارة الوادي رافدينية في تاريخ العمارة العراقية العاصرة" مبد الرزاق، حمان عبد الوهاب "جدلية التواصل في العمارة العراقية، دراسة استقرائية لتواصل طراز العمارة الوادي رافدينية في تاريخ العمارة العراقية" رسالة دكتوراه غير منشورة، حامعة بغداد، 2000

على، سعاد "عمارة الأجانب في بغداد" رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، 1987

المجلد 13

المصادر الاجنبية

Althusser, Louis <u>"Reading capital</u>" Monthly review press, New York, 1971

Baumgart, Fritz, "A History of Architectural Style", Pall Mall Press, London, 1969.

Colquhoun, Alan "Gombrich and Cultural History" in AD, 51, 1981

Colquhoun, Alan "<u>Three kinds of Historicism</u>" in theorizing a new agenda for architecture, , by Kate Nesbit, Princeton architectural press, New York, 1996

Colquhoun, Alan "<u>**Typology and Design Method**</u>" in theorizing a new agenda for architecture, by Kate Nesbit, Princeton architectural press, New York, 1996

Gelernter, Mark "<u>Sources of Architectural Form, a Critical History of Western Design Theory</u>" Manchester University Press, Manchester, 1995

Gombrich, Ernst "<u>In Search of Cultural History</u>" in Reading architecture history, Rout ledge, London, 2002

Grombrich, Ernst "<u>Hegel and Art History</u>" in on the methodology of architectural history in AD, 51, 1981

Hale, Jonathan "<u>Building Ideas an Introduction to Architectural Theory</u>" John Wiley and sons, Ltd., New York, 2000

Jencks, Charles "<u>Architecture 2000 and Beyond, Success in The Art of Prediction</u>" John Wiley and Sons Ltd., great Britain, 2000 first published

Leathart, Julian "<u>Style in Architecture</u>", Thomas Nelson and Sons Ltd., London, First Published, 1940, Reprinted 1944.

Niesbitt, Kate "<u>Theorizing a New agenda for Architecture</u>" Princeton architectural press, New York, 1996

Tansey, Richard and Patric, Dlanekirk "<u>Art Through the Ages</u>" University of Michigan, Ann Arbor, Teyssot, George "<u>Neoclassicism and Autonomous Architecture: The Formalism of Emil</u> <u>Kanfmann</u>" in AD, 51, 1981