



Determine an Equation to Calculate the Annual Maintenance Cost for Public Hospitals

(Al Sader City Hospital as a Case Study)

Kadhim Raheem Reziej

Lec.Doctor

Collage of Engineering-University of Baghdad

Kadhim1969@yahoo.com

Nuha Hazim Al-Hilaly

Postgraduate Student

Collage of Engineering-University of Baghdad

nuha.hilaly@yahoo.com

ABSTRACT

Maintenance of hospital buildings and its management are regarded as an important subject which needs attention because hospital buildings are service institutions which are very important to a society, requiring the search for the best procedure to develop maintenance in hospitals.

The research is aimed to determine an equation to estimate the annual maintenance cost for public hospital. To achieve this aim, Al-Sader City Hospital maintenance system in Al-Najaf province has been studied with its main elements through survey of data, records and reports relating to maintenance during the years of the study 2008-2014 and to identify the strengths, weaknesses, opportunities and threat points in the current system through Swat analysis, which represents "analyzing the internal factors represented by strengths and weaknesses points and the external factors represented by opportunities and threats," [41]. On the basis of that, an equation has been obtained to estimate the cost of annual maintenance. To achieve this aim, the following issues should be taken into consideration:

- Studying the actual work program of the maintenance department in Al-Sader Hospital,
- Identifying the procedures used in maintenance and ways they are implemented,
- Studying the maintenance records and reports,
- Holding interviews with the manager of maintenance and its staff to integrate the information and
- Integrating the analysis of maintenance cost by using statistical analysis system (ASA 2012).

To assess the validity of the model for the annual maintenance cost, the predicted values of the equation are plotted against the actual measured (observed) values. Based on the validation data set, the coefficient of determination (R) was found to be equal to (82.5%), therefore it can be concluded that the developed equation showed moderate agreement with the actual measurements.

Finally, it can be concluded from the study that, the developed equation should be applied in hospital to overcome the problems and weak points of the current system and to estimate the annual maintenance cost for hospitals based on the scientific method.

Key words: maintenance of hospital, maintenance management, annual maintenance cost, hospital maintenance system.

ايجاد معادلة لحساب تكلفة الصيانة السنوية للمستشفيات العامة (مستشفى مدينة الصدر حالة دراسية)

نهى حازم الهلالي
طالبة ماجستير
جامعة بغداد-كلية الهندسة-قسم الهندسة المدنية

د.كاظم رحيم رزيق
دكتور
جامعة بغداد-كلية الهندسة-قسم الهندسة المدنية

الخلاصة

تعد صيانة ابنية المستشفيات واساليب ادارتها من المواضيع المهمة التي يجب تركيز الجهود للاهتمام بها لكونها من المؤسسات الخدمية الاكثر اهمية في خدمة المجتمع مما يتطلب البحث الدائم عن افضل الاساليب التي تساعد في تطوير اعمال صيانة المستشفيات.

يهدف البحث الى تطوير نظام ادارة الصيانة الحالي في المستشفيات العراقية ولغرض تحقيق ذلك تم دراسة وتحليل نظام الصيانة في مستشفى الصدر التعليمي في محافظة النجف بكافة عناصره الرئيسية من خلال الاطلاع على البيانات والتقارير والسجلات للسنوات المدروسة من 2008 الى 2014 وتم تحديد نقاط الضعف والقوة والفرص والتهديدات في النظام الحالي من خلال تحليل سوات، الذي يمثل "تحليل العوامل الداخلية ممثلة نقاط القوة ونقاط الضعف ونقاط والعوامل الخارجية التي يمثلها الفرص والتهديدات" [41]. وعلى اساس ذلك تم ايجاد معادلة تعمل على تخمين كلفة الصيانة السنوية ولغرض تحقيق ذلك تم:

- دراسة واقع حال عمل قسم الصيانة في مستشفى الصدر التعليمي
- التعرف على الاساليب المستخدمة في الصيانة وكيفية تنفيذها
- دراسة السجلات والتقارير والبيانات المتعلقة بالصيانة
- اجراء مقابلات شخصية مع مدير الصيانة والعاملين في القسم لغرض تكامل المعلومات
- تحليل متكامل لكلف الصيانة باستخدام برنامج التحليل الاحصائي (SAS 2012).

لغرض التأكد من صلاحية معادلة حساب الكلفة السنوية للصيانة، تم رسم القيم المتوقعة من المعادلة مع القيم الملاحظة لسنة 2014 من المستشفى المدروس لغرض التحقق من صحة البيانات وتحديد معامل التحديد (R) الذي يساوي (82.5%) ، وبالتالي فإنه يمكن استنتاج أن المعادلة تظهر نتائج مقاربة مع القيم الفعلية.

في نهاية البحث، تم إعطاء عدد من الاستنتاجات والتوصيات؛ الرئيسي منها يجب تطبيق المعادلة في المستشفى للتغلب على المشاكل ونقاط الضعف في النظام الحالي وتحديد تكلفة الصيانة السنوية للمستشفيات وفقا للطريقة العلمية.

الكلمات الرئيسية: صيانة المستشفيات، نظام ادارة الصيانة، مستشفى الصدر التعليمي، كلفة الصيانة السنوية، معادلة تخمين الكلفة.



1. INTRODUCTION

Hospital buildings are considered as an important facilities in the country because of their great responsibility to offer medical and health service for huge population, especially in the current conditions in Iraq that have led to a weak security situation, which has caused an unnatural increase in the number of patients. So it became necessary to maintain those buildings in good condition which cost the country economy huge amounts of money .

Maintenance of any building comes from the planning stage, but the organization and implementation of maintenance work are done only after the building is completed as a result of change in preoccupation conditions of the building, **Geisler, 2002**.

Every structure requires care to limit deterioration. Exposure to the elements causes all building materials to wear down eventually. Periodic inspections can help to figure out the problems early and together with regular maintenance, these practices can extend the life of building.

Set up a building maintenance schedule to remind you of any inspections or work that needs to be done. This will help prioritize required maintenance and prevent costly future repairs. Over the life of a structure, it had been shown that a small dose of planned maintenance on an annual frequency was less costly than a large one time corrective repair **Renew, 2012**.

Maintenance of hospital buildings is one of the complex subjects in the field of building maintenance, but what contributes to this nature is the accuracy of its mechanical and electrical systems. The inadequate maintenance budgets and the qualities of the physical environment in which patients receive care can be positive or negative, **Malkin and Wiley, 1992**. So maintenance work for hospitals should be planned and programmed to find adequate solutions to do better maintenance because a good building requires a good maintenance, **Hutton and Lloyd, 2006**.

The Maintenance aims to extend the life of machines and buildings in hospitals because of their high costs. Additionally, maintenance aims to reduce the lost time caused by malfunction of machines which may greatly influence the productivity of the hospital in terms of quantity and quality of medical services provided. On the other hand, hospitals administrations, for obvious reasons, prefer the maintenance work itself to be with minimal cost, effort and time but with best quality.

Therefore, the importance of maintenance arises in both health and non-health institutions alike; hence, developing countries, traditionally pay great attention to maintenance.

2. RESEARCH JUSTIFICATION

The hospitals are the most important buildings that have direct contact with patient's lives and their importance lies in the provision of humanitarian and medical services. The justifications for the preparation of this research, which was reached through the Swat analysis, are:

- 1- The deficiencies in the maintenance management system of government and private hospitals in Iraq.



- 2- Retardation the hospitals maintenance systems in Iraq.
- 3- No assigned maintenance tasks to specialists.
- 4- Lack of sufficient funds for maintenance.
- 5- Administrative and financial corruption.
- 6- The absence of real survey for information of the real situation of the reality of maintenance.
- 7- The lack of a clear and consistent maintenance plans by senior management.
- 8- Low wages and incentive rates for workers in this field.

3. DEFINITIONS OF MAINTENANCE

The following are some of the most common definitions:

- " A set of technical and administrative activities that work to keep the assets away from the occurrence of any failure that might lead to reducing the efficiency and productivity ", **Abdul, 2009**.
- " All Works carried out to maintain the building and protect it from damage in order to do its function as long as possible by repairing defects and hence reducing costs resulted from negligence ", **Chandler, 1987**.

4. TYPES OF MAINTENANCE

Maintenance includes the following types, **Higgins and Morrow, 1977**

- 1- Unplanned maintenance: Maintenance activities occur without any prior planning.
- 2- Preventive maintenance: Maintenance activities are performed according to a plan and within the time periods for the purpose of reducing the probability of failure and improving the performance.
- 3- Corrective Maintenance: The maintenance activities take place after the occurring of a failure. The purpose is to restore the situation back to the normal conditions.
- 4- Scheduled maintenance: A preventive maintenance in which maintaining activities are carried out according to specific quantitative criteria such as periods of time, number of operating times or Mileage.
- 5- Condition-based Maintenance: A preventive maintenance in which maintaining activities are promoted based on the outcomes of the inspection and routine testing.

5. DEFINITIONS OF HOSPITAL

A hospital can be defined as a health care institution in which patients are treated by specialized staff and equipment. The most popular type of hospitals is the general hospital, which normally has an emergency department.

A district hospital is typically the major health care in its region, with large numbers of beds for long-term care; specialized hospitals are included, **Martin et al., 2009**.

- 1- Rehabilitation hospitals: Which include children's hospitals, seniors' hospitals, and hospitals for dealing with specific medical needs such as (psychiatric problems).



- 2- Teaching hospitals: In addition to provide treatment for patients, they provide education for doctors, pharmacists and nurses.
- 3- The medical facility: Smaller than a hospital; it is generally called a clinic.
- 4- Hospitals are unproductive service institutions usually funded by the public sector such as Ministry of Health and health insurance companies.

5.1 Objectives of Maintenance in Hospitals

The most important objectives of maintenance in hospitals include **Geert, and Pintelon, 2002**:

- 1- Prolonging the productive life for the machinery and equipment and all facilities of the hospital.
- 2- Maximizing the use of the existing equipment and services.
- 3- Making sure of the permanent readiness for all machines and equipment, especially for emergencies.
- 4- Ensuring the safety of patients and staff when they use the devices and extensions that available in the hospital.
- 5- Reducing costs through sustainable running of all the machines and equipment and increasing their productivity. This does not mean final objective is to reduce maintenance costs, but to get the best level of cost within the level of maintenance.

5.2 Execution of Maintenance Work in Hospitals

Maintenance work in the hospitals is done in general by dividing the hospital into parts so that maintenance can be done easily. For instance, the hospital is divided into parts for maintenance purposes, **Shah, 2009**:

- 1- Buildings: A timetable is set to carry out building maintenance which covers the following:
 - Painting and washing kitchen every three months; while wards and restaurants as well as other hospital facilities once a year.
 - Painting and washing doctors' clinics every two or three years.
 - Furniture maintenance every two years.
 - Street re-pavement and corridors every four years.
 - Water pipe and sewer networks every eight years.
- 2- For the maintenance of electrical, mechanical and medical instruments, a list is made to carry out maintenance work on them:
 - Daily inspection of electrical connection.
 - Testing electrical points and calibration, wires and electrical connections every month
 - Generators and machines yearly.
 - Checking all instruments according to a timetable and in agreement with instrument nature and expected breakdown
- 3- A variety of works; Because in a hospital, there are many units such as washing machine unit, the elevators which need regular inspection and which need maintenance to be used regularly,

therefore, their electrical, electronic and mechanical systems should be always inspected together with the communications system. Warehouses should also be maintained.

6. STUDY THE REALITY OF THE IRAQI HOSPITALS MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM

6.1 Introduction to the Case Study

Al-Sader City hospital is one of the most important medical health institutions among the hospitals of Al- Najaf province; it is located on the main road linking Najaf city to Kufa city. Al-Sader City was implemented by a German company at a cost of 22 Billion ID and on a total area of (67,500) square meters. It was opened in 1983 with a capacity of 200 beds; this capacity was continually increasing to reach at the end of 2013.

6.2 Human Resources and Training and Development in Al-Sader City Hospital

Human resources are important factors for the success of the maintenance process at any institution. The details of human resources in Al-Sader hospital are shown in **Tables 1 and 2**.

There are two types of courses in training and developing department at Al-Sader medical city:

- 1- Basic: Courses are needed by the employees for promotion from one level to above.
- 2- Developing: Courses are needed to develop the efficiency and ability of workers.

Table 3 shows a model for proposed courses by the Ministry of Health in hospital for year 2013.

6.3 Survey of Approaches Maintenance Management in Al-Sader City Hospital

Based on the field visits and following-up on one side and the understanding of the tasks, duties and objectives on the other side, the organizational framework of maintenance department can be structured as shown in **Fig. 1**. This figure represents the structure for the programming of maintenance work in the hospital and also reflects a simple embodiment for the tasks and the works carried out by the department.

6.4 Statistical Analysis of the Data

The researcher adopted the data on maintenance cost during the last seven years (2008-2014) through interviews with Department head in the hospital as well as with Department Head in the Najaf health directorate and official documents, records and statistics related to the hospital. On the other hand, the researcher adopted interviewing with the maintenance department staff in order to integrate information. The data were represented by curves for easy discussion as shown in **Figs. 2 and 3**.

The statistical analysis system (SAS 2012) was used to estimate regression coefficient (multiple regressions) of y variable on difference dependent variables represented by (maintenance of water



installation, electrical installation, transportation, furniture, building, machinery and equipment and gardens) in seven years (2008-2014) to develop an equation as shown below.

$$Y = 7405316890 - 86.05 X_1 - 18.72 X_2 + 624.21 X_3 - 58.34 X_4 + 5.48 X_5 - 7.86 X_6 - 14.56 X_7 \quad (1)$$

Where:

X_1 : Maintenance of water installation

X_2 : Maintenance of electrical installation

X_3 : Maintenance of transportation

X_4 : Maintenance of furniture

X_5 : Maintenance of building

X_6 : Maintenance of devices and equipment

X_7 : Maintenance of gardens, and

Y: Annual maintenance cost

6.5 Validity of the Annual Maintenance Cost Equation

To assess the validity of the model for the annual maintenance cost, the predicted values of the equation are plotted against the real measured (observed) values of hospital for validation data set for years under study (Log were taken because the small number of data) as shown in **Fig .4**.

The coefficient of determination, (R), from **Fig. 4** is (0.825%), which means that the seven studied factors (X_1, X_2, \dots, X_7) explain (82.5%) from annual maintenance cost (Y) and (17.5%) from other factors.

It is clear from **Table 4** that the error lays within the good categorization. Therefore, it can be concluded that AMCA equation shows moderate agreement with the actual measurements.

7. CONCLUSIONS

- 1- There is no scientific system which the maintenance management can resort to determine allocated maintenance cost and priorities of maintenance activates. The difference between the actual and allocated reached to (21%).
- 2- Weakness of balance between the number of technical and engineering staff in the maintenance unit is compared with that of administrative and technicians. There is a lack of some necessary specializations where the number of engineers is (33%), technicians (54%), craftsmen (11%) and administrates (2%) of the total number of maintenance staff.
- 3- The maintenance staffs are not enrolled in training courses for maintenance of modern medical instruments and training courses to improve their capability in maintenance management.
- 4- Validity of alternative hypothesis is stated that there is an equation able to calculate the allocated cost of maintenance where its coefficient of determination (R) is (82.5%) between predicted values of the equation and the real observed values of hospital.



REFERENCES

- Geisler, 2002, *E., Trends in Hospital and Healthcare Technologies*, Hospital Engineering and Facilities Management.
- Renew, Introduction to Building Maintenance, brochure, 2011, *Policy for the Maintenance of Queensland Government Buildings, Second Edition*.
- Malkin, J. and Wiley, J., 1992, *Hospital Interior Architecture; Creating Healing Environment for Special Patient Populations*, Washington, DC; AIA press.
- Hutton, T. and Lloyd, H., 2006, *Mothballing Buildings Proactive Maintenance and Conservation on a Reduced Budget*, Retrieved on 18 January.
- Lateef, Olanrewaju Abdul, 2009, *Building Maintenance Management in Malaysia*, Journal of Building Appraisal.
- Ian Chandler, 1987, *Building Technology: v. 3 Construction Technology and Management*, Germany: Amazon.
- Higgins and Morrow, 1977, *Maintenance Engineering Hand Book*, 3rd Ed., (U.S.A.: Hill Book company.).
- Scheut Martin et al., 2009, *Hospitals and Institutional Care in Medieval and Early Modern Europe*.
- Waeyenbergh, Geert, and Liliane Pintelon, 2002, *A Framework for Maintenance Concept Development*, International Journal of Production Economics, Vol.77.3.
- Ali, Azlan Shah, 2009, *Cost decision Making in Building Maintenance Practice In Malaysia*, Journal of Facilities Management 7.4.

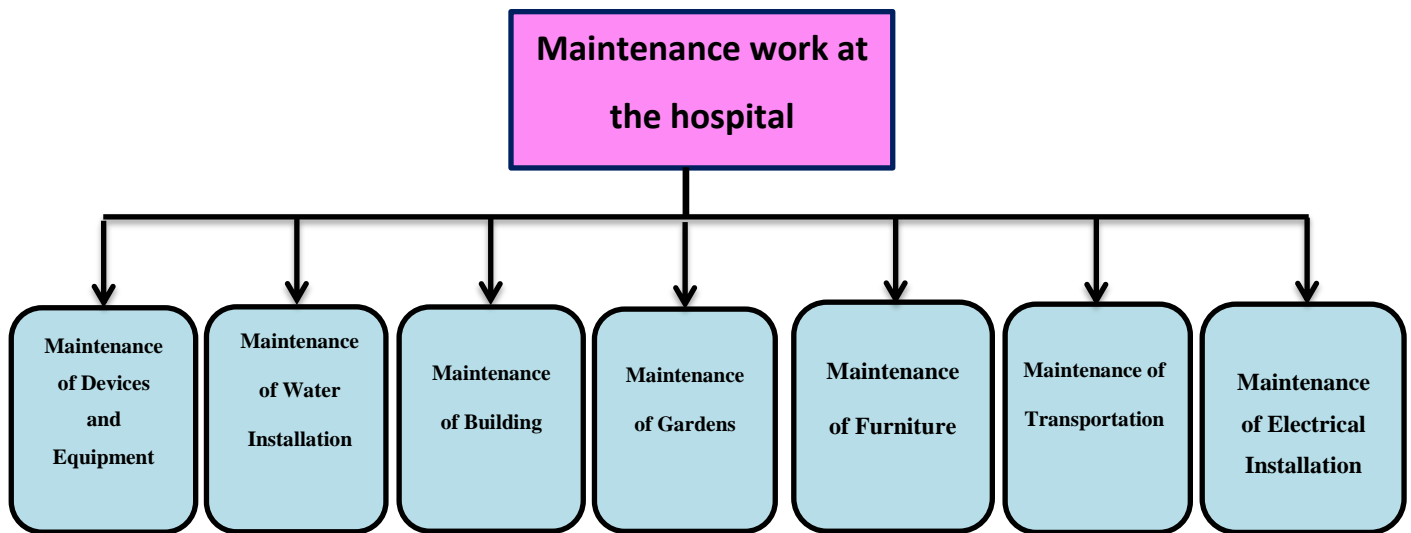


Figure 1. The approach of maintenance execution.

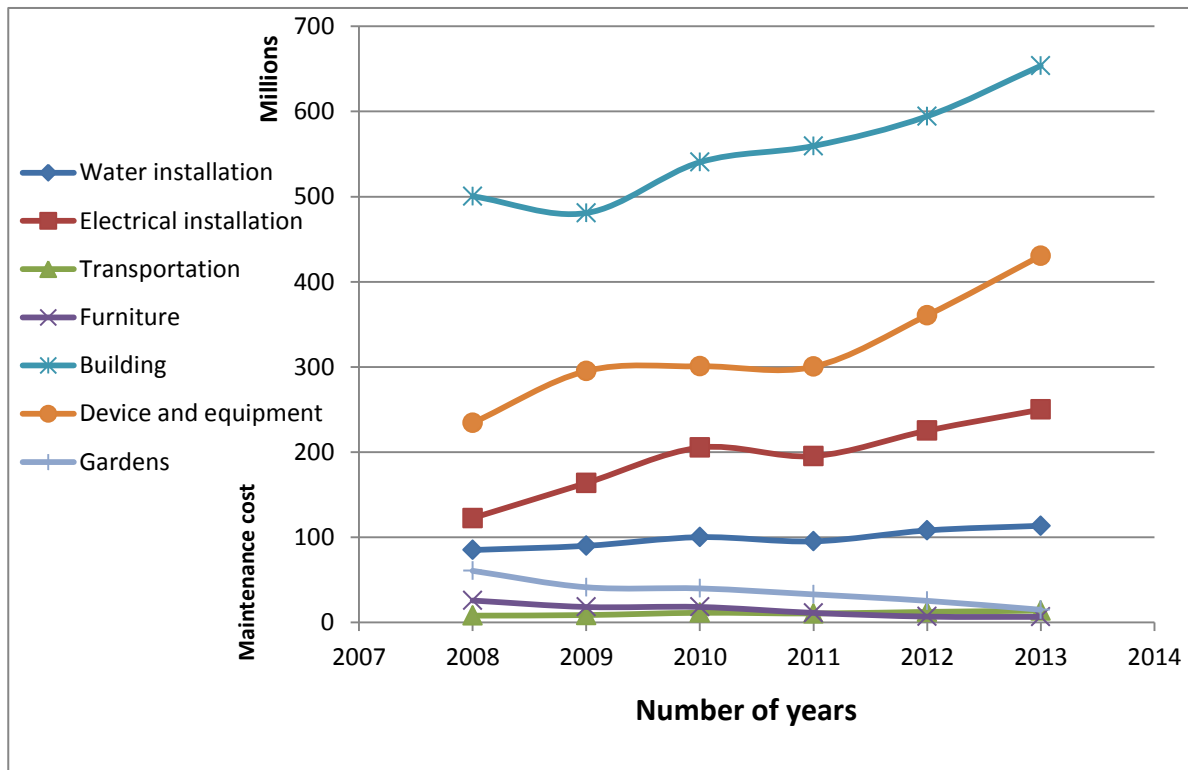


Figure 2. The actual maintenance cost of maintenance types during the years under study.

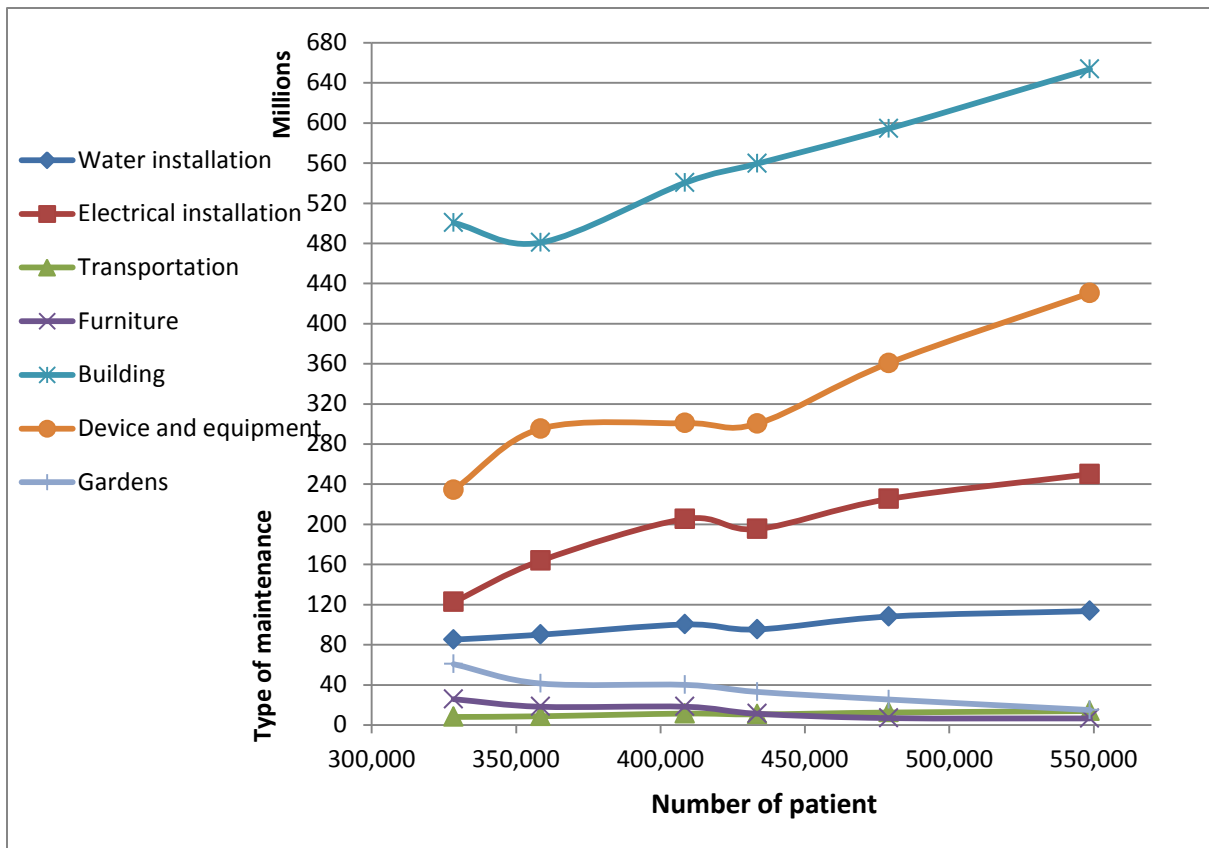


Figure 3. Distribution of maintenance types with the number of patient.

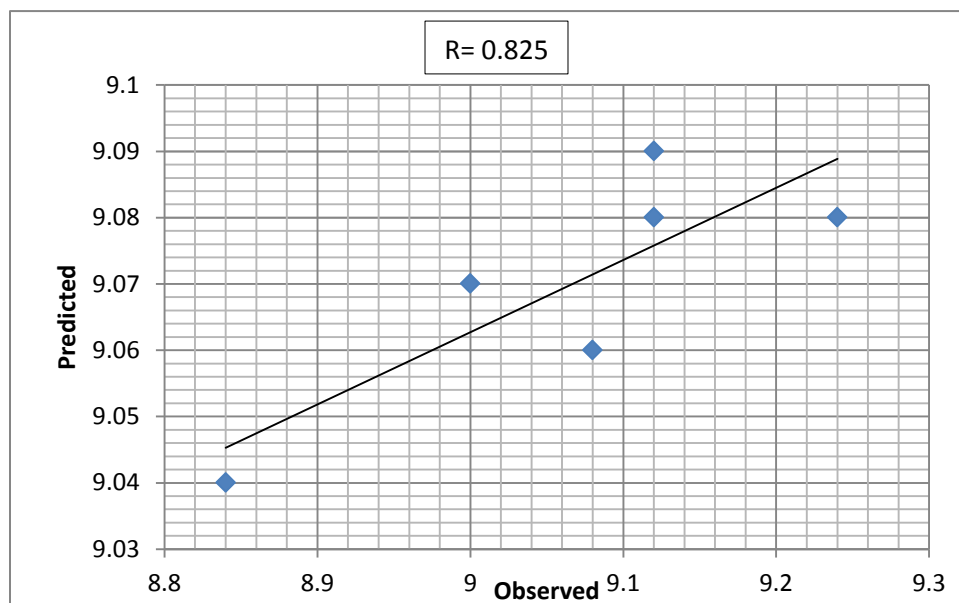


Figure 4. Comparison of predicated and observed data set.

**Table 1.** The cross-classification of the total staffs by profession and type until 2013.

Profession	Permanent staffing		Temporary		Total
	Mail	Female	Mail	Female	
Engineer	9	5	—	2	16
Technician	18	2	6	—	26
Craftsman	5	—	—	—	5
Administrative	1	—	—	—	1

Table 2. The cross-classification of the permanent staff by the level of the profession and academic qualification.

Profession	Master	Bachelor	Institute	Industrial School	Intermediate	Primary	Total
Engineer	1	15	—	—	—	—	16
Technician	—	—	16	6	3	1	26
Craftsman	—	—	—	—	2	3	5
Administrative	—	—	—	—	1	—	1

Table 3. Model for proposed courses in Al-Sader medical city.

No.	Name of course	Duration	The participants	Place of course
1	Operation and maintenance of electric jolt devices	Weekly	Engineers and technicians (medical devices)	Department of medical device manager/Division of training and development
2	Operation and maintenance of Lithotripsy devices	Weekly	Engineers and technicians (medical devices)	Department of medical device manager/Division of training and development
3	Construction Project management	Weekly	All specialties	Department of medical device manager/Division of



				training and development
4	Operation and maintenance of MRI devices	Weekly	Engineers and technicians (medical devices)	Department of medical device manager/Division of training and development
5	Operation and maintenance of X- ray devices	Weekly	Engineers and technicians (medical devices)	Department of medical device manager/Division of training and development
6	Operation and maintenance of ECG devices	Weekly	Engineers and technicians (medical devices)	Department of medical device manager/Division of training and development
7	Operation and maintenance of anesthesia devices	Weekly	Engineers and technicians (medical devices)	Department of medical device manager/Division of training and development
8	Operation and maintenance of occupational safety	Weekly	All specialties	Department of medical device manager/Division of training and development
9	Operation and maintenance of scanner- CT devices	Weekly	Engineers and technicians (medical devices)	Department of medical device manager/Division of training and development
10	Electronics	Weekly	Engineers and technicians (medical devices)	Department of medical device manager/Division of training and development

Table 4. Error categorization, (%), Schexnayder, 2003.

MAPE		
Good	Fair	Poor
Less than 25	25-50	More than 50

Remediation of Contaminated Soil with Petroleum Industrial Wastewater

Mahdi O. Karkush (Ph.D., CE, MISSMGE)

Assistant Professor

Civil Engineering Department/Baghdad University

mahdi_karkush@coeng.uobaghdad.edu.iq

Takwa A. Altaher (M.Sc.)

M.Sc. Student

Civil Engineering Department Baghdad University

takwaaalaa@yahoo.com

ABSTRACT

The contamination of soil with the wastes of oil industry products that are complex mixtures of hydrocarbons increased recently due to the large development of oil industries in Iraq. This study deals with the remediation of low permeability contaminated clayey soil by using the enhanced electrokinetic technique (EK). The contaminated soil samples obtained from Thi-Qar oil refinery plant in Al-Nassyriah city, where the byproducts of refinery plant are disposed into that site. The byproduct contaminant treated as total petroleum hydrocarbons (TPH) to avoid dealing and complexity of treating the individual minerals and compounds consisting the contaminant. The initial concentrations of TPH were (702.7, 1168, 1235) ppm in the contaminated soil samples NA₁₀, NA₁₁, and NA₁₂ respectively. The remediation technique includes a bench-scale experimental study by applying the enhanced electrokinetic test on the soil sample NA₁₂ that contains the higher concentration of TPH in compared with other soil samples. A constant DC voltage gradient of 1.0 VDC/cm was applied for a period of 10 days. This technology was enhanced by using flushing solution of ethanol and deionized water, which was mixed in ratios of 30% and 70% respectively. The results of this study showed that the removal of TPH at the anode was about 15% and the concentration of TPH decreased at anode, which reflect the migration of TPH towards the cathode.

Keywords: electrokinetics technique, remediation, total petroleum hydrocarbon, enhanced electrokinetic, clayey soil.

معالجة التربة الملوثة بالمخلفات النفطية

د. مهدي عبيد كركوش

طالبة ماجستير

قسم الهندسة المدنية/جامعة بغداد

د. مهدي عبيد كركوش

استاذ مساعد

قسم الهندسة المدنية/جامعة بغداد

الخلاصة

ان تلوث التربة بالمخلفات الناتجة من الصناعات النفطية والتي هي عبارة عن مزيج معقد من الهيدروكربونات قد ازدادت في الآونة الأخيرة بسبب التطور الكبير في الصناعات النفطية. هذه الدراسة تتناول معالجة التربة الطينية الملوثة ذات النفاذية المنخفضة بتقنية الكهروحرارية، هذه العينات تم الحصول عليها من موقع مصفى ذي قار الواقع في مدينة الناصرية حيث تطرح الملوثات النفطية. أن الملوث المطروح الى الموقع تم تمثيله في هذه الدراسة بمحتوى الهيدروكربونات الكلي لتجنب دراسة العناصر والمركبات المكونة لهذا الملوث بشكل منفصل. وكانت التراكيز الابتدائية للهيدروكربونات النفطية (702.7، 1168، 1235) ppm لعينات التربة الملوثة NA₁₀ و NA₁₁ و NA₁₂ على التوالي. تم إجراء تجارب المعالجة باستخدام تقنية الكهروحرارية المحسنة على عينة NA₁₂ لأنها تمثل أعلى تركيز من الهيدروكربونات وتعتبر أكثر تلوثاً. تم تسليط انحدار جهد كهربائي مقداره 1.0 فولت / سنتيمتر على طول نموذج التربة لفترة معالجة 10 أيام. هذه التقنية عززت باستخدام محاليل الغسل المكونة من الإيثانول والماء الأيونى التي تخلط بنسب 30% و 70% على التوالي. وأظهرت نتائج هذه الدراسة ان كفاءة الازالة للملوث في الأنود كانت 15% وكذلك انخفاض تركيز محتوى الهيدروكربونات الكلي في قطب الأنود بسبب هجرة الملوث باتجاه الكاثود.

الكلمات الرئيسية: تقنية الكهروحرارية، المعالجة، محتوى الهيدروكربونات النفطية، الكهروحرارية المحسنة، التربة الطينية.

1. INTRODUCTION

The soil and groundwater contamination grow rapidly in the world and cause serious environmental problems. The different human activities and urbanization such as agriculture, mining, and industrial lead to contamination of soils. Contamination may be in the form of organic compounds, inorganic compounds and heavy metals. The common types of soil contaminants are heavy metals and petroleum-based hydrocarbon compounds, **Camesle et al., 2013**. Many of the soils are contaminated with petroleum products because of oil spills during oil production and transportation. The electrokinetic technique (EK) uses low-level of constant voltage DC power supply, potential gradients in the range of 20–200 V/m or alternatively a constant current density in the range of 0.025–5 A/m² between the electrodes. When an electric field is applied to a wet soil, the cation will move toward the anode and anions are moved toward the cathode as shown in **Fig.1, Karim, 2015**. Several studies have demonstrated to use water, as an electrolyte solution does not improve the removal of mixed contaminants from soils. Therefore, different strategies were used to enhance the removing of contaminants from soil or water. These strategies involve: (1) increasing duration of remediation, (2) increasing the electric potential gradient between electrodes, (3) using cation/anion exchange membranes in the electrodes, and (4) using enhancement solutions such as (solvents or surfactants) with different hydraulic gradients. Using of enhancement co-solvents has been approved to be the most efficient strategy to get high removal efficiency, **Reddy, 2013**.

Karkush et al., 2013 studied the effects of four types of contaminants on the geotechnical properties of clayey soil. The different types of contaminants have different effects on the geotechnical properties of tested soil samples. The effects of industrial wastewater disposed from thermal electricity plant on the geotechnical properties of clayey and sandy soil samples were studied by **Karkush and Abdul Kareem, 2015** and **Karkush and Resol, 2015**. **Karkush and Altaher, 2016** measured the risk of contamination resulting from contamination of clayey soil contaminated by industrial wastewater disposed from Thi-Qar oil refinery plant. This paper deals with remediation of clayey soil contaminated with industrial wastewater disposed from Thi-Qar oil refinery plant by using enhanced EK technique. The enhancement achieved by using flushing solution (deionized water and ethanol). The selection of ethanol surfactant (C₂H₅O₅) was based on its proven ability to solubilize organic contaminants in previous studies, environmental compatibility, and non-toxicity, thus reducing the risk of future environmental problems after the remediation process, making it an environmentally friendly surfactant.

2. EXPERIMENTAL WORK

2.1 Site Review and Soil Sampling

The contaminated soil samples used in this work were obtained from Thi-Qar oil refinery plant in Al-Nassyriah city, which is located in the south part of Iraq with georeferencing coordinates (GPS coordinate: N 305916.2, E 0461332.8). A part of this site is considered the disposal area for the by-products from the oil refinery. A pit was excavated using a shovel to obtain the soil samples from three different depths (0.0, 1.0 and 2.0) m below the existing ground level (E.G.L). The groundwater table was about 2.25 m below E.G.L. The site soil can be classified according to the unified soil classification system (USCS) as a medium to stiff clayey silt (ML) but because of the presence of contaminants in the soil, the consistency of soil samples changed to soft and very soft soil. The location of the study area where the soil samples obtained is explained in **Fig. 2**. The physical properties of tested soil are given in **Table 1**.

2.2 Electrokinetic Test Set-up and Testing Procedure

The bench-scale experimental set-up was designed to examine the feasibility of TPH contaminants removal from soil sample with EK technique, which mainly depends on the electromigration and the electroosmotic actions. The EK was enhanced by using flushing solution, which consisted of two components (70 % of deionized water and 30% of ethanol). The schematic diagram of the electro-kinetic test setup used in this study to combined hydraulic flushing-electrokinetic experiments is shown in **Fig. 3**. The test setup includes of an electrokinetic cell, two electrode compartments, two electrode reservoirs, power supply, and multimeter. The electrode compartment consists of valve to control the flow into the cell, pump, perforated graphite electrode, porous stone and filter paper. The porous stone and filter paper were used to prevent soil particles from migration to the anode and/or the cathode reservoirs. Gas vents were provided in the electrode compartments to allow escaping the gases resulting from the electrolysis reactions. A tube was attached to gas vent ports to collect any liquid that may be removed with the ventilated gases. In addition, pH meter (Coring 350 probe) was used to measure the pH of the soil collected in cathode reservoir. The outflow through the electrode compartment was also monitored to determine the electro-osmotic flow.

The testing procedure can be summarized by the following points:

- 1) Preparation the electro-kinetic cell with all components described previously (electrodes, flushing surfactants and device used to control hydraulic gradient);
- 2) The contaminated soil sample was dried at a temperature of (30-35) °C. Then, mixed with the natural moisture content and placed in the electro-kinetic cell depending on the field unit weight. The filter paper was placed between the porous stone and soil and both were placed in front of the electrodes;
- 3) The electrode compartments were filled with a purging solution (PS). The anode reservoir was filled with deionized water alone for five days and then continued with 70% of DW. and 30% of Ethanol for other five days, while the cathode reservoir was filled with deionized water during 10 days from starting experiment;
- 4) Then, connecting the electrodes to the power supply with an appropriate potential gradient of 1 VDC/cm to be applied to the soil sample.
- 5) The water flowed in the cathode compartment, the electric current across the soil sample, and pH in the cathode were measured with time during the experiment period.
- 6) The test was finished when the electrical currents become constant or no significant change in EO flow was observed.
- 7) At the end of each experiment, the aqueous solution from the reservoirs and the electrode compartments were collected and analyzed. The electrodes, the tube, and the reservoirs were exchanged for the new test. Thereafter, the soil sample was extruded from the cell and divided into four sections. Each section was tested for pH and residual TPH concentration by using UV device.

To ensure the accuracy and control of the test results, the following points were taken into consideration:

- a) Soaking the electrokinetic cell and reservoirs in a dilute acid solution for 24 hrs and then rinsing with potable water firstly and with distilled water secondly;
- b) Boiling the porous stones in distilled water for several hours;
- c) Using new electrodes and filter papers for each experiment; and
- d) Checking the UV device before and after each experiment.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Electric Current

The variation of electrical current with time follows the trend shown in **Fig. 4** with some fluctuations for the soil sample NA₁₂ remediated with deionized water and ethanol. The electric current increased rapidly in the first few hours, then increased steadily within next 100 hours to reach its maximum value at the time of 125 hours, after that, the current decreased quickly to become constant after 200 hours approximately. The remediation period (10 days) was divided into two equal parts, in the first part of remediation period; the deionized water was used as a flushing solution, where the electrical current increased quickly during the first hours of the test and then become steady. While, in the second part of remediation period, 30 % of ethanol was mixed with 70 % of deionized water to form the flushing solution, the electrical current began to decrease quickly with time as shown in **Fig. 4**.

The high initial electrical current occurs due to the dissolution of salts in the soil, which causes increasing the mobility of ions, **Mitchell, 1993; Reddy and Karri, 2006; and Reddy et al., 2011**. During the EK remediation process, OH⁻ and H⁺ ions are generated at the cathode and anode due to electrolysis, respectively. Increasing the ions in soil will increase the mobility and constant production of H⁺ ions at the anode will help to increase the electrical current, but over time, these ions are depleted as they electromigrated and move into the electrode chambers due to the processes of electromigration and electroosmosis. The migrations of ions will cause lowering of the electrical current due to depletion in the amount of mobile ions in the soil, **Saichek and Reddy 2005**.

3.2 pH of Effluent

The pH of the effluent at the cathode was measured over time during EK experiment of contaminated soil sample NA₁₂ and the variation of pH with time is shown in **Fig. 5**. The value of pH increased rapidly to reach its maximum value in the first 16 hours of experiments. This may be due to the production of OH⁻ at the cathode near the outflow end. The same behavior was observed by **Bruell et al., 1992** in remediation of soil contaminated with organic compounds by electrokinetic technique. Increasing the electroosmotic flow action towards the cathode leads to decreasing the value of pH near the cathode due to the opposite migration of negative hydroxide (OH⁻) ions towards the anode **Reddy et al., 2011**. In this research, in case of using deionized water as flushing solution, the electroosmotic was low; therefore, the value of pH was higher near the cathode. The pH value of co-solvent solution has a small influence on the pH value of soil sample remediated by EK technique. During the experiment of EK, the generated acidic solution at the anode will move gradually by electromigration and electroosmotic flow through the soil towards the cathode. This action will lead to lowering the pH value of soil, **Acar et al., 1995**. The pH of the effluent at the cathode was measured over time during EK experiments enhanced with three concentrations of co-solvents for soil sample NA₁₂ are shown in **Fig. 5**.

3.3 Electroosmosis Flow (EOF)

The highest electroosmotic flow was observed during the EK experiment enhanced with deionized water as shown in **Fig. 6**. The use of co-solvent such as ethanol decreases the electroosmotic flow due to increasing the electric current resistivity. Removing of organic materials from soil may be resulting from the combined effects of the electroosmotic flow and the ability of the co-solvent to dissolve the contaminants. Based on observation of results during the experiments, the deionized water alone developed a high electroosmotic flow, but no transport or removal of petroleum hydrocarbon was observed. On the contrary, using of ethanol as co-solvent causes decreasing in electroosmotic flow but the removal efficiency was high

which confirms the findings of **Cameselle and Reddy, 2012**. The flushing solution properties such as dielectric constant and the viscosity may be responsible for low electroosmotic flow. The results of the EK experiments indicated that using the ethanol as flushing solution was advantageous for treating the soil near the anode region, but contaminant migration was limited by changing the soil and/or solution chemistry that occurred with time and/or distance from the anode, **Saichek and Reddy, 2005**.

3.4 Total Petroleum Hydrocarbon Removal

To evaluate the efficiency of enhanced EK technique, the concentration of TPH in the remediated soil samples were compared with the initial concentrations of TPH. The initial concentrations of TPH were (702.7, 1168, 2235) ppm in the soil samples NA₁₀, NA₁₁ and NA₁₂ respectively. The variation of TPH concentrations with distance for the soil sample NA₁₂ remediated with 70% of DW and 30% of ethanol are shown in **Fig. 7**. The results of tests proved the redistribution of total hydrocarbons remained in the treated soil sample, as a result the concentration of the hydrocarbons decreased everywhere in the soil sample except near the cathode. The removal efficiency ratio was about 15% for soil sample NA₁₂. This ratio was very small, so it is very important to use an effective co-solvent as an enhancement for EK technique.

4. CONCLUSIONS

The main conclusions drawn from the results of this study, through applying the electrokinetic remediation technique on soil sample NA₁₂, is the efficient and economical applicability of such technique in remediation of low permeability and heterogeneous soils that have been contaminated by organics material such as total petroleum hydrocarbons (TPH). The removal efficiency of TPH from contaminated soil sample NA₁₂ remediated by enhanced EK technique was 15%. The removal efficiency decreased in advance towards the cathode, which means moving of TPH particles towards the cathode. The results proved that the presence of salts in the clayey soil causes a noticeable increase in the buffering capacity of soil. This increase may be the basis for a delay in the formation and development of acid front phenomena. Therefore, a relatively low removal of contaminant ($\leq 50\%$) in this soil occurred. The type of co-solvent and hydraulic gradient used to apply such solvent plays an important role in the enhancement of EK technique.

REFERENCES

- Acar, Y. B., Gale, R. J., Alshawabkeh, A. N., Marks, R. E., Puppala, S., Bricka, M., and Parker, R., 1995, *Electrokinetic Remediation: Basics and Technology Status*, Journal of Hazardous Materials, Vol.40, PP. 117-137.
- ASTM, 1995, *American Society for Testing and materials*, Annual book of ASTM standards. Section 4, Construction. Soil and Rock, Vol. 408. ASTM, Philadelphia, PA.
- Bruell, C. J., Segall, B. A., and Walsh, M. T., 1992, *Electroosmotic Removal of Gasoline Hydrocarbons and TCE from Clay*, Journal of environmental engineering., ASCE, Vol.118, No.1, PP. 68-83.
- Cameselle, C., and Reddy, K. R., 2012, *Development and Enhancement of Electro-Osmotic Flow for The Removal of Contaminants From Soils*, Electrochimica Acta, 86, PP. 10-22.
- Cameselle, C., Chirakkara, R. A., and Reddy, K. R., 2013, *Electrokinetic-Enhanced Phytoremediation Of Soils: Status and Opportunities*, Chemosphere, Vol.93, PP. 626–636.

- Karkush, M. O., and Abdul Kareem, M. S, 2015, *Behavior of Pile Foundation Subjected to Lateral Cyclic Loading in Contaminated Soils*, journal of Civil Engineering Research, Vol. 5, No. 6, pp. 144-150, DOI: 10.5923/j.jce.20150506.03.
- Karkush, M. O., and Altaher, T. A, 2016, *Risk Assessment of AL-Nassyriah Oil Refinery Soil*, Journal of Civil Engineering Research, Vol. 6, No. 1, pp. 16-21, DOI: 10.5923/j.jce.20160601.03.
- Karkush, M. O., and Resol, D. A, 2015, *Studying the Effects of Industrial Waste Water on Chemical and Physical Properties of Sandy Soil*, Journal of Babylon University, Engineering Sciences, Vol. 23, No. 2.
- Karkush, M. O, Zaboon, A. T. and Hussien, H. M., 2013, *studying the Effects of Contamination on the Geotechnical Properties of Clayey Soil*, Coupled Phenomena in Environmental Geotechnics, Taylor & Francis Group, London, pp. 599-607.
- Karim, M. A., 2015, *Electrokinetics and Soil Decontamination: Concepts and Overview*, Electrochemical Science Engineering, DOI: 10.5599/Jese.2014.0054, Vol.4, No.4, PP. 297-313.
- Mitchell, J. K., 1993, *Fundamentals of Soil Behavior*, John Wiley and Sons, New York.
- Reddy, K. R., 2013, *Electrokinetic Remediation of Soils at Complex Contaminated Sites: Technology Status, Challenges, and Opportunities*, Coupled phenomena in environmental geotechnics – Manassero et al (Eds), pp. 131-147.
- Reddy, K. R., Kanya, K. D., and AL-Hamdan, A. Z., 2011, *Electrokinetic Remediation of Pentachlorophenol Contaminated Clay Soil*, Water air soil pollute, DOI 10.1007/s11270-011-0767-z, Vol.221, PP. 35- 44.
- Reddy, K. R., and Karri, M. R., 2006, *Effect of Voltage Gradient on Integrated Electrochemical Remediation of Contaminant Mixtures*, Land contamination and reclamation, DOI:10.2462/09670513.786, Vol.14, No.3, PP. 685–698.
- Saichek, R. E., and Reddy, K. R., 2005, *Electrokinetically Enhanced Remediation of Hydrophobic Organic Compounds in Soils: A Review*, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, DOI: 10.1080/10643380590900237, Vol.35, PP. 115–192.

Table 1. Physical properties of tested soil samples.

Property	NA ₁₀	NA ₁₁	NA ₁₂
Field unit weight, kN/m ³	18.25	18.15	18.25
Water content, %	26	28	31
Specific gravity, Gs	2.71	2.72	2.62
Sand, %	5	6	4
Silt, %	51	79	62
Clay, %	44	15	34
LL, %	46	47	49
PL, %	28	28	30
PI, %	18	19	19
Maximum dry density, gm/cm ³	19.5	18.9	18.7
Optimum moisture content, %	12	15	14
k, cm/s	4.5×10 ⁻⁷	2.5×10 ⁻⁷	1.4×10 ⁻⁷
USCS	CL-ML	ML	ML

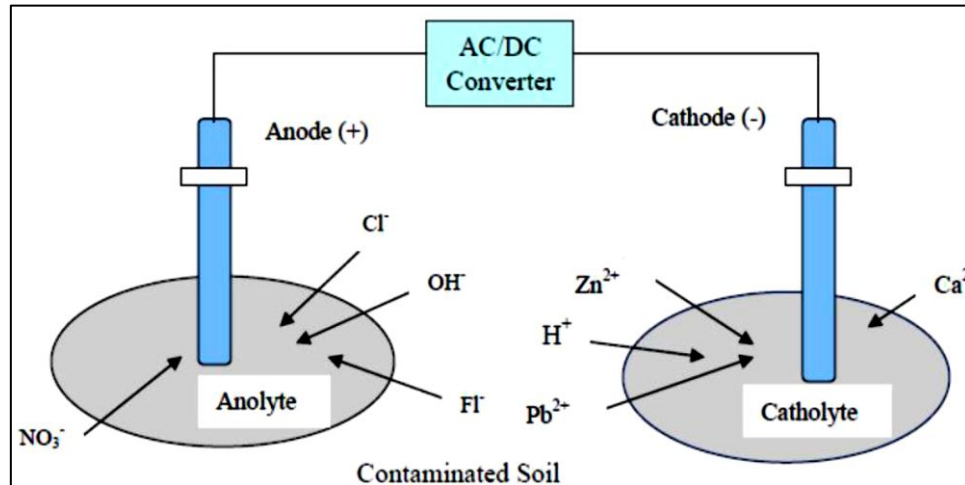


Figure 1. The concept of electrokinetic extraction of contaminants (After Karim, 2015).



Figure 2. Satellite image of Thi-Qar oil refinery.

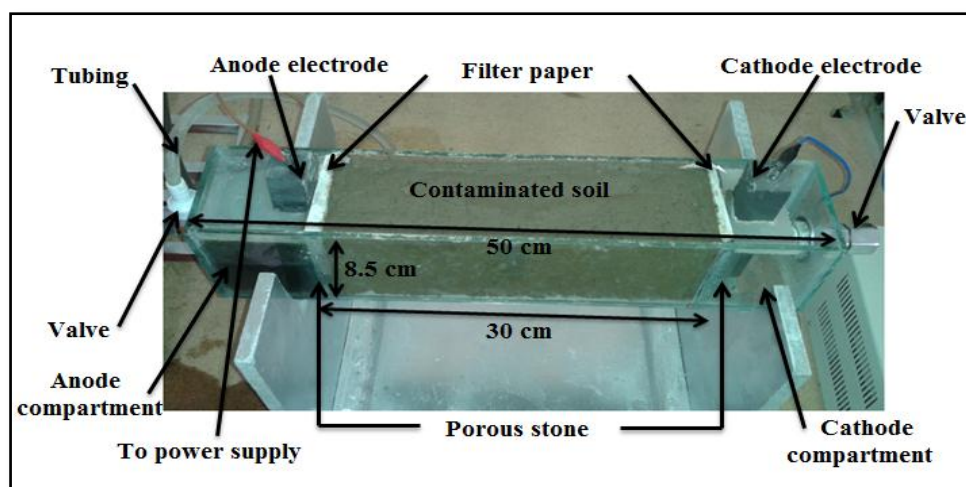


Figure 3. Schematic diagram of the used electrokinetic cell.

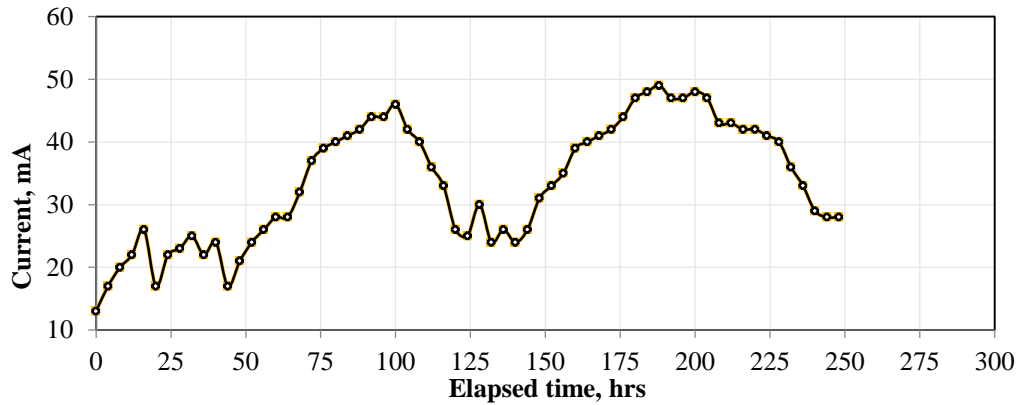


Figure 4. Electrical current variation with time of soil sample NA_{12} .

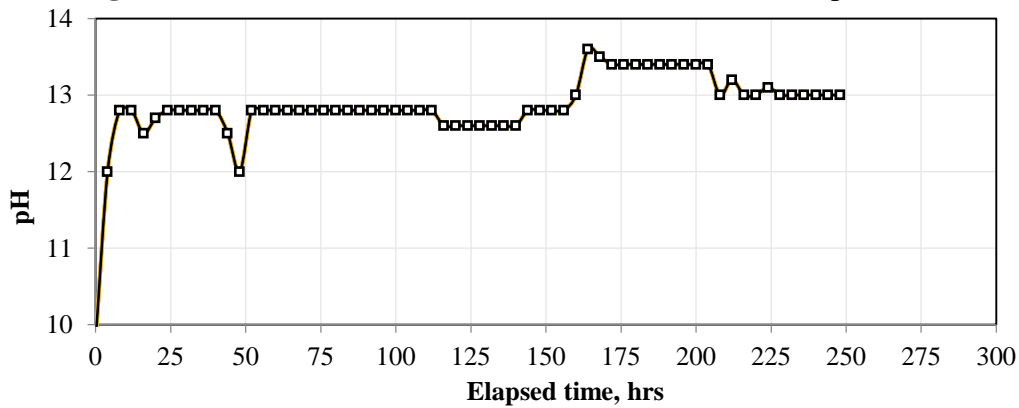


Figure 5. Variation of pH with time of soil samples NA_{12} .

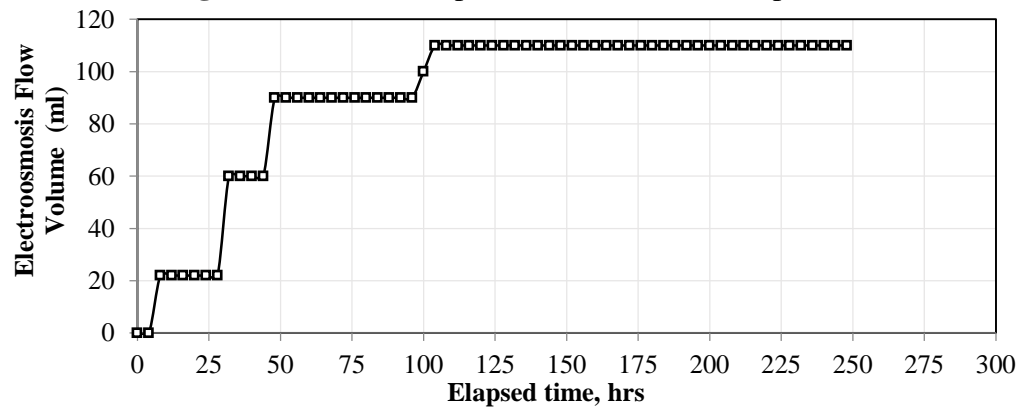


Figure 6. Accumulative electroosmosis flow versus time at cathode of soil sample NA_{12} .

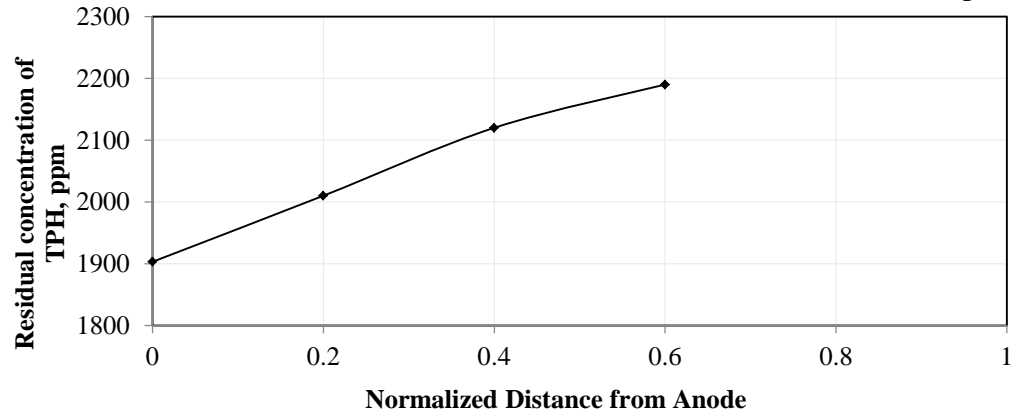


Figure 7. Variation of residual TPH concentration with distance for soil samples NA_{12} .

Ultrafiltration and Reverse Osmosis Membranes for Treating Wastewater Effluent from Gas Turbine Power Plants Using the Statistical Method of Taguchi

Ahmed Faiq Al-Alawy

Assistant Professor

College of Engineering-University of Baghdad

ahmedalalawy@yahoo.com

Mohammed Kamil Al-Ameri

MSC. Chemical Engineer

College of Engineering-University of Baghdad

Mohammed.k.alameri@gmail.com

ABSTRACT

A study on the treatment and reuse of oily wastewater generated from the process of fuel oil treatment of gas turbine power plant was performed. The feasibility of using hollow fiber ultrafiltration (UF) membrane and reverse osmosis (RO) membrane type polyamide thin-film composite in a pilot plant was investigated. Three different variables: pressure (0.5, 1, 1.5 and 2 bars), oil content (10, 20, 30 and 40 ppm), and temperature (15, 20, 30 and 40 °C) were employed in the UF process while TDS was kept constant at 150 ppm. Four different variables: pressure (5, 6, 7 and 8 bar), oil content (2.5, 5, 7.5 and 10 ppm), total dissolved solids (TDS) (100, 200, 300 and 400 ppm), and temperature (15, 20, 30 and 40 °C) were manipulated with the help of statistical method of Taguchi in the RO process. Analysis of variable (ANOVA) and optimum conditions were investigated. The study shows that pressure has the greatest impact on the flux of UF process, while it was temperature for RO process. It was noticed that more than 99% oil removal can be achieved and flux of 580 L/m².hr by UF process and that the fouling mechanism of UF process follows the cake/gel layer filtration model. It was concluded that 100% removal of oil content can be achieved along with 99% for the TDS rejection and flux of 76 L/m².hr by RO process. The result shows fouling in RO process follows the standard pore blocking model. Process optimization was conducted with confirmation test. It was concluded that the observed values are within $\pm 5\%$ of that the predicted which reflects a strong representative model. The treated wastewater has the characteristics of that used as fresh water and it can be reused to the process to reduce the operation cost.

Keywords: Taguchi, UF, RO, membrane, oily wastewater, reuse

استخدام اغشية الترشيح الفائق و التناضح العكسي في معالجة المياه الملوثة الناتجة من محطات كهرباء العنفات الغازية باستخدام طريقة تاكوشي الاحصائية

احمد فائق العلوي

استاذ مساعد

كلية الهندسة – جامعة بغداد

محمد كامل العامري

ماجستير هندسة كيميائية

كلية الهندسة – جامعة بغداد

الخلاصة

تمت دراسة مدى كفاءة اغشية الترشيح الفائق واغشية التناضح العكسي في معالجة واعادة استخدام المياه الملوثة الناتجة من عمليات معالجة الوقود في محطات كهرباء العنفات الغازية في منظومة ريادية. تم دراسة ثلاث متغيرات تشغيلية في عمليات الترشيح الفائق، الضغط (0.5 ، 1 ، 1.5 و 2 بار)، درجات الحرارة (15 ، 20 ، 30 و 40 درجة مئوية) و تركيز الزيت (10,20,30 و 40 جزء بالمليون) بينما تم تثبيت تركيز الاملاح

المذاية عند 150 جزء بالمليون. بينما تمت دراسة اربع متغيرات تشغيلية في عملية الترشيح بالتناضح العكسي، الضغط (5 ، 6 ، 7 و 8 بار)، درجات الحرارة (15، 20، 30 و 40 درجة مئوية)، تركيز الاملاح المذاية (100، 200، 300 و 400 جزء بالمليون) و تركيز الزيت (2.5 ، 5، 7.5 و 40 جزء بالمليون). تم استخدام طريقة تاكوشي الأحصائية في عملية الترشيح بالتناضح العكسي. خلصت الدراسة الى ان الضغط هو المؤثر الرئيسي على عملية الترشيح الفائق بينما تعتبر الحرارة هي المؤثر الرئيسي في عملية الترشيح بالتناضح العكسي. تشير النتائج الى اكثر من 99% من الزيت يمكن ازالته بعملية الترشيح الفائق مع تدفق يصل الى 580 لتر/ساعة لكل متر مربع و ان عملية الترشيح تنطبق مع ميكانيكية تكوين الطبقة الهلامية. تم الاستنتاج بان عمليات التناضح العكسي قادرة على ازالة جميع الزيوت الملوثة و 99% من الاملاح مع تدفق يصل الى 76 لتر/ساعة لكل متر مربع. لوحظ بان عملية الترشيح في التناضح العكسي تتبع ميكانيكية انسداد المسامات المثالية. تم تخمين الموديل الرياضي و الظروف الامثل باستخدام طريقة تحليل المتغيرات ومن ثم اجراء تجربة اثباتية. لوحظ بان النتائج ضمن $\pm 5\%$ من القيم المتوقعة مما يدل على قوة الموديل الرياضي. تم الاستنتاج بان مواصفات المياه المنتجة مشابهة لمواصفات المياه المستخدمة في عمليات معالجة الوقود لذا يمكن اعادة استخدامها لتقليل الكلفة التشغيلية.

كلمات رئيسية : تاكوشي ، الترشيح الفائق، الترشيح بالتناضح العكسي، اغشية، مياه ملوثة بالزيوت، اعادة تدوير.

1. INTRODUCTION

A variety of industrial sources generates large amounts of wastewaters daily. An important fraction of these is the oil in water (O/W) emulsions for which current treatment technologies are often costly and ineffective, **Marchese et al. 2000**. Oily wastewaters are produced by various processes and plants such as oil refineries, petrochemical plants, and metalworking plants. These wastewaters create a major ecological problem throughout the world, **Karakulski et al. 1995**. Another source of oily wastewater is the effluent of gas turbine power plants running on Crude oil at which the main source of oily wastewater is the fuel treatment process, **Kaplan & Majchrzak 1996**.

The high demand for electricity in Iraq encourages the deployment of gas turbine power plants for its offering of fast building and high power production especially in combined cycle system, due to the high fuel consumption and the shortage in gas and refined fuel type, many of these gas turbines nowadays are running on different type of liquid fuel, one of most is the crude oil which needs to be treated and washed to remove sodium salts and avoid the phenomena of corrosion inside the gas turbine which may lead be catastrophic damage and loss in energy, **Eliaz et al. 2002**. This is currently being achieved by washing the fuel with fresh water and separates the two phases by centrifugal equipment with the aid of chemical as demulsifier; such process will also require high capacity water and wastewater treatment facilities, hence, an economic and effective wastewater treatment and water reuse can lower the overall water consumption. On the other hand, the environmental regulations became stricter during the recent years demanding more environmental friendly and economic solutions for wastewater treatment. With the remarkable development in membrane filtration technology these processes now exist as an efficient aid that may have all the features required by the industrial standards and environmental regulations, hence, it is increasingly being applied for treating wastewater from different sources.

Conventional methods of wastewater treatment can be categorized into three types, 1) Primary which consists of physical separation steps to remove free oils using gravity and centrifugal separations. 2) Secondary treatment to break oil in water emulsions and to remove the dispersed oil. Common techniques for this step are chemical treatment, flotation, filter coalescence and membrane filtration (microfiltration and ultrafiltration. 3) Tertiary treatment which are a physicochemical process to reduce or remove the levels of dissolved organic and inorganic compounds. These processes utilize evaporation, reverse osmosis and activated carbon adsorption **Yu et al. 2013**.

Membranes have several advantages that made it applicable across a wide range of industries. Such advantage like the quality of treated water (permeate) is more uniform regardless of influent variations, no chemicals are needed and the possibility for in-process recycling, **Mondal & Wickramasinghe 2008**. Membrane filtration has been proven effective in treating oily water in different industries including municipal wastewater, **Channabasappa 1977, Nicolaisen 2003**, engine rooms, **Karakulski et al. 1995**, and industrial wastewater **Qin et al. 2004; Salahi, Mohammadi & Rekabdar 2010**, it was also studied in much oily wastewater treatments researches **Orecki & Tomaszewska 2007; Rahimpour et al. 2011**. Microfiltration (MF) and Ultrafiltration (UF) had been introduced as solution for oily wastewater treatment in many studies, **Qin et al. 2004, Cumming et al. 2000, Koltuniewicz et al. 1995, Milić et al. 2014**, however, it was noticed that MF and UF processes fail when it comes to meet the removal of ionic contaminations, i.e., the salt ions. Reverse osmosis processes (RO) has found applications in a wide range of fields, RO has a higher ability to remove total dissolved solids than that of UF and MF processes, therefore, it's getting more attention as a method of oily wastewater treatment and reuse, **Salahi, Mohammadi, Rekabdar, et al. 2010**. The objective of this work is to investigate the treatment of oily wastewater using UF and RO process for in-process recycling possibilities.

2. DESIGN OF EXPERIMENT AND TAGUCHI METHOD

The conventional technique of studying the effect of multiple factors on the response in an experiment is known as the design of experiments (DOE). This has been in use since Sir Ronald A. Fisher's work in agricultural experimentation during the late 1920s. For a full factorial design it is represented as:

$$\text{Number of possible runs} = L^m \quad (1)$$

Where L = number of levels for each factor and m = number of factors. For the subject experiment of RO process with four variables each with four levels number of runs = $4^4 = 256$. Besides the high cost and time may be involved to run such large number of runs, the interpretation of this number of experimental results may be difficult. For such cases, Dr. Genichi Taguchi from Japan proposed an innovative method utilizing a set of orthogonal arrays (OA), **Roy 2010**. Taguchi approach can be applied with confined knowledge of statistics hence, got high adaptability and gained

wide popularity in engineering application, **Ziegel 1997**, and used in many studies related to wastewater treatment, **Milić et al. 2014**, **Salahi et al. 2015**, **Madaeni & Koocheki 2006**. The main steps for the experimental design in Taguchi method are (1) determination the objective function, (2) identifying the control factors, (3) selection the orthogonal array (OA), (4) running the experiment, (5) analysis of the data and (6) model confirmation, **Roy 2010**. Taguchi method utilizes a statistical measurement of performance known as signal-to-noise (S/N) ratio, in which signal represents the desirable value while noise represents the undesirable value. There are many different possible S/N ratios, however, two of them are applicable in the present experiments: larger is better (LTB) and small is better (STB), **Ziegel 1997**. In this study, the larger is better (Eq.2) is the flux.

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{LTB} = -10\log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right] \quad (2)$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{STB} = -10\log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (3)$$

Where S is the signal, N is the noise, n is the repetition number of each experiment with the same conditions, y_i is the response of experiment.

3. ANALYSIS OF VARIABLES (ANOVA)

Analysis of variable (ANOVA) statistical method was utilized to study the influence of process parameters and to determine the significant parameters. ANOVA analysis reveals the sum of the square (SS), the degree of freedom (DF), adjusted sum of squares (Adj SS), adjusted mean of square (Adj MS) and the percentage contribution of each parameter. F-value indicates how big the change on the performance that the variation of the parameter makes. P-value determines the significant of each factor on response where the value of less than 0.05 (for a confidence level of 95%) indicates that the factor is significant. The R^2 is a measure of the total variability explained by the model, the adjusted R^2 which is utilized to consider the model significance since it is useful when comparing the model with a different number of terms. ANOVA analysis can help generating different residual plots. Normal probability plot can help to understand if the data are normally distributed and if the variables are influencing the response. Residuals versus fitted values will help to understand if a non-linear relationship exists. The histogram can help to investigate if the data are skewed and/or outliers exist. Residuals versus order of the data can help to understand if there are systematic effects in the data.

Flux and removal efficiency were evaluated as in Eq. 4 (flux calculations) and Eq.5 (removal efficiency):

$$J = \frac{Q_p}{A_m} \quad (4)$$

Where, J = flux, ($L/hr.m^2$), Q_p = Permeate flow rate (L/hr) and A_m = surface area of membrane (m^2).

$$R_c = \frac{C_i - C_p}{C_i} \times 100 \quad (5)$$

Where R_c = removal efficiency, C_i , C_p are the initial and permeate concentration of the property respectively,

4. FOULING RESISTANCE

Permeate flux and fouling resistance are key factors for UF and RO process evaluation. Flux shows the amount of permeate rate. Fouling resistance shows the significance of cake/gel layer on the membrane surface and its effect on flux decline. Fouling resistance (R_f) was calculated as follows, **Kazemimoghadam & Mohammadi 2007**:

$$R_f = \frac{TMP}{\mu} \left(\frac{1}{J_{ww}} - \frac{1}{J_{wi}} \right) \quad (6)$$

Where: TMP: is the trans membrane pressure, μ is the water viscosity, J_{wi} is the initial water flux, J_{ww} is the water flux after fouling. Membrane physical structure has an important influence on flux. If the pores are larger than the size of oil droplets, these droplets may enter the pores causing irreversible fouling. When the membrane pores are smaller than the droplets in the feed, these particles/oil droplets accumulate over the membrane surface causing the formation of a cake/gel layer. During membrane filtration, the degree of fouling depends upon three main factors: 1) operation factors 2) feed properties and 3) membrane properties. the operational parameters are such an important factors in deciding the rate of membrane fouling, in particular, increasing pressure enhances formation of the cake/gel layer of higher density and finally leads to complete pore blocking, **Kumar & Roy 2008**. Also, membrane surface chemistry, membrane-solute interactions and solute-solute interactions are the keys to understand fouling phenomena, **Susanto et al. 2009**.

Most models of membrane fouling correlate the permeate flux with time in terms of a quadratic and/or exponential relationship by assuming pore blockage, adsorption, gel-polarization, and bio-fouling. For a limited operational period, **Salahi, Mohammadi & Rekabdar 2010**. The filtration models are listed in **Table 1**. The standard blocking mechanism occurs when the oil droplets are smaller than that of the membrane pores which leads to an internal pore blocking. The complete blocking mechanism occurs when the oil droplets size is greater than that of the membrane pores. As a result, particles/oil droplets do not enter into the membrane pores and do not permeate through the membrane. The intermediate blocking mechanism occurs when the size of oil droplets is similar to that of membrane pores leading to the membrane pores to be blocked near their entrances on the feed side. The cake formation mechanism occurs when the size of oil droplets is much greater than the pore size; hence they are unable

to enter the membrane pores. Factors affecting this type of mechanism are oil droplets deformation, cake compression, and cake/gel layer thickness.

5. EXPERIMENTAL WORK

5.1. Wastewater Feed

Oily wastewater feed used in this experiment was prepared using untreated crude and reverse osmosis permeates water. The mixture was then agitated for one minute using 10,000 rpm homogenizer type Ultra Turrax T46/6 by Janke and Kunkel KG. An emulsifier with hypophilic-lipophilic balance (HLB) value of 7 was added as a 1% as weight percentage to the untreated crude to ensure emulsion stabilization. The emulsifier is a proper quantities mix of Tween 85 and Span 80 both by Thomas Baker. The selection of desired HLB value and the weight percentage was based on some experiments done to evaluate the emulsion stability. It was noticed that with the above-selected conditions the emulsion can still be stable for more than two weeks of observation. TDS value was controlled using lab grade NaCl by Sigma-Aldrich.

5.2. Membrane System

Fig. 1 shows a schematic view of the experiment setup. The system consists of one PVC type hollow fiber UF membrane with molecular weight cutoff of 50K Dalton and surface area of 2 m². The UF membrane model is BN-90 and was supplied by Guangzhou Chunke Environmental Technology Co. Ltd. from China.

The system consists also of polyamide thin-film composite RO membrane type HF4-2540 by Axeon USA with an active area of 2.69 m². A 100 liter glass tank and NSF BRASS 140 GPH rotary vane pump by Procon USA is driven by Procon 1/2 HP motor where used as feed tank and RO feed pump respectively. A centrifugal pump type PKm 90 by Pedrollo Co. was used as UF feed pump. Pressure gauges are installed at the module inlet and rejection stream, flow meters used to measure permeate and rejection flow rate, throttle valve used at the rejection stream to control the pressure.

5.3. Operation variables

Four control factors were chosen in this work: temperature, pressure, total dissolved solids, and oil concentration, while the time was kept constant at 30 minutes, the factors and their levels are shown in **Table 2**. The chosen operation conditions were based on real wastewater collected from gas turbine power plant's wastewater treatment facility where its oil contents are 39 ppm, TDS is 150 ppm. The design of Experiment (DOE) with factorial method was utilized in the UF process. While in RO process, Taguchi orthogonal array of 16 runs (L₁₆) was selected as the least number of experiments can be performed to evaluate the effects of above different factors in the RO process.

6. RESULTS AND DISCUSSIONS

6.1. UF Process

It was found that oil removal for UF process exceeds the 96% for all the experimental runs, hence it was not considered as a response and was not included in the

optimization process. **Fig. 2** represents the effect of temperature and pressure on oil removal. It was found that higher pressure will lead to lower oil removal; this may be attributed to the fact that the increase in pressure may deform the oil droplet and push it through the pores. The temperature effect on oil removal is increasing at elevated pressure. For example, the increase in temperature from 20 to 30 °C will decrease the oil removal by 0.2% and 2% at pressure of 0.5 and 2 bars respectively. The negative effect of temperature on the oil removal is due to the pore opening and reduction in oil viscosity.

Fig. 3 represents the flux at different temperature and oil values. The figure indicates that the oil content decreases the flux linearly. The figure also indicates that the increase in oil concentration will decrease the percentage increase of flux with temperature. For example, the increase in temperature from 20 °C to 30 °C will increase the flux by 7% when the oil contents are 10 ppm, however, the increase will only be 1.7% when the oil concentration is 30 ppm. This is a result of the cake layer formation which is higher when the oil concentration is high.

Analysis of variables was conducted for the flux data. The results of ANOVA analysis and the model equation are represented in **Table 3**. The adequacy of the model can be predicted from the residual plots of **Fig. 4**. The ANOVA analysis suggests that the greatest contribution to the flux comes from the pressure and that looking at the P-value it can be assumed that all the model parameters are significant. The model presented suggests that it can explain 99.9% of the data.

6.1.1. Fouling Mechanism for UF Process

The flux values from experimental runs of temperature equal to 30 °C, pressure of 1 bar and oil concentration of 20 ppm was used to evaluate the fouling mechanism. **Fig. 5** shows the flux decline with time. **Fig. 6** shows different forms of flux (J) with time, the figure indicates that the cake filtration model best fits the experimental runs.

6.1.2. Optimization of UF Process

An optimization process was utilized using Minitab 17 software on UF process results; the aim of this process was to increase both flux and the fouling resistance. The process optimization results are listed in **Table 4**. The results show that the best operation conditions to maximize the flux and the fouling resistance are to operate at a temperature of 40 °C, the pressure of 2 bars, oil contents of 40 ppm as it is shown in **Table 5**.

6.2. RO Process

Table 6 shows the L16 orthogonal array results. It was found that TDS removal exceeds 98% and oil removal for RO process is 100% for all the experimental runs, hence both were not considered as a response and not included in the optimization process. **Fig. 7** represents the main effect graph for the flux. It shows the influence of individual process parameters on permeate flux at different levels where it can be observed that pressure and temperature have the greatest influence on process parameters due to the steep slope. ANOVA analysis was conducted and the results of

analysis are represented in **Table 7**. The analysis indicates that the greatest contribution comes from the temperature and pressure respectively. The P-values indicate that oil appears to be less significant, while all the other factors are significant. This may be attributed to the time boundaries for this experiment is lower than that concentration polarization phenomenon to occur and hence lower impact the flux attributed to the oil. The R^2 is a measure of the total variability explained by the model. It can indicate that the presented model can explain 99.9% of the data. The adequacy of the model can be predicted from the residual plots **Fig. 8**. The interpretations of each residual plot in **Fig. 8** are: 1) Normal probability plot indicates that the data are normally distributed and the variables are influencing the response. 2) Residuals versus fitted values indicate that the variance is constant and a non-linear relationship exists. 3) Histogram shows that the data are not skewed and no outliers exist. 4) Residuals versus order of the data indicate that there are systematic effects in the data. Hence, it can be concluded that all the values are within the control range, indicating that there is no obvious pattern and unusual structure and also the residual analysis does not indicate any model inadequacy.

6.2.1. Effect of Temperature and Pressure on Flux

Fig. 9 shows surface and contour plots for the flux as a response to pressure and temperature, both indicate that the temperature has a higher positive impact on flux. This may be related to the increase in membrane permeability and the reduction in water viscosity as the temperature increases. For example, the increase in temperature from 20 °C to 40 °C at a pressure of 6 bars will increase the flux zone from 20-30 to 50-60 while the increase of pressure from 6 bars to 8 bars at 20 °C will only increase the flux from 20-30 zone to that of 30-40 L/m².hr.

6.2.2. Effect of Oil and Pressure on Flux

Fig. 10 represents the surface and contour plots for the flux as a response with the pressure and oil concentration, both indicate low effect of oil contamination on flux, however, it became slightly more significant at elevated pressure. This may be related to the formation of cake or gel layer of oil droplet on the membrane surface which leads to the oil droplet compacting on membrane surface and eventually leads to faster membrane fouling.

6.2.3. Effect of Pressure and TDS on Flux

Similar observations to that of oil and pressure interactions were noticed when studying the effect of pressure and TDS on the flux, however, the effect of TDS here seems to be more significant than that of oil contamination; these observations are represented in **Fig. 11**. The figure indicates that the effect of TDS is less at a higher pressure than that of lower pressure. This can be seen as slight increase in slope and expansion in flux zone, for example, its only takes to increase the TDS from 100 to 150 ppm at a pressure of 5 bar to reduce the flux from 30-35 L/m²hr zone to that of

$<30 \text{ L/m}^2\text{hr}$. However, at pressure of 8 bars, the TDS value have to be increased to 250 ppm to reduce the flux from the $>50 \text{ L/m}^2\text{hr}$ zone to that of $45\text{-}50 \text{ L/m}^2\text{hr}$.

6.2.4. Effect of Oil and TDS on Flux

Fig. 12 represents the surface and contour plots for the flux as a response for oil and TDS. According to these figures the interaction of TDS and oil has a significant effect on the flux value. The plots suggest that oil and TDS have linear effect on flux value, however, TDS shows higher impact on flux decline especially at higher oil concentration values. This may be related to the concentration polarization effect which is more significant at higher feed contaminants. The increase in TDS value from 100 ppm to 400 ppm at oil concentration of 5 ppm will reduce the flux from 42-42.5 zone to that of 40-40.5 one, however, when oil is 10 ppm the reduction will be to <39.5 zones.

6.2.5. Effect of Oil and Temperature

Fig. 13 represents the surface and contour plots for the flux as a response to temperature and oil. The figures suggest that the interaction effect of oil and temperature on flux is very limited, this may be justified that the temperature has the highest contribution to the flux value as it was suggested earlier, however, the inclined zones indicates a slight impact of oil on flux decline.

6.2.6. Effect of TDS and Temperature

Fig. 14 represents the surface and contour plots for flux as a response with the temperature and TDS. The behavior of temperature and TDS interaction is similar to that of temperature and oil in feed contamination interaction; however, it can be seen from mentioned figures that effect of TDS is higher than that of oil.

6.3. Fouling Mechanism for RO Process

Fig. 15 represents the effect of time on flux decline in RO process at specific conditions of temperature = 25°C , pressure = 6 bar, TDS = 200 ppm, and oil contents of 5 ppm. **Fig. 16** indicates that the $1/J^{0.5}$ vs. time curve has the closest behavior to the linear regression line. Hence, it can be assumed that the standard block mechanism is the one predominant the flux decline for RO process.

6.4. Optimization and Confirmation Test for RO Process

Response optimization is used to predict the optimum value and operation conditions; the target for optimization was to maximize the flux and the fouling resistance. Equation 6 was used to calculate the fouling resistance, the optimum operation conditions are shown in **Table 8**. Since the optimum conditions were not tested, a confirmation experiment was done with a combination of the optimum levels to compare the results with the expected performance. The predicted outcomes and the observed values after running the above experiment are listed in **Table 8**. The observed vs. predicted results of optimization experiment are shown in **Table 9**. The results indicates that the deviation for the permeate flux is within $\pm 5\%$ error range which may reflect the strength of proposed model. The above results for the process

model indicate that the model can be used as a representative for the subject process of treating oily wastewater within the boundary conditions described earlier.

7. CONCLUSIONS

In this study, the treatment of oily wastewater using UF and RO membrane was studied. The factorial method was utilized for the UF process. Taguchi design of experiments (L16) was employed to analyze the different parameters contribution on the simulated oily wastewater treatment using a hollow fiber UF membrane and polysulfone RO membrane. According to the ANOVA analysis, the most important parameter for maximum permeate flux for UF process was the pressure, while it was the temperature for the RO process. Process optimization was conducted using statistical software. Optimum conditions for UF were pressure = 2 bar, temperature = 40 °C, and oil = 40 ppm, the results showed an oil removal of 96% with a flux of 521.5 L/m²hr. The optimum conditions for the RO membrane to provide the highest flux with the highest resistance to fouling were found at pressure = 6.5 bars, TDS=250 ppm, oil = 7 ppm, and temperature = 27 °C. The results show that the treated wastewater contains no oil with very low TDS value. The study suggests that the produced permeate is similar to that used in the process, hence the produced water can be reused to the process of fuel oil washing to reduce the operation cost.

8. REFERENCES

- Channabasappa, K.C., 1977. *Membrane technology for water reuse application*. Desalination, 23(1), pp.495–514.
- Cumming, I.W., Holdich, R.G. & Smith, I.D., 2000. *The rejection of oil by microfiltration of a stabilised kerosene/water emulsion*. Journal of membrane science, 169(1), pp.147–155.
- Eliaz, N., Shemesh, G. & Latanision, R.M., 2002. *Hot corrosion in gas turbine components*. Engineering Failure Analysis, 9(1), pp.31–43.
- Kaplan, H. & Majchrzak, K.E., 1996. *Liquid Fuel Treatment Systems*. GER-3481, General Electric.
- Karakulski, K., Kozłowski, A. & Morawski, A.W., 1995. *Purification of oily wastewater by ultrafiltration*. Separations Technology, 5(4), pp.197–205.
- Kazemimoghadam, M. & Mohammadi, T., 2007. *Chemical cleaning of ultrafiltration membranes in the milk industry*. Desalination, 204(1), pp.213–218.
- Kim, J., Chinen, A. & Ohya, H., 1997. *Membrane microfiltration of oily water*. In *Macromolecular Symposia*. Wiley Online Library, pp. 413–418.
- Koltuniewicz, A.B., Field, R.W. & Arnot, T.C., 1995. *Cross-flow and dead-end microfiltration of oily-water emulsion. Part I: Experimental study and analysis of flux decline*. Journal of membrane science, 102, pp.193–207.
- Kumar, S.M. & Roy, S., 2008. *Recovery of water from sewage effluents using alumina ceramic microfiltration membranes*. Separation Science and Technology, 43(5), pp.1034–1064.
- Madaeni, S.S. & Koocheki, S., 2006. *Application of taguchi method in the optimization of wastewater treatment using spiral-wound reverse osmosis element*. Chemical Engineering Journal, 119(1), pp.37–44.



- Marchese, J. et al., 2000. *Pilot-scale ultrafiltration of an emulsified oil wastewater*. Environmental science & technology, 34(14), pp.2990–2996.
- Milić, J.K. et al., 2014. *Ultrafiltration of oil-in-water emulsion by using ceramic membrane: Taguchi experimental design approach*. Central European Journal of Chemistry, 12(2), pp.242–249.
- Mondal, S. & Wickramasinghe, S.R., 2008. *Produced water treatment by nanofiltration and reverse osmosis membranes*. Journal of membrane science, 322(1), pp.162–170.
- Nicolaisen, B., 2003. *Developments in membrane technology for water treatment*. Desalination, 153(1), pp.355–360.
- Orecki, A. & Tomaszewska, M., 2007. *The oily wastewater treatment using the nanofiltration process*. Polish Journal of Chemical Technology, 9(4), pp.40–42.
- Qin, J.-J. et al., 2004. *Dead-end ultrafiltration for pretreatment of RO in reclamation of municipal wastewater effluent*. Journal of membrane science, 243(1), pp.107–113.
- Rahimpour, A. et al., 2011. *Treatment of oily wastewater produced by washing of gasoline reserving tanks using self-made and commercial nanofiltration membranes*. Desalination, 265(1), pp.190–198.
- Roy, R.K., 2010. *A primer on the Taguchi method*, Society of Manufacturing Engineers.
- Salahi, A. et al., 2015. *Experimental investigation and modeling of industrial oily wastewater treatment using modified polyethersulfone ultrafiltration hollow fiber membranes*. Korean Journal of Chemical Engineering, pp.1–18.
- Salahi, A., Mohammadi, T., Rekabdar, F., et al., 2010. *Reverse osmosis of refinery oily wastewater effluents*. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering, 7(5), p.413.
- Salahi, A., Mohammadi, T. & Rekabdar, F., 2010. *Reverse osmosis of refinery oily wastewater effluents*. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering, 7(5), pp.413–422.
- Susanto, H., Feng, Y. & Ulbricht, M., 2009. *Fouling behavior of aqueous solutions of polyphenolic compounds during ultrafiltration*. Journal of food engineering, 91(2), pp.333–340.
- Vela, M.C.V. et al., 2008. *Analysis of membrane pore blocking models applied to the ultrafiltration of PEG*. Separation and Purification Technology, 62(3), pp.489–498.
- Yu, L., Han, M. & He, F., 2013. *A review of treating oily wastewater*. Arabian Journal of Chemistry.
- Ziegel, E.R., 1997. *Taguchi Techniques for Quality Engineering*. Technometrics, 39(1), pp.109–110.

**NOMENCLATURE**

Symbol	Definition	Units
A_m	Membrane surface area	m^2
$ANOVA$	Analysis of variance	
C_f	Feed concentration	g/l
C_p	Permeate concentration	g/l
C_m	Concentration at the membrane surface	g/l
ΔC	Difference in salt concentration across membrane	g/l
C	Concentration of solute	g/l
DOF	Degree of freedom	
HLB	Hypophilic-Lipophilic balance value	
J	Flux (wastewater feed)	$l/m^2.hr$
J_s	Flux (Oil free feed)	$l/m^2.hr$
J_0	Flux (distilled water feed)	$l/m^2.hr$
MS	Mean of squares	
t	Time	min
V	Volume	M3
v	Velocity	
P	Pressure	bar
R_f	Resistances of the foulants	1/m
R^2	Percentage of variation in the response	
SS	Sum of square	
SS_T	Total Sum of square	
T	Temperature	$^{\circ}C$
TDS	Total dissolved solids	ppm
TMP	Trans-Membrane Pressure	bar
TSS	Total Suspended solids	ppm
TFC	Thin film composite membrane	
S/N	Signal to noise ratio	

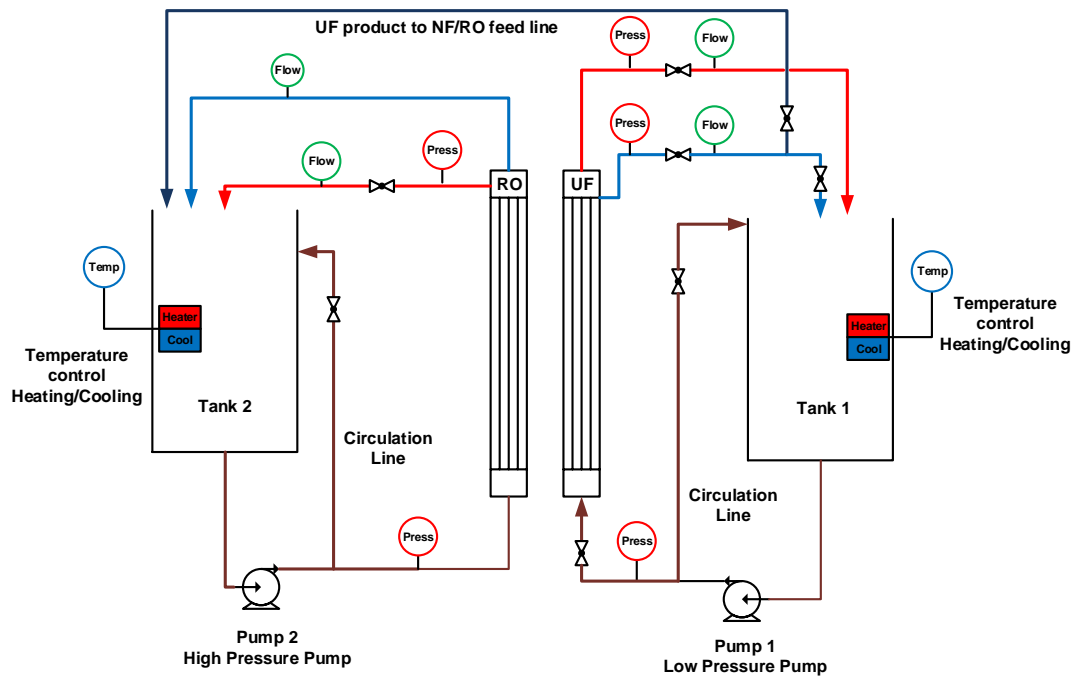


Figure 1. Schematic View of Membrane System.

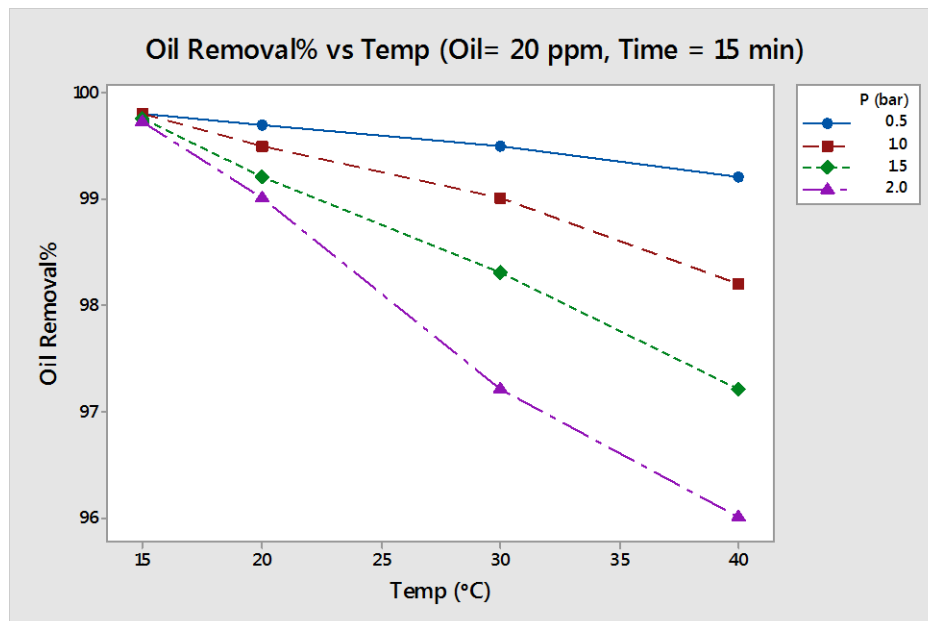


Figure 2. Effect of Temperature and oure on Oil Removal.

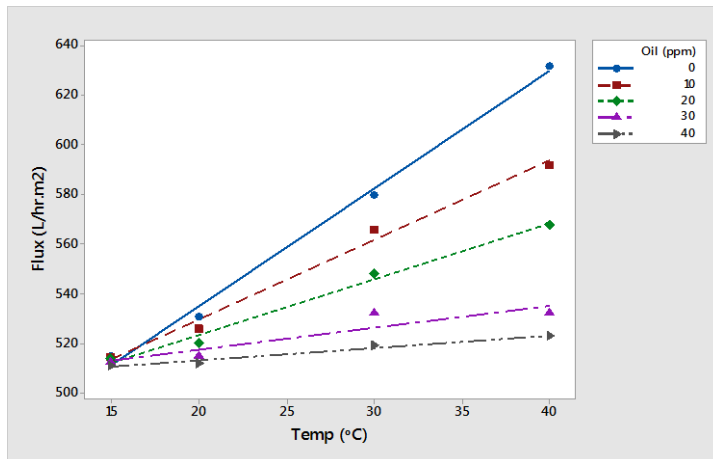


Figure 3. Effect of Temperature on UF Flux at Feed's Different Oil Content (P=2 bar).

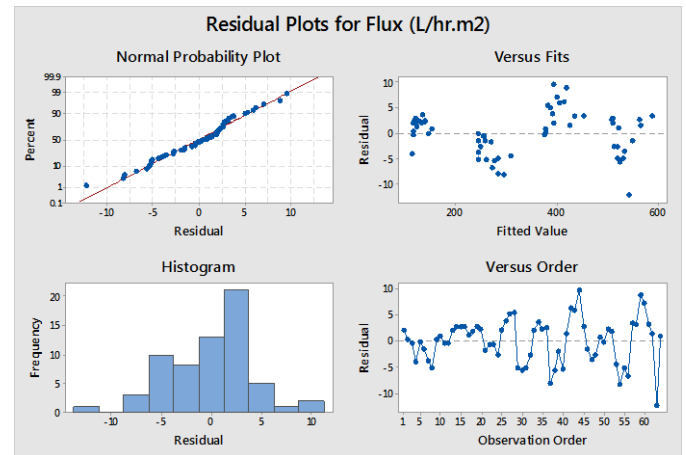


Figure 4. Residual Plots for Flux (J) of UF Process

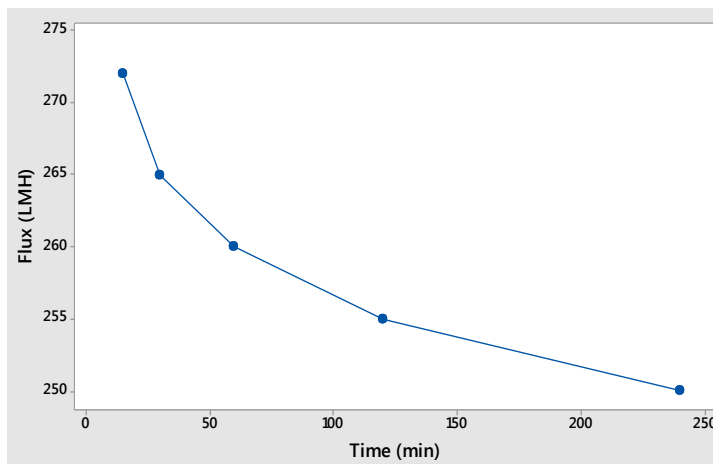


Figure 5. Flux of UF Process vs Time.

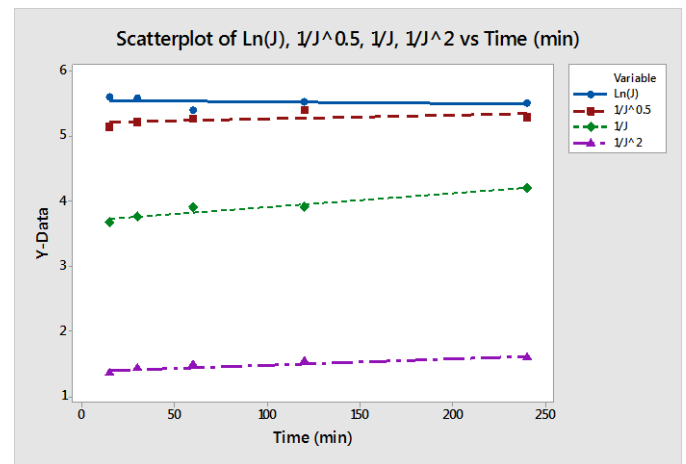


Figure 6. Different Forms of Flux for UF Process vs. Time.

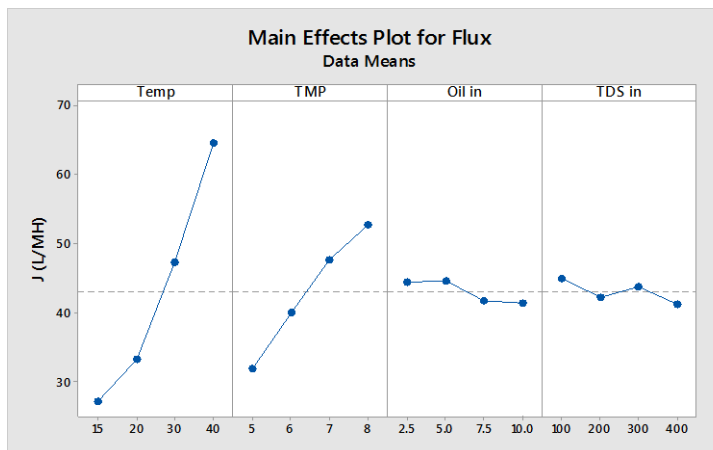


Figure 7. Main Effect Graph for the Flux of RO Process.

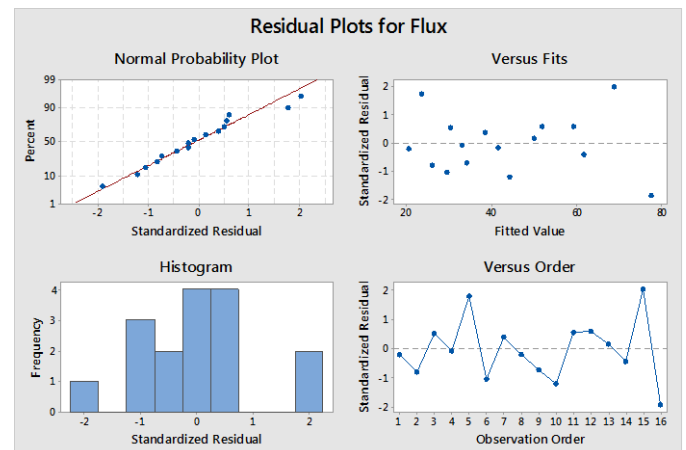


Figure 8. Residual Plots for Flux (J) of UF Process.

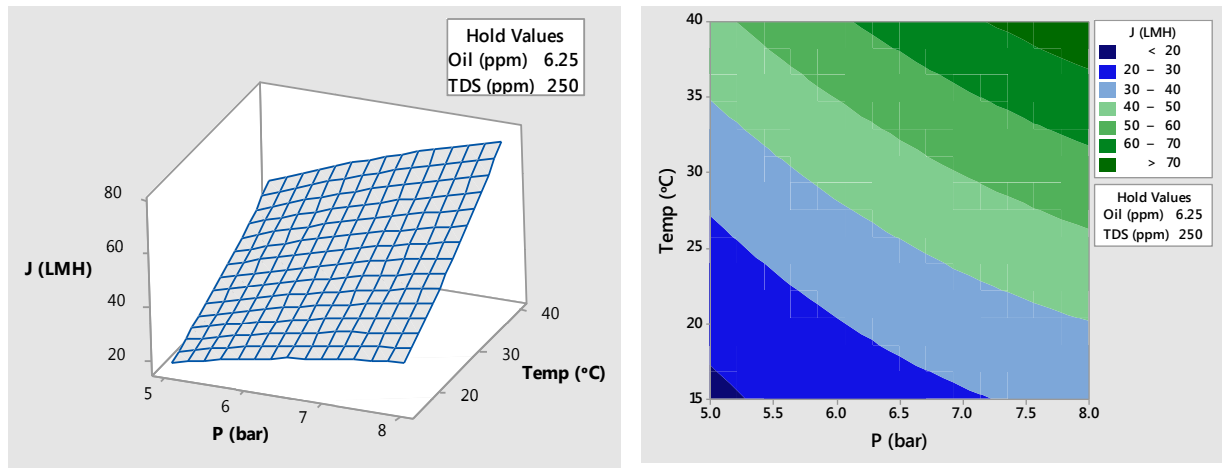


Figure 9. Flux of RO Process vs Temperature and Pressure.

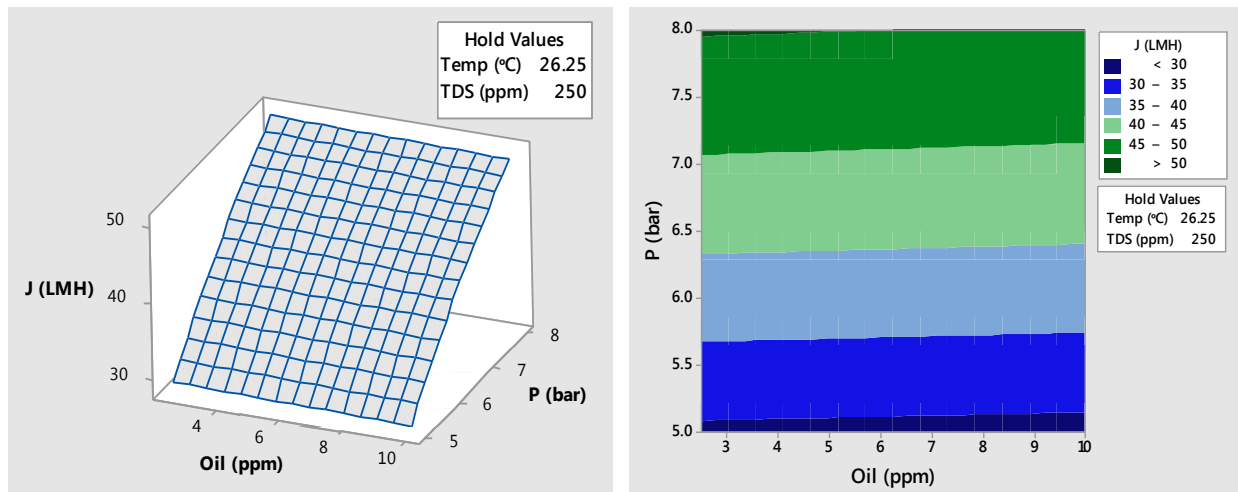


Figure 10. Flux of RO Process vs Oil and Pressure.

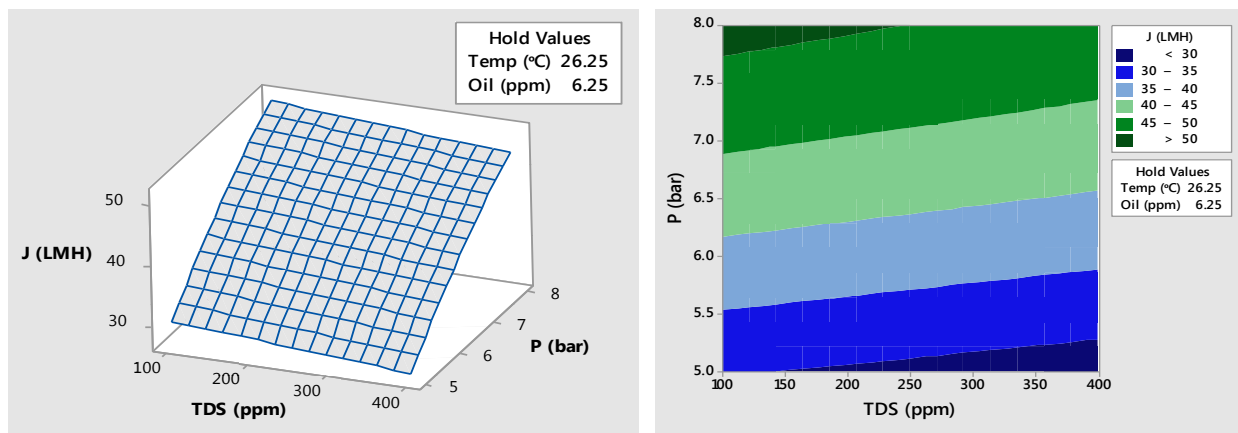


Figure 11. Flux of RO Process vs TDS and Pressure.

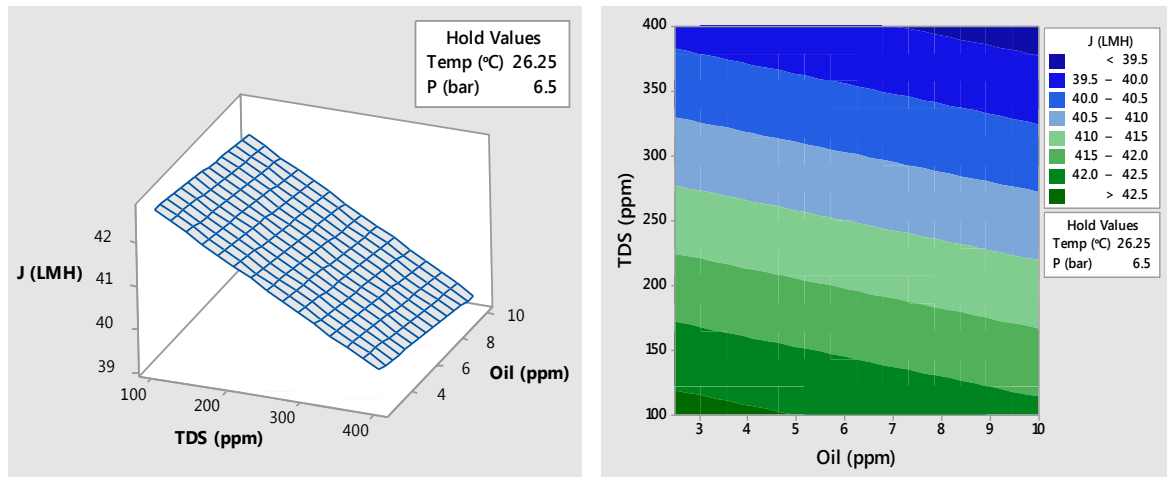


Figure 12. Flux of RO Process vs TDS and Oil.

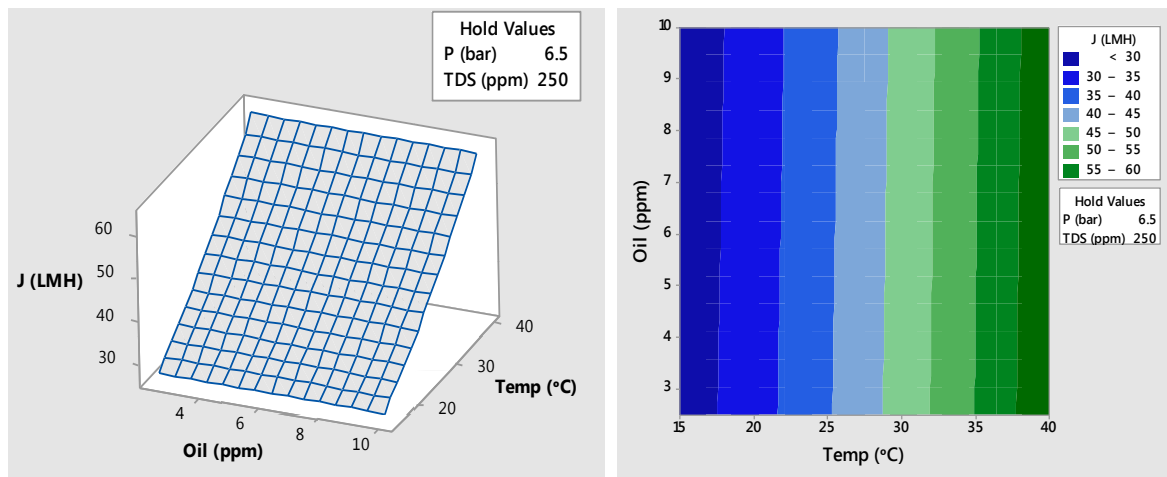


Figure 13. The Flux of RO Process vs Temperature and Oil.

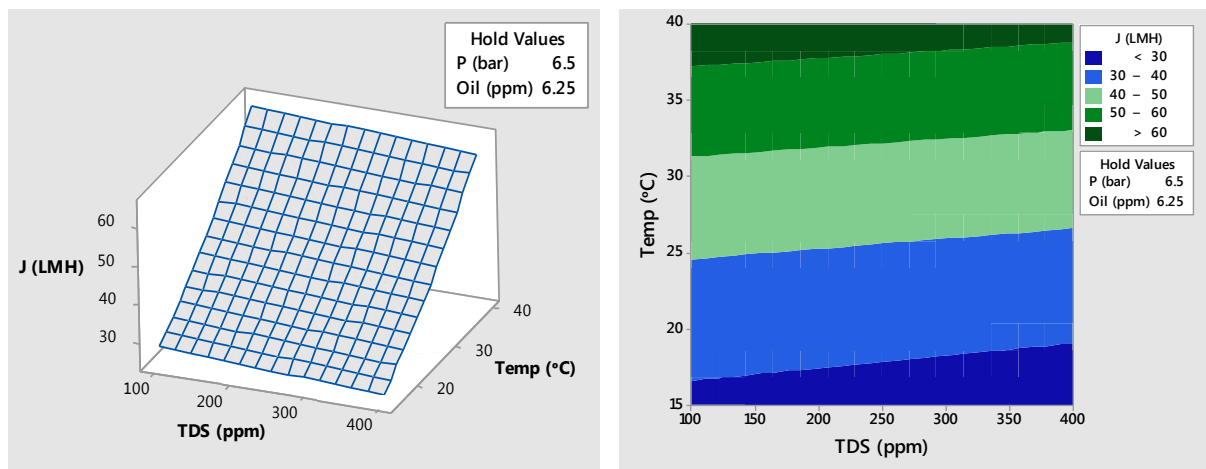


Figure 14. The Flux of RO Process vs TDS and Temperature.

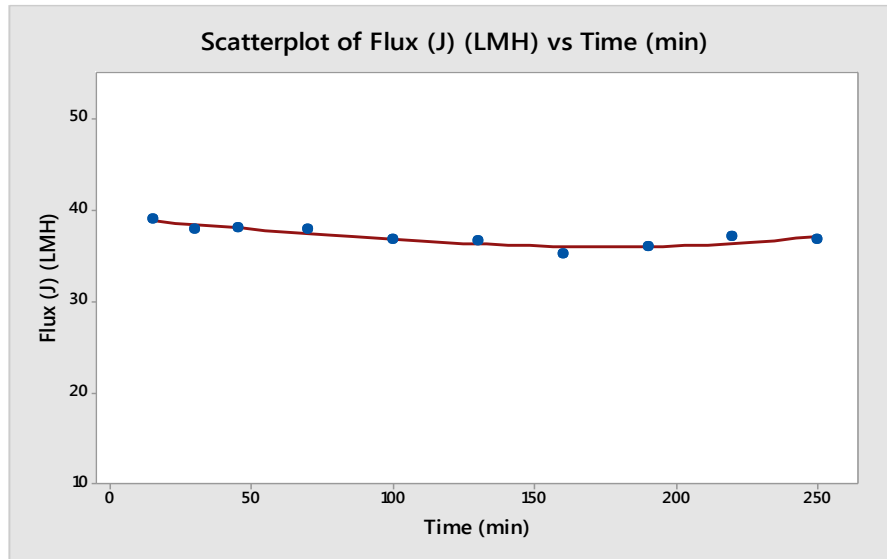


Figure 15 .RO Flux vs Time, T= 25 C, P= 6 Bar, TDS = 200 ppm, Oil contents =5 ppm.

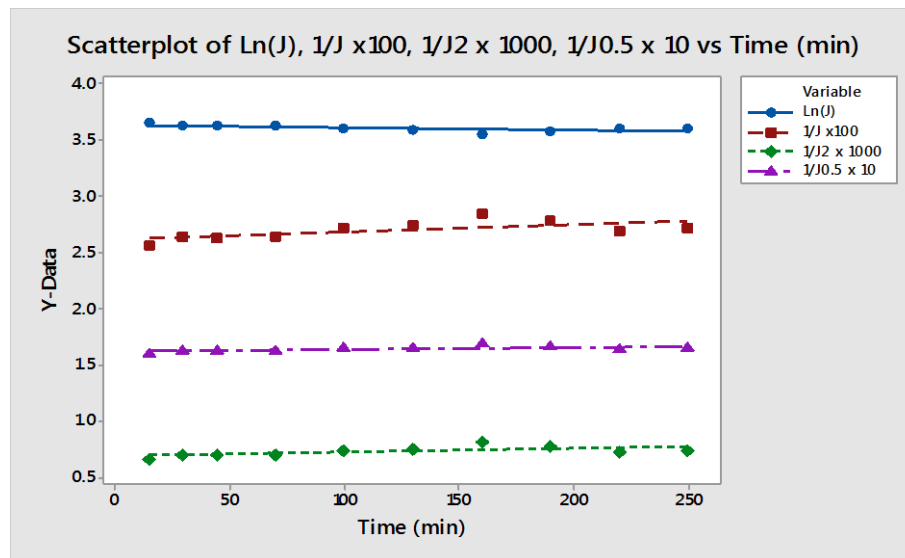


Figure 16. Different Mathematical Forms of RO Flux vs Time.

Table 1. Summary of Characteristic Equations for Constant Pressure Filtration Laws.

Model	Fouling Mechanism	Reference
$\ln(J) = \ln(J_0) - K_b t$	Complete pore blocking	Susanto et al. 2009
$1/J^{1/2} = 1/J_0^{1/2} - K_s t$	Standard pore blocking	Vela et al. 2008
$1/J = 1/J_0 - K_i t$	Intermediate pore blocking	Kim et al. 1997
$1/J^2 = 1/J_0^2 - K_c t$	Cake filtration	Koltuniewicz et al. 1995

**Table 2.** Factors Used in The Subject Experiment with Their Levels.

Level Factor	UF Process				RO Process			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Temp (°C)	15	20	30	40	15	20	30	40
P (bar)	0.5	1	1.5	2	5	6	7	8
TDS (ppm)	150	150	150	150	100	200	300	400
Oil (ppm)	10	20	30	40	2.5	5	7.5	10

Table 3. Analysis of Variables and Prediction Model UF Process.

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Temp (°C)	1	17723	1.19%	849.6	849.6	48.76	0.000
P (bar)	1	1465218	98.27%	34784.8	34784.8	1996.42	0.000
Oil (ppm)	1	3839	0.26%	911.5	911.5	52.32	0.000
Temp (°C)*Temp (°C)	1	112	0.01%	111.5	111.5	6.40	0.014
P (bar)*P (bar)	1	76	0.01%	75.7	75.7	4.34	0.042
Temp (°C)*P (bar)	1	645	0.04%	644.9	644.9	37.01	0.000
Temp (°C)*Oil (ppm)	1	1774	0.12%	1774.4	1774.4	101.84	0.000
P (bar)*Oil (ppm)	1	664	0.04%	664.1	664.1	38.11	0.000
Error	55	958	0.06%	958.3	17.4		
Total	63	1491009	100.00%				
Model Summary							
S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)			
4.17415	99.94%	99.93%	1301.68	99.91%			
Regression Equation							
Flux (L/m ² .hr) = -82.71 + 3.342 Temp (°C) + 278.90 P (bar) + 1.239 Oil (ppm) - 0.02033 Temp (°C)*Temp (°C) - 4.35 P (bar)*P (bar) + 0.5914 Temp (°C)*P (bar) - 0.04905 Temp (°C)*Oil (ppm) - 0.5154 P (bar)*Oil (ppm)							

Table 4. Optimization Results for UF Process.

Variable	Setting		
Temp (°C)	40		
P (bar)	2		
Oil (ppm)	40		
Response	Fit	SE Fit	95% CI
Flux (L/hr.m ²)	527.44	4.54	(518.25, 536.64)

Table 5. Predicted vs Measured Optimization Results.

Parameters	Unit	Optimized value	Observed value
Flux	L/hr.m ²	527.44	521.5
Oil Removal	%	-	97.1

**Table 6** Orthogonal Array OA(L₁₆) for Taguchi RO Process and Experimental Results

No.	Temp °C	Oil ppm	TDS ppm	P bar	Flux L/hr.m ²	TDS Removal%	Oil Removal%
1	15	2.5	100	5	19.8	99.00%	100%
2	15	5.0	200	6	24.9	99.50%	100%
3	15	7.5	300	7	28.5	98.83%	100%
4	15	10.0	400	8	31.0	99.25%	100%
5	20	5.0	300	5	22.0	98.83%	100%
6	20	2.5	400	6	28.5	99.00%	100%
7	20	10.0	100	7	36.5	98.00%	100%
8	20	7.5	200	8	39.8	99.00%	100%
9	30	7.5	400	5	32.0	99.00%	100%
10	30	10.0	300	6	41.8	99.33%	100%
11	30	2.5	200	7	51.0	98.80%	100%
12	30	5.0	100	8	58.5	99.00%	100%
13	40	10.0	200	5	48.0	98.00%	100%
14	40	7.5	100	6	60.0	99.00%	100%
15	40	5.0	400	7	67.0	98.50%	100%
16	40	2.5	300	8	76.5	98.00%	100%

Table 7 ANOVA Analysis for Taguchi Method of RO Experiment

Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Temp (°C)	1	3224.18	74.43%	3.8506	3.8506	104.72	0.000
P (bar)	1	978.60	22.59%	9.4253	9.4253	256.32	0.000
Oil (ppm)	1	57.12	1.32%	0.2306	0.2306	6.27	0.047
TDS (ppm)	1	23.98	0.55%	17.7025	17.7025	481.42	0.000
Temp (°C)*Temp (°C)	1	16.90	0.39%	16.9050	16.9050	459.73	0.000
P (bar)*P (bar)	1	7.02	0.16%	7.0225	7.0225	190.98	0.000
Temp (°C)*P (bar)	1	23.87	0.55%	23.8694	23.8694	649.13	0.000
Error	8	0.29	0.01%	0.2942	0.0368		
Total	15	4331.98	100.00%				
Model Summary							
S	R-sq		R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)		
0.191759	99.99%		99.99%	1.03043	99.98%		
Regression Equation							
J (L/m ² .hr) = -23.26 - 0.6588 Temp (°C) + 10.503 P (bar) - 0.0732 Oil (ppm) - 0.009492 TDS (ppm) + 0.015830 Temp (°C)*Temp (°C) - 0.6625 P (bar)*P (bar) + 0.19446 Temp (°C)*P (bar)							

**Table 8** Optimization Results for RO Process

Variable	Setting		
Temp (°C)	26.25 ~27		
P (bar)	6.5		
Oil (ppm)	6.25~7		
TDS (ppm)	250		
Response	Fit	SE Fit	95% CI
Fouling resistance	0.00171	0.00192	(-0.00273, 0.00614)
J (L/m ² .hr)	40.981	0.103	(40.745, 41.218)

Table 9 Observed Vs. Predicted Values for Optimization Conditions

Response	Predicted value	Observed value	Deviation from predicted value
Flux (L/m ² .hr)	40.7	38.8	5%
TDS (ppm)	-	1	-
Oil(ppm)	-	0	-

Static Analysis of Laminated Composite Plate using New Higher Order Shear Deformation Plate Theory

Dr.Ibtehal Abbas Sadiq

Instructor

College of Engineering-University of Baghdad
email-ebtialabas@yahoo.com

Haider Sami Abdul-ameer

Msc student

College of Engineering-University of Baghdad
email-haider.alam83@yahoo.com

ABSTRACT

In the present work a theoretical analysis depending on the new higher order element in shear deformation theory for simply supported cross-ply laminated plate is developed. The new displacement field of the middle surface expanded as a combination of exponential and trigonometric function of thickness coordinate with the transverse displacement taken to be constant through the thickness. The governing equations are derived using Hamilton's principle and solved using Navier solution method to obtain the deflection and stresses under uniform sinusoidal load. The effect of many design parameters such as number of laminates, aspect ratio and thickness ratio on static behavior of the laminated composite plate has been studied. The modal of the present work has been verified by comparing the results of shape functions with that were obtained by other workers. Result shows the good agreement with 3D elasticity solution and that published by other researchers.

Key words: higher order shear deformation theory, composite laminated plate, and static analysis.

التحليل السكوني للصفحة المركبة باستخدام نظرية قص ذات رتبة عالية جديدة

حيدر سامي عبد الامير

طالب ماجستير

جامعة بغداد-كلية الهندسة
قسم الهندسة الميكانيكية

د. أبتاهال عباس صادق

مدرس

جامعة بغداد-كلية الهندسة
قسم الهندسة الميكانيكية

الخلاصة

في هذا البحث تم تطوير الحل النظري الذي يعتمد على نظرية قص ذات رتبة عالية للصفائح المركبة ذات الاسناد البسيط . مجال الازاحة الجديد للسطح الاوسط يتوسع لدمج الدالة الاسية و المتثلثية و تكون الازاحة المستعرضة ثابتة خلال السمك. تم اشتقاق معادلات الحركة باستخدام (Hamilton's principle) و تم حلها باستخدام طريقة (Navier solution) لأيجاد الانحراف و الاجهادات تحت تأثير الحمل الجيبي المنتظم. تأثير عدة عوامل تصميمية مثل عدد الطبقات،نسبة الطول الى العرضو نسبة السمك تم دراستها. بينت النتائج موافقة جيدة مع الحل باستخدام نظرية مرنة ثلاثية الابعاد و البحوث المنشورة لباحثين اخرين. النموذج الرياضي للعمل الحالي تم اثباته بالمقارنة مع نتائج الدوال للباحثين الاخرين. الكلمات الرئيسية: نظرية القص ذات الرتبة العالية ، الالواح الطبقيه المركبة ، التحليل السكوني .

1. INTRODUCTION:

Composite materials are so necessary in many engineering applications, as vehicles parts, aero structures and medical devices industries. With the wide use of composite plate in the modern industry, static and dynamic analysis of plate structure under different types of loads and different boundary conditions become a main part in design procedure. In the few past years, many researchers resorted to the development of many theories to clearly predict the response of laminated plate composite material. Many researchers had studied static and dynamic analysis of composite plate by using higher order shear deformation theory, and other researchers have studied the static deflection and stresses of composite plates subjected to different uniform loads.

Fan and Lin, 1998, used an analytical solution of rectangular laminated plates by higher order theory. On the basis of the Reddy's higher-order theory of composites, this paper introduces a displacement function and transforms its three differential equations for symmetric cross-ply composites into only one order differential equation generated by the displacement-function. Which property is chosen, both solutions are obtained, namely, Navier-type solution of simply supported rectangular laminated plates and the Levy-type solution with the boundary condition, where two opposite edges are simply supported and remains are arbitrary. The numerical examples show that the results coincide well with the existing results in the references, thus validating that the method is reliable. The higher Order theory of Reddy is simpler in calculation but has higher precision than the first order shear deformation theory because the former has fewer unknowns than the latter and requires no shear coefficients. **Pervez, Al-Zebdeh and Farooq, 2010**, studied the effects of boundary conditions in laminated composite plates using higher order shear deformation theory. The applicability of a modified higher order shear deformation theory to accurately determine the in-plane and transverse shear stress distributions in an orthotropic laminated composite plate subjected to different boundary conditions has been extended. A simpler, two-dimensional, shear deformable, plate theory accompanied with an appropriate set of through-thickness variations, is used to accurately predict transverse shear stresses. Finite element code was developed based on a higher order shear deformation theory to study the effects of boundary conditions on the behavior of thin-to-thick anisotropic laminated composite plates. The code was verified against three dimensional elasticity results. The study also compared the stresses and deformation results of higher order theory with those obtained using commercial software such as LUSAS, ANSYS and ALGOR. **Mantari, 2012**, used a new higher order shear deformation theory for sandwich and composite laminated plates. The proposed displacement field, which is "m" parameter dependent, is assessed by performing several computations of the plate governing equations. Therefore, it has been found that the results obtained are accurate and relatively close to 3D elasticity bending solutions. Plate governing equations and boundary conditions are derived by employing the principle of virtual work. The Navier-type exact solutions for static bending analysis are presented for

sinusoidal and uniformly distributed loads. **Mantari and Soares, 2012**, studied bending analysis of thick exponentially graded plates using a new trigonometric higher order shear deformation theory. An analytical solution of the static governing equations of exponentially graded plates obtained by using a recently developed higher order shear deformation theory (HSDT) is presented. The mechanical properties of the plates are assumed to vary exponentially in the thickness direction. The governing equations of exponentially graded plates and boundary conditions are derived by employing the principle of virtual work. A Navier-type analytical solution is obtained for such plates subjected to transverse bi-sinusoidal loads for simply supported boundary conditions. Results are provided for thick to thin plates and for different values of the parameter n , which dictates the material variation profile through the plate thickness. The accuracy of the present code is verified by comparing it with 3D elasticity solution and with other well-known trigonometric shear deformation theory. **Lan and Feng, 2012**, presented an analysis of deflections and stresses for laminated composite plates based on a new higher-order shear deformation theory. Based on the new simple third-order shear deformation theory, the deflections and stresses of the simply supported symmetrical laminated composite plates are obtained by using the principle of virtual work. The solutions are compared with the solutions of three-dimensional elasticity theory, the first-order shear deformation theory and the Reddy's higher order shear deformation theory. Results show that the presented new theory is more reliable, accurate, and cost-effective in computation than the first-order shear deformation theories and other simple higher-order shear deformation theories.

Taher. etal. 2012, presented a theoretical formulation; Navier's solutions of rectangular plates based on a new higher order shear deformation model for the static response of functionally graded plates. The mechanical properties of the plate are assumed to vary continuously in the thickness direction by a simple power-law distribution in terms of the volume fractions of the constituents. Parametric studies are performed for varying ceramic volume fraction, volume fractions profiles, aspect ratios, and length to thickness ratios. It has been concluded that the proposed theory is accurate and simple in solving the static bending behavior of functionally graded plates. **Huu and Seung, 2013**, developed a simple higher-order shear deformation theory for bending and free vibration analysis of functionally graded plates. This theory has only four unknowns, but it accounts for a parabolic variation of transverse shear strains through the thickness of the plate. Equations of motion are derived from Hamilton's principle. Analytical solutions for the bending and free vibration analysis are obtained for simply supported plates. The obtained results are compared with 3D and quasi-3D solutions and those predicted by other plate theories. Results show that the results obtained are the same accuracy of the existing higher-order shear deformation theories which have more number of unknowns, but its accuracy is not comparable with those of 3D and quasi-3D models which include the thickness stretching effect.

Mantari, et al. 2014 developed a new tangential-exponential higher order shear deformation theory for advanced composite plates. This paper presents the static response of advanced composite plates by using a new non-polynomial higher order shear deformation theory (HSDT). The accounts for non-linear in plane displacement and constant transverse displacement through the plate thickness, complies with plate surface boundary conditions, and in this manner a shear correction factor is not required. Navier closed-form solution is obtained for functionally grade plates (FGPS) subjected to transverse loads for simply supported boundary conditions. The optimization of the shear strain function and bi-sinusoidal load is adopted in this publication. The accuracy of the HSDT is discussed by comparing the results with an existing quasi-3D exact solution and several HSDTs results. It is concluded that the present non-polynomial HSDT, is more effective than the well-known trigonometric HSDT for well-known example problems available in literature.

In the present work, a new higher order displacement field in which the displacement of the middle surface expanded as a combination of exponential and trigonometric functions of the thickness coordinate and the transverse displacement taken to be constant through the thickness, is proposed. Necessary equilibrium equations and boundary conditions are derived by employing the principle of virtual work. The theory accounts for adequate distribution of the transverse shear strains through the plate thickness and the tangential stress-free boundary conditions on the plate boundary surface, therefore a shear correction factor is not required. Exact solutions for deflections and stresses of simply supported plates are presented.

2. THEORETICAL ANALYSIS:

2.1. Displacement Field:

In the present work, a new higher order displacement field in which the displacement of the middle surface expanded as a combination of exponential trigonometric function of the thickness coordinate with the transverse displacement taken to be constant through the thickness was developed. The displacement field of the new higher order theory of laminated composite plate is: **Mantari, 2012**

$$u(x, y, z) = u(x, y) - z \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right) + f(z) \theta_1(x, y)$$

$$v(x, y, z) = v(x, y) - z \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right) + f(z) \theta_2(x, y)$$

$$w(x, y, z) = w(x, y) \tag{1a-c}$$

Where:

$u(x, y), v(x, y), w(x, y), \theta_1(x, y), \theta_2(x, y)$ are the five unknown functions of middle surface of the plate as shown in the **Fig1**. While $f(z)$ represents shape functions determining the distribution of the transverse shear strains and stresses along the thickness.

The shape function derived by different researchers are given in **Table (1)**, actually the present modeling is a combination of exponential functions and polynomial as shown in **Fig2**.

With the same **Reddy** and **Liu** and generalized procedure developed by **Sadatos** and free boundary conditions at the top and bottom surfaces of the plate. The new displacement field in this paper is:

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= u(x, y) + z \left(\frac{m\pi}{h} \theta_1 - \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \sin \frac{\pi z}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \theta_1 \\ v(x, y, z) &= v(x, y) + z \left(\frac{m\pi}{h} \theta_2 - \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \sin \frac{\pi z}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \theta_2 \\ w(x, y, z) &= w_0 \end{aligned} \quad (2a-c)$$

where the new function used in present work is:

$$\mathbf{f}(\mathbf{z}) = \sin \frac{\pi z}{h} \mathbf{e}^{\frac{m\pi z}{h}} + \mathbf{y}z \quad (3)$$

$$y = \frac{\pi m}{h}, m = \text{constant}$$

For small strains, the strain-displacement relations take the form:

$$\begin{aligned} \epsilon_{xx} &= \frac{\partial u}{\partial x} \\ \epsilon_{yy} &= \frac{\partial v}{\partial y} \\ \epsilon_{zz} &= \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \\ \epsilon_{xy} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) = \frac{1}{2} \gamma_{xy} \\ \epsilon_{xz} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) = \frac{1}{2} \gamma_{xz} \\ \epsilon_{yz} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) = \frac{1}{2} \gamma_{yz} \end{aligned} \quad (4a-f)$$

The strain associated with the displacement field by substituting Eq (2a-c) into Eq. (4a-e) to give:

$$\begin{aligned} \epsilon_{xx} &= \epsilon_{xx}^0 + z\epsilon_{xx}^1 + \sin \frac{\pi z}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \epsilon_{xx}^2 \\ \epsilon_{yy} &= \epsilon_{yy}^0 + z\epsilon_{yy}^1 + \sin \frac{\pi z}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \epsilon_{yy}^2 \\ \gamma_{xy} &= \epsilon_{xy}^0 + z\epsilon_{xy}^1 + \sin \frac{\pi z}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \epsilon_{xy}^2 \\ \gamma_{xz} &= \epsilon_{xz}^0 + \left(m * \sin \frac{\pi z}{h} + \cos \frac{\pi z}{h} \right) \frac{\pi}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \epsilon_{xz}^3 \\ \gamma_{yz} &= \epsilon_{yz}^0 + \left(m * \sin \frac{\pi z}{h} + \cos \frac{\pi z}{h} \right) \frac{\pi}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \epsilon_{yz}^3 \end{aligned} \quad (5a-e)$$

Where:

$$\begin{aligned}
 \begin{pmatrix} \varepsilon_{xx}^0 \\ \varepsilon_{yy}^0 \\ \gamma_{xy}^0 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial y} \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} \varepsilon_{xx}^1 \\ \varepsilon_{yy}^1 \\ \gamma_{xy}^1 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \frac{m\pi}{h} \frac{\partial \Theta_1}{\partial x_1} - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \\ \frac{m\pi}{h} \frac{\partial \Theta_2}{\partial y} - \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \\ \frac{m\pi}{h} \frac{\partial \Theta_2}{\partial x_1} + \frac{m\pi}{h} \frac{\partial \Theta_2}{\partial y} - 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} \varepsilon_{xx}^2 \\ \varepsilon_{yy}^2 \\ \gamma_{xy}^2 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \frac{\partial \Theta_1}{\partial x} \\ \frac{\partial \Theta_2}{\partial y} \\ \frac{\partial \Theta_2}{\partial x} + \frac{\partial \Theta_1}{\partial y} \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} \gamma_{xz}^0 \\ \gamma_{yz}^0 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} m \frac{\pi}{h} \Theta_1 \\ m \frac{\pi}{h} \Theta_2 \end{pmatrix} \\
 \begin{pmatrix} \gamma_{xz}^3 \\ \gamma_{yz}^3 \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \Theta_1 \\ \Theta_2 \end{pmatrix}
 \end{aligned} \tag{6a-e}$$

2.2. Hamilton's principles:

The equation of motion of the new higher order theory will be derived using the dynamic version of the principle of virtual displacements: **Reddy, 2003**.

$$0 = \int_0^t \delta U + \delta V - \delta K \tag{7}$$

The virtual strain energy δU is:

$$\delta U = \left[\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \left\{ \int_Q^k \sigma_{xx} \delta \varepsilon_{xx}^k + \sigma_{yy} \delta \varepsilon_{yy}^k + \sigma_{xy} \delta \varepsilon_{xy}^k + \sigma_{yz} \delta \varepsilon_{yz}^k + \sigma_{xz} \delta \varepsilon_{xz}^k \right\} \partial x \partial y \right] \partial z = 0 \tag{8}$$

$$\delta U = \int (N_1 \delta \varepsilon_{xx}^0 + M_1 \delta \varepsilon_{xx}^1 + P_1 \delta \varepsilon_{xx}^2 + N_2 \delta \varepsilon_{yy}^0 + M_2 \delta \varepsilon_{yy}^1 + P_2 \delta \varepsilon_{yy}^2 + N_6 \delta \varepsilon_{xy}^0 + M_6 \delta \varepsilon_{xy}^1 + P_6 \delta \varepsilon_{xy}^2 + Q_2 \delta \varepsilon_{yz}^0 + k_2 \delta \varepsilon_{yz}^3 + Q_1 \delta \varepsilon_{xz}^0 + k_1 \delta \varepsilon_{xz}^3) \partial x \partial y = 0 \tag{9}$$

where:

(N_i, M_i, P_i, Q_i and K_i) are the result of the following integration:

$$(N_i, M_i, P_i) = \sum_{k=1}^N \int_{z^{k-1}}^{z^k} \sigma_i^k \left(1, z, \sin \frac{\pi z}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \right) dz \quad (i = 1, 2, 6)$$

$$(Q_1, K1) = \sum_{k=1}^N \int_{z^{k-1}}^{z^k} \sigma_5^k \left(1, \frac{\pi}{h} (m * \sin \frac{\pi z}{h} + \cos \frac{\pi z}{h}) e^{\frac{m\pi z}{h}} \right) dz$$

$$(Q_2, K2) = \sum_{k=1}^N \int_{z^{k-1}}^{z^k} \sigma_4^k \left(1, \frac{\pi}{h} (m * \sin \frac{\pi z}{h} + \cos \frac{\pi z}{h}) e^{\frac{m\pi z}{h}} \right) dz$$

The virtual strains are known in terms of virtual displacement in Eq.(5) and then substituting the virtual strain into Eq.(9) and in integrating by parts to relative the virtual displacement (δu , δv , δw) in range of any differentiation, then we get:

$$0 = - \int \left[\frac{\partial N_1}{\partial x} \delta u + \frac{m\pi}{h} \frac{\partial M_1}{\partial x} \delta \Theta_1 - \frac{\partial^2 M_1}{\partial x^2} \delta w + \frac{\partial P_1}{\partial x} \delta \Theta_1 + \frac{\partial N_2}{\partial y} \delta v + \frac{m\pi}{h} \frac{\partial M_2}{\partial y} \delta \Theta_2 - \frac{\partial^2 M_2}{\partial y^2} \delta w + \frac{\partial P_2}{\partial y} \delta \Theta_2 + \frac{\partial N_6}{\partial y} \delta u + \frac{\partial N_6}{\partial x} \delta v + \frac{m\pi}{h} \frac{\partial M_6}{\partial y} \delta \Theta_1 + \frac{m\pi}{h} \frac{\partial M_6}{\partial x} \delta \Theta_2 + 2 \frac{\partial^2 M_6}{\partial x \partial y} \delta w + \frac{\partial P_6}{\partial y} \delta \Theta_1 + \frac{\partial P_6}{\partial x} \delta \Theta_2 - \frac{m\pi}{h} Q_1 \delta \Theta_1 - \frac{m\pi}{h} Q_2 - K_1 \delta \Theta_1 - K_2 \delta \Theta_2 \right] dx dy = 0 \quad (10)$$

The virtual work done by applied forces δv is:

$$\delta v = - \int q \delta w dx dy \quad (11)$$

2.3. Equation of motion:

The Euler-Lagrange is obtained by substituting Eq.(8 – 11) into Eq.(7) and then setting the coefficient of (δu , δv , δw , $\delta \Theta_1$, $\delta \Theta_2$) over Ω_0 of Eq.(7) to zero separately, this give five equations of motion as follows:

$$\begin{aligned} \delta u: \frac{\partial N_1}{\partial x} + \frac{\partial N_6}{\partial y} &= 0 \\ \delta v: \frac{\partial N_2}{\partial y} + \frac{\partial N_6}{\partial x} &= 0 \\ \delta w: \frac{\partial^2 M_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_2}{\partial y^2} + 2 \frac{\partial^2 M_6}{\partial x \partial y} + p &= 0 \\ \delta \Theta_1: \frac{m\pi}{h} \frac{\partial M_1}{\partial x} + \frac{m\pi}{h} \frac{\partial M_6}{\partial y} + \frac{\partial P_1}{\partial x} + \frac{\partial P_6}{\partial y} - \frac{m\pi}{h} Q_1 - K_1 &= 0 \\ \delta \Theta_2: \frac{m\pi}{h} \frac{\partial M_2}{\partial y} + \frac{m\pi}{h} \frac{\partial M_6}{\partial x} + \frac{\partial P_2}{\partial y} + \frac{\partial P_6}{\partial x} - \frac{m\pi}{h} Q_2 - K_2 &= 0 \end{aligned} \quad (12a-e)$$

The result forces are given by:

$$\begin{aligned} \begin{Bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ N_6 \end{Bmatrix} &= \sum_{k=1}^N \int_{z^k}^{z^{k+1}} \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_6 \end{Bmatrix} dz \\ \begin{Bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_6 \end{Bmatrix} &= \sum_{k=1}^N \int_{z^k}^{z^{k+1}} \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_6 \end{Bmatrix} z dz \quad \begin{Bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_6 \end{Bmatrix} = \sum_{k=1}^N \int_{z^k}^{z^{k+1}} \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_6 \end{Bmatrix} f(z) dz \\ \begin{Bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{Bmatrix} &= \sum_{k=1}^n \begin{Bmatrix} \sigma_5 \\ \sigma_4 \end{Bmatrix} \partial z \\ \begin{Bmatrix} k_1 \\ k_2 \end{Bmatrix} &= \sum_{k=1}^n \begin{Bmatrix} \sigma_5 \\ \sigma_4 \end{Bmatrix} f(z) \partial z \end{aligned} \quad (13a-e)$$

The plane stress reduced stiffness Q_{ij} is:

$$\begin{aligned} Q_{11} &= \frac{E_1}{1-\nu_{12}\nu_{21}}, \quad Q_{12} = \frac{\nu_{12}E_2}{1-\nu_{12}\nu_{21}}, \quad Q_{11} = \frac{E_2}{1-\nu_{12}\nu_{21}} \\ Q_{66} &= G_{12}, \quad Q_{44} = G_{23}, \quad Q_{55} = G_{13} \end{aligned} \quad (14)$$

From the constitutive relation of the lamina, the transformed stress-strain relation of an orthotropic lamina in a plane state of stress is:

$$\begin{Bmatrix} \sigma_{xx} \\ \sigma_{yy} \\ \sigma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{11} & Q_{12} & Q_{16} \\ Q_{12} & Q_{22} & Q_{26} \\ Q_{16} & Q_{26} & Q_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \epsilon_{xx} \\ \epsilon_{yy} \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} \sigma_{yz} \\ \sigma_{xz} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} Q_{44} & Q_{45} \\ Q_{45} & Q_{55} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \gamma_{yz} \\ \gamma_{xz} \end{Bmatrix} \quad (15)$$

The force results are related to the strains by the relations:

$$\begin{aligned} \begin{Bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ N_6 \end{Bmatrix} &= \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{16} \\ A_{12} & A_{22} & A_{26} \\ A_{16} & A_{26} & A_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^0 \\ \varepsilon_2^0 \\ \varepsilon_6^0 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{16} \\ B_{12} & B_{22} & B_{26} \\ B_{16} & B_{26} & B_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^1 \\ \varepsilon_2^1 \\ \varepsilon_6^1 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} E_{11} & E_{12} & E_{16} \\ E_{12} & E_{22} & E_{26} \\ E_{16} & E_{26} & E_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^2 \\ \varepsilon_2^2 \\ \varepsilon_6^2 \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} M_1 \\ M_2 \\ M_6 \end{Bmatrix} &= \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{16} \\ B_{12} & B_{22} & B_{26} \\ B_{16} & B_{26} & B_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^0 \\ \varepsilon_2^0 \\ \varepsilon_6^0 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} D_{11} & D_{12} & D_{16} \\ D_{12} & D_{22} & D_{26} \\ D_{16} & D_{26} & D_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^1 \\ \varepsilon_2^1 \\ \varepsilon_6^1 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & F_{16} \\ F_{12} & F_{22} & F_{26} \\ F_{16} & F_{26} & F_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^2 \\ \varepsilon_2^2 \\ \varepsilon_6^2 \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_6 \end{Bmatrix} &= \begin{bmatrix} E_{11} & E_{12} & E_{16} \\ E_{12} & E_{22} & E_{26} \\ E_{16} & E_{26} & E_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^0 \\ \varepsilon_2^0 \\ \varepsilon_6^0 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & F_{16} \\ F_{12} & F_{22} & F_{26} \\ F_{16} & F_{26} & F_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^1 \\ \varepsilon_2^1 \\ \varepsilon_6^1 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{16} \\ H_{12} & H_{22} & H_{26} \\ H_{16} & H_{26} & H_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_1^2 \\ \varepsilon_2^2 \\ \varepsilon_6^2 \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{Bmatrix} &= \begin{bmatrix} A_{44} & A_{45} \\ A_{45} & A_{55} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \gamma_{yz}^0 \\ \gamma_{xz}^0 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} J_{44} & J_{45} \\ J_{45} & J_{55} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \gamma_{yz}^3 \\ \gamma_{xz}^3 \end{Bmatrix} \\ \begin{Bmatrix} k_1 \\ k_2 \end{Bmatrix} &= \begin{bmatrix} J_{44} & J_{45} \\ J_{45} & J_{55} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \gamma_{yz}^0 \\ \gamma_{xz}^0 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} L_{44} & L_{45} \\ L_{45} & L_{55} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \gamma_{yz}^3 \\ \gamma_{xz}^3 \end{Bmatrix} \end{aligned} \quad (16a-e)$$

Where:

$$\begin{aligned} A_{ij} &= \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} Q_{ij} \, dz \quad i = (1,2,4,5,6) \\ (B_{ij}, D_{ij}, E_{ij}, F_{ij}, H_{ij}) &= \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} Q_{ij} \left(z, z^2, \sin\left(\frac{\pi z}{h}\right) e^{\frac{m\pi z}{h}}, \sin\left(\frac{\pi z}{h}\right) e^{\frac{m\pi z}{h}} z, \sin^2\left(\frac{\pi z}{h}\right) e^{\frac{2m\pi z}{h}} \right) dz \quad i = (1,2,6) \\ J_{ij} &= \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} Q_{ij} \frac{\pi}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} \left(m * \sin \frac{\pi z}{h} + \cos \frac{\pi z}{h} \right) dz \\ L_{ij} &= \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} Q_{ij} \left(\frac{\pi}{h} \right)^2 e^{\frac{m\pi z}{h}} \left(m * \sin \frac{\pi z}{h} + \cos \frac{\pi z}{h} \right)^2 dz \quad i = (4,5) \end{aligned} \quad (17a-d)$$

2.4. Navier's Solution

In Navier's method the generalized displacements are expanded in a double trigonometric series in terms of unknown parameters. The choice of the function in the series is restricted to those which satisfy the boundary conditions of the problem as shown in **Fig 3**. Substitution of the displacement expansion into the governing equations should give a set of algebraic equation among the parameter of the expansion.

Simply supported boundary conditions are satisfied by assuming the following form of displacements: **Reddy, 2003**

$$\begin{aligned} u(x, y) &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} U_{mn} \cos(\alpha x) \sin(\beta y) \\ v(x, y) &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} V_{mn} \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \\ w(x, y) &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} W_{mn} \sin(\alpha x) \sin(\beta y) \\ \theta_1(x, y) &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_{1mn} \cos(\alpha x) \sin(\beta y) \\ \theta_2(x, y) &= \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \theta_{2mn} \sin(\alpha x) \cos(\beta y) \end{aligned} \quad (18)$$

Where:

$\alpha = \frac{m\pi}{h}$, $\beta = \frac{n\pi}{h}$, $(U_{mn}, V_{mn}, W_{mn}, \theta_{1mn}, \theta_{2mn})$ are arbitrary constants .

The Navier solution exists if the following stiffnesses are zero, $A_{16} = B_{16} = D_{16} = E_{16} = F_{16} = H_{16} = A_{26} = B_{26} = D_{26} = E_{26} = F_{26} = H_{26} = A_{45} = J_{45} = L_{45} = 0$

The equation of motion in Eq. (12) can be expressed in terms of displacements by substituting the force and moment resultants from Eqs.(16 and 17) and substituting Eq. (18a-e) into Eq. (12a-e), the following equations are obtained:

$$k_{ij}d_{ij} = F_{ij} \quad (i = j = 1 \dots 5) \text{ and } k_{ij} = k_{ji} \quad (19)$$

$$\{d_{ij}\} = \{U_{mn}, V_{mn}, W_{mn}, \theta_{1mn}, \theta_{2mn}\} \quad (20)$$

$$\{F_{ij}\} = \{0, 0, Q_{mn}, 0, 0\} \quad (21)$$

Where Q_{mn} are the coefficients in the double Fourier expansion of the transverse load.

$$q(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} Q_{mn} \sin(\alpha x) \sin(\beta y) \quad (22)$$

Where the stiffness element of k_{ij} are:

$$C_{11} = A_{11}\alpha^2 - A_{66}\beta^2$$

$$C_{12} = A_{12}\alpha\beta - A_{66}\alpha\beta$$

$$C_{13} = B_{11}\alpha^3 + B_{12}\alpha\beta^2 + 2B_{66}\alpha\beta^2$$

$$C_{14} = -B_{11}\frac{m\pi}{h}\alpha^2 - E_{11}\alpha^2 - B_{66}\frac{m\pi}{h}\beta^2 - E_{66}\beta^2$$

$$C_{15} = -B_{12}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta - E_{12}\alpha\beta - B_{66}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta - E_{66}\alpha\beta$$

$$C_{21} = A_{12}\alpha\beta - A_{66}\alpha\beta$$

$$C_{22} = -A_{22}\beta^2 - A_{66}\alpha^2$$

$$C_{23} = B_{12}\alpha^2\beta + B_{22}\beta^3 + 2B_{66}\alpha^2\beta$$

$$C_{24} = -B_{12}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta - E_{12}\alpha\beta - B_{66}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta - E_{66}\alpha\beta$$

$$C_{25} = -E_{22}\beta^2 - B_{66}\frac{m\pi}{h}\alpha^2 - E_{66}\alpha^2 - B_{22}\frac{m\pi}{h}\beta^2$$

$$C_{31} = B_{11}\alpha^3 + B_{12}\alpha\beta^2 + 2B_{66}\alpha\beta^2$$

$$C_{32} = B_{12}\alpha^2\beta + B_{22}\beta^3 + 2B_{66}\alpha^2\beta$$

$$C_{33} = -D_{11}\alpha^4 - 2D_{12}\alpha^2\beta^2 - D_{22}\beta^4 - 4D_{66}\alpha^2\beta^2$$

$$C_{34} = D_{11}\frac{m\pi}{h}\alpha^3 + D_{12}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta^2 + F_{12}\alpha\beta^2 + F_{11}\alpha^3 + 2D_{66}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta^2 + 2F_{66}\alpha\beta^2$$

$$C_{35} = D_{12}\frac{m\pi}{h}\alpha^2\beta + F_{12}\alpha^2\beta + D_{22}\frac{m\pi}{h}\beta^3 + F_{22}\beta^3 + 2D_{66}\frac{m\pi}{h}\alpha^2\beta^2 + F_{66}\alpha^2\beta$$

$$C_{41} = -B_{11}\frac{m\pi}{h}\alpha^2 - E_{11}\alpha^2 - B_{66}\frac{m\pi}{h}\beta^2 - E_{66}\beta^2$$

$$C_{42} = -B_{12}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta - E_{12}\alpha\beta - B_{66}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta - E_{66}\alpha\beta$$

$$C_{43} = D_{11}\frac{m\pi}{h}\alpha^3 + D_{12}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta^2 + F_{12}\alpha\beta^2 + F_{11}\alpha^3 + 2D_{66}\frac{m\pi}{h}\alpha\beta^2 + 2F_{66}\alpha\beta^2$$

$$\begin{aligned}
 C_{44} &= -D_{11} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \alpha^2 - 2F_{11} \frac{m\pi}{h} \alpha^2 - D_{66} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \beta^2 - 2F_{66} \frac{m\pi}{h} \beta^2 - H_{11} \alpha^2 \\
 &\quad - B_{66} \beta^2 - F_{66} \beta^2 - A_{55} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} - 2J_{55} \frac{m\pi}{h} - L_{55} \\
 C_{45} &= -D_{12} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \alpha \beta - 2F_{12} \frac{m\pi}{h} \alpha \beta - D_{66} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \alpha \beta - 2F_{66} \frac{m\pi}{h} \alpha \beta - H_{12} \alpha \beta \\
 &\quad - H_{66} \alpha \beta \\
 C_{51} &= -B_{12} \frac{m\pi}{h} \alpha \beta - E_{12} \alpha \beta - B_{66} \frac{m\pi}{h} \alpha \beta - E_{66} \alpha \beta \\
 C_{52} &= -E_{22} \beta^2 - B_{66} \frac{m\pi}{h} \alpha^2 - E_{66} \alpha^2 - B_{22} \frac{m\pi}{h} \beta^2 \\
 C_{53} &= D_{12} \frac{m\pi}{h} \alpha^2 \beta + F_{12} \alpha^2 \beta + D_{22} \frac{m\pi}{h} \beta^3 + F_{22} \beta^3 + 2D_{66} \frac{m\pi}{h} \alpha^2 \beta^2 + F_{66} \alpha^2 \beta \\
 C_{54} &= -D_{12} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \alpha \beta - 2F_{12} \frac{m\pi}{h} \alpha \beta - D_{66} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \alpha \beta - 2F_{66} \frac{m\pi}{h} \alpha \beta - H_{12} \alpha \beta \\
 &\quad - H_{66} \alpha \beta \\
 C_{55} &= -D_{22} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \beta^2 - 2F_{22} \frac{m\pi}{h} \beta^2 - D_{66} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} \alpha^2 - 2F_{66} \frac{m\pi}{h} \alpha^2 - H_{22} \beta^2 - H_{66} \alpha^2 \\
 &\quad - A_{44} \frac{m^2 \pi^2}{h^2} - J_{44} \frac{m\pi}{h} - J_{44} - L_{44}
 \end{aligned}$$

The main computer program has been built to carry out the analysis required for solving the equations of motion and determine the deflection and stresses of composite laminated simply supported plate using new higher order shear deformation plate theory. A computer code written in (Matlab 13). The flow chart of computer programming shown in **Fig 4**.

3-RESULT AND CONCLUTION

3-1-Result

The stresses and deflection of composite laminated plate under uniform sinusoidal load with different design parameters for simply supported boundary condition, are analyzed and solved using Matlab 13 programming. To examine the validity of the derived equation and performance of computer programming for bending and stress analysis of composite laminated simply supported plate, a comparison [3D elasticity & J.Reddy & J.L.Mantari] for square plate [h=1 and a=b] for two, three and four layers cross ply laminated simply supported on all edge, while the mechanical properties of each layers are ($E_1=175$ Gpa, $E_2=E_3=7$ Gpa, $\nu_{12}=\nu_{13}=0.25$, $\nu_{23}=0$, $G_{12}=G_{13}=3.5$ Gpa, $G_{23}=1.5$ Gpa).

Table 2 shows the non-dimensional maximum deflections and stresses for symmetric and unsymmetric laminated plate in four layers (0/90/90/0) (a=b). The results of the present theory and other theories such as (Reddy and Mantari) are compared with the three dimensional elasticity results (3D) for simply supported symmetric cross ply laminated plate which shows that the present results are in good agreement with 3D elasticity solution in deflection and normal stresses, However

there is a considerable difference with 3D elasticity solution for (γ_{yz}) stress for both thick and thin plate.

To examine the comparison between symmetric and unsymmetric four layer laminated square plate, **Fig 5** shows the non dimensional central deflection versus side-to-thickness (a/h) for (0/90/90/0) and (0/90/0/90) for the same mechanical properties under sinusoidal load.

Table 3 shows the non-dimensional maximum deflections and stresses in three layers (0/90/0) for the same square plate and mechanical properties. The performance of the present theory is evaluated by calculating the error compared 3D exact solution. The results of the present method give better results for shear stresses than in normal stresses for thick plate ($a/h=4$). Additionally, for $a/h \geq 10$, the proposed theory performs best in terms normal and shear stresses and the error decreases with increase of (a/h) ratio.

Table 4 shows the maximum central deflection and stresses in three layers (0/90/0) for the same mechanical properties of rectangular simply supported composite laminated plates ($b=3a$) under sinusoidal load similar conclusion compared with the square plate can be inferred.

Fig 6. Shows the non dimensional deflection versus side-to-thickness ratio (a/h) for cross -ply (0/90) laminated plate compared with **Mantari 2012** and **Reddy 2003**. And **Fig 7** shows the nondimensional deflection versus modules ratio (E_1/E_2) for cross -ply (0/90) compared with, the present work shows closed results with that published with the above theories.

3.2. Conclusions

A new higher order shear deformation theory of simply supported composite laminated plate is developed. The displacement of the middle surface is expanded as combination of exponential and trigonometric functions of the thickness coordinate and the transverse displacement taken to be constant through the thickness, the theory accounts for adequate distribution of the transverse shear strains though the plate thickness and tangential stress-free boundary conditions on the plate boundary surface, therefore a shear correction factor is not required.

The results obtained from present theory give an accurate results for thick, and moderately thick and thin plate when comparing it with that published from other research.

Nomenclature

Symbol	Discretion	Units
A	Plate dimension in x-direction	m
$A_{ij}, B_{ij}, D_{ij}, E_{ij}$ F_{ij}, H_{ij}	Extension, bending extension coupling, bending and additional stiffness	-
B	Plate dimension in y-direction	m
E_1, E_2, E_3	Elastic modulus components	GPa
G_{12}, G_{23}, G_{13}	Shear modulus components	GPa
H	Plate thickness	m



K_1, K_2	Transverse shear force result(HSDT)	N
M_1, M_2, M_6	Moment result per unit length	N.m/m
N_1, N_2, N_6	In-plane force result	N/m
N	Total number of plate layers	-
P_1, P_2, P_6	Result force per unit length	N/m
Q_1, Q_2	Transverse shear force result	N
x,y,z	Cartesian coordinate system	M
z_k, z_{k+1}	Upper and lower lamia surface coordinates along z-direction	M
$\varepsilon_{xx}, \varepsilon_{yy}, \varepsilon_{xy}$	Strain components	m/m
γ_{xz}, γ_{yz}	Transverse shear strain	m/m
ν_{12}	Poisson's ratio components	-
$\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{xy}, \sigma_{yz}, \sigma_{xz}$	Stress components	GPa
θ	Fiber orientation angle	degree
$U_{mn}, V_{mn}, W_{mn}, \phi_{mn}^1, \phi_{mn}^2$	Arbitrary constant	-
u(x,y)	Flexural displacement	-
v(x,y)	Flexural displacement	-
w(x,y)	Flexural displacement	-
A	$\frac{m\pi}{h}$	-
β	$\frac{n\pi}{h}$	-
C_{ij}	Stiffness matrix	-
1,2,3	Principal material coordinate system	-
W	Deflection	M
Z	Distance from neutral axis	M

REFERENCES:

- Ambartsumian, S, A., 1944, *On Theory of Bending of Elastic Plates*, Journal of Mathematical and Physical, Vol40, PP 69–77.
- Fanm Y., Lin F., 1998, *an analytical solution of rectangular laminated plates by higher order theory*, Applied mathematics and mechanics, Vol.19,PP 793-806
- Huu,T, T., Seung, E, K.,2013, *a simple higher-order shear deformation theory for bending and free vibration analysis of functionally graded plates*, Composite Structures, Vol.96,PP165-173.
- Karama ,M., Afaq, K,S., Mistou, S.,2003, *Mechanical behavior of laminated composite beam by the new multilayered laminated composite structures*



- model with transverse shear stress continuity*, International Journal of Solids and Structures, Vol.40, PP.1525-1546.
- Karma, M., Afaq, K, S., 2003, *Mechanical Behavior of Laminated Composite Beam by The New Multilayered Laminated Composite Structures Model With Transverse Shear Stress Continuity*, International Journal of Solids and Structures, Vol.40, PP.1525-1546 .
 - Lan, X, J., Feng, Z. H., 2012, *Analysis of Deflections and Stresses for Laminated Composite Plates Based on a New Higher-Order Deformation Theory*, Applied Mechanics and Materials, Vol. 226-228, PP.1725-1729.
 - Mantari, J.L, 2012, *A new higher order shear deformation theory for sandwich and composite laminated plates*, Composite, Part B, 43, PP.1489-1499.
 - Mantari, J, L., Soares, C, G., 2012, *Bending Analysis of Thick Exponentially Graded Plates Using A New Trigonometric Higher Order Shear Deformation Theory*, Composite Structures, Vol. 94, PP 1991-2000.
 - Mantari, J,L., Bonilla, E,M., Soares ,C, G., 2014, *A New Tangential-Exponential Higher Order Shear Deformation Theory For Advanced Composite Plates*, Composites, Part B, Vol. 60, PP 319-328.
 - Rabia, B., Taher H. D., and Mohamed ,S., M., 2015, *Higher-order shear deformation theory Functionally graded plates Winkler elastic foundation*, Springer Journal, vol. 68, PP 7-16.
 - Reddy, J,N., Liu, C,F., 1985, *A higher-order shear deformation theory of laminated elastic shells*, International Journal Eng Sciences, Vol. 23, PP. 319–330 .
 - Reddy, J. N, 2003, *Mechanics of laminated composite plates and shells*, Second edition.
 - Reissner, E., 1975, *On transverse bending of plates, including the effect of transverse shear deformation*, International Journal Solids Structure, Vol.11, PP 569–573.
 - Taher, H. D., Abdul-Aziz, H., Abdelouahed, T., and Adda, B, E., 2012, *A New Hyperbolic Shear Deformation Theory for Bending Analysis of Functionally Graded Plates*, Hindawi Journal. Vol.2012, pp.1-10.
 - Touratier M., 1991, *an Efficient Standard Plate Theory*, International Journal Engineering Science, Vol. 29, PP 901–916.
 - Panc V., 1975, *Theories of elastic plates*, University of technology in Prague, Academia, PP.1-709.
 - Pervez, T., Al-Zebdeh, K., Farooq, K, S., 2010, *Effects of Boundary Conditions in Laminated Composite Plates Using Higher Order Shear Deformation Theory*, Applied Composite Material, PP.499-514.

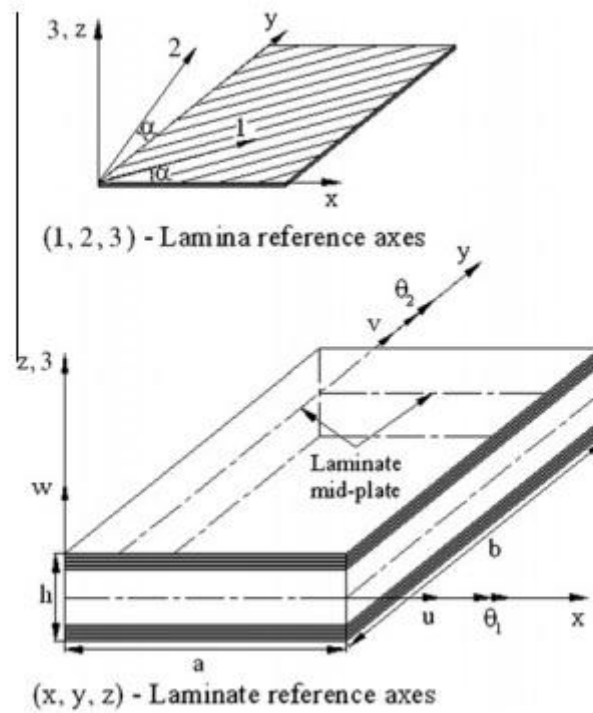


Figure 1. Laminate geometry with positive set of lamina/laminate reference axes, displacement components and fiber orientation.

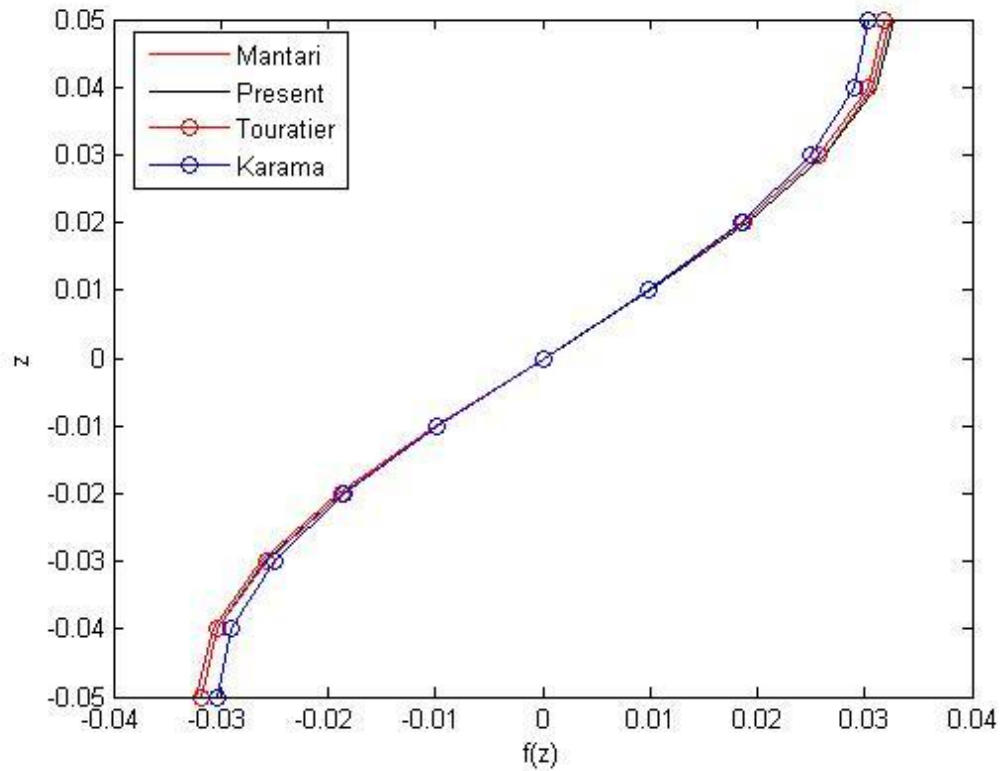


Figure 2. Shape strain functions of different shear deformation theories.

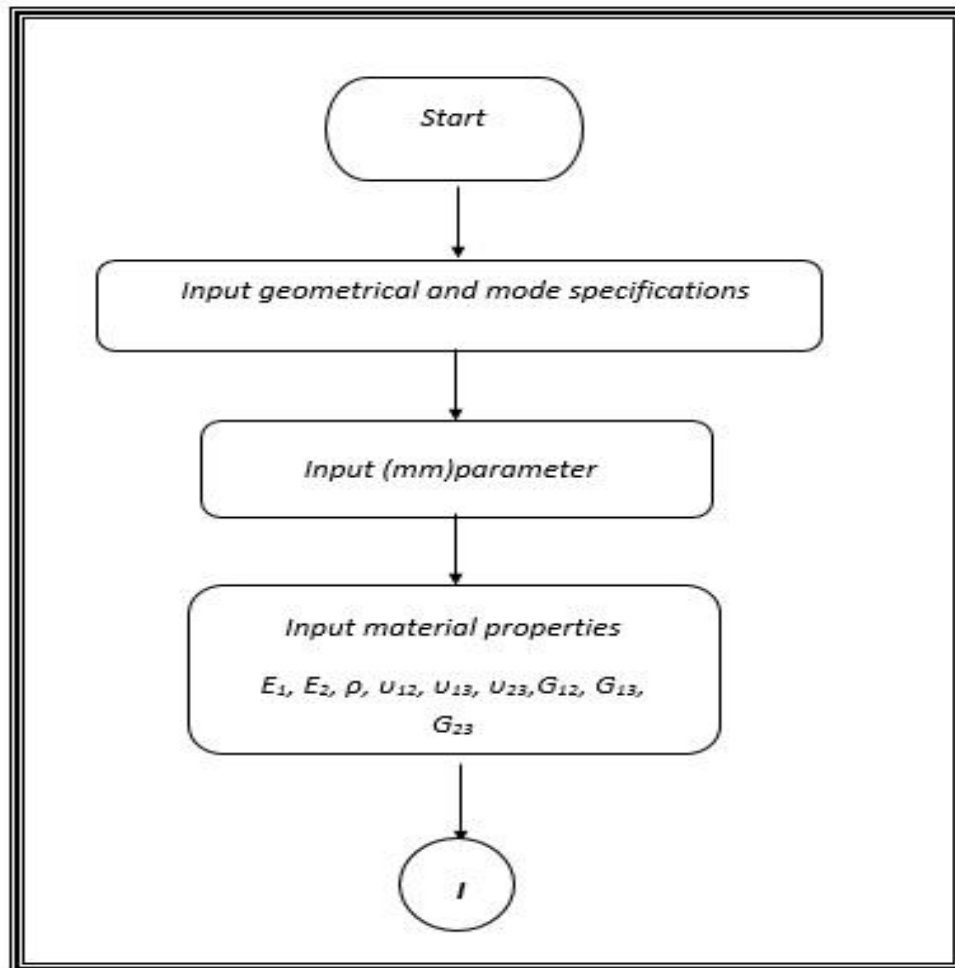
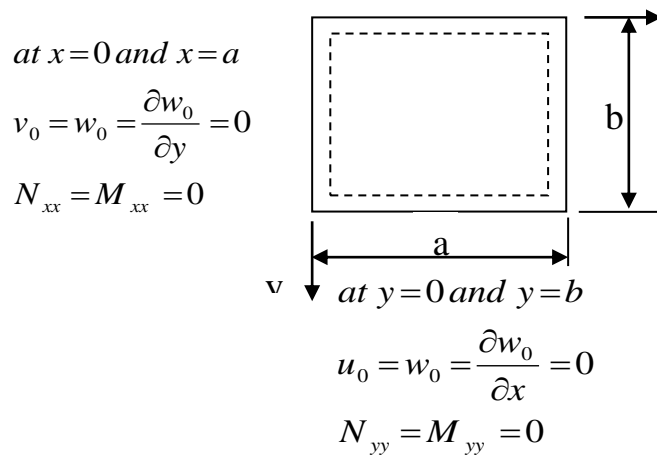


Figure 3. Boundary condition for simply supported plate.

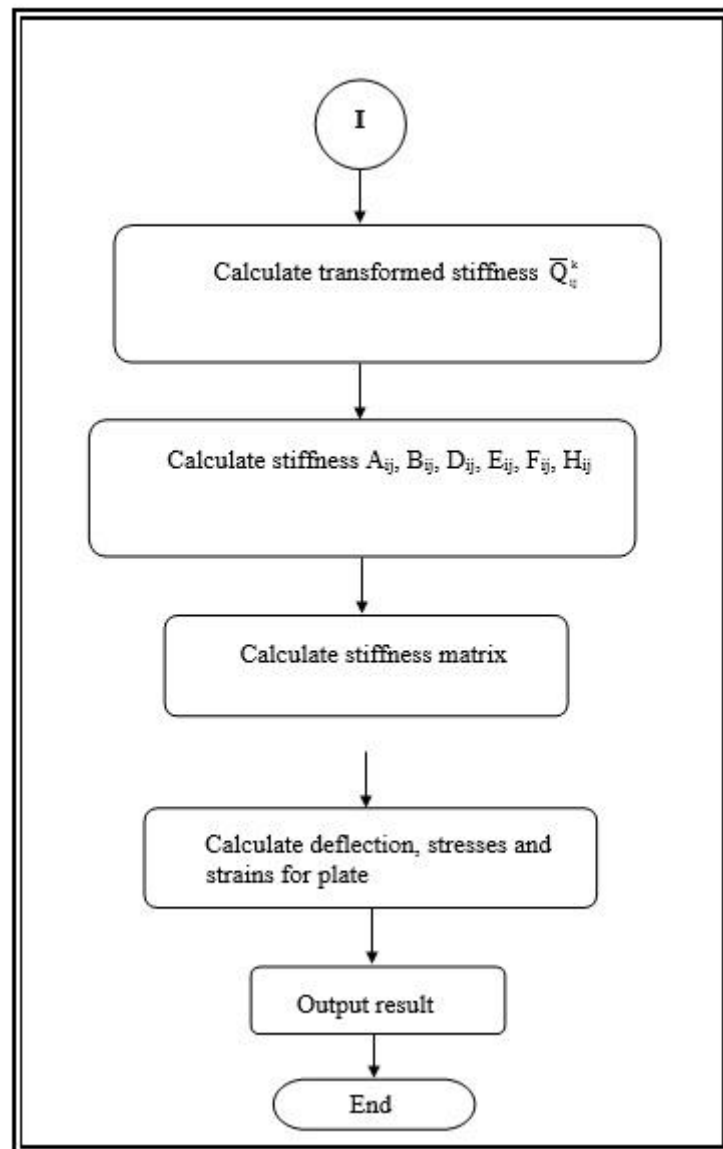


Figure 4. The flow chart of computer programming.

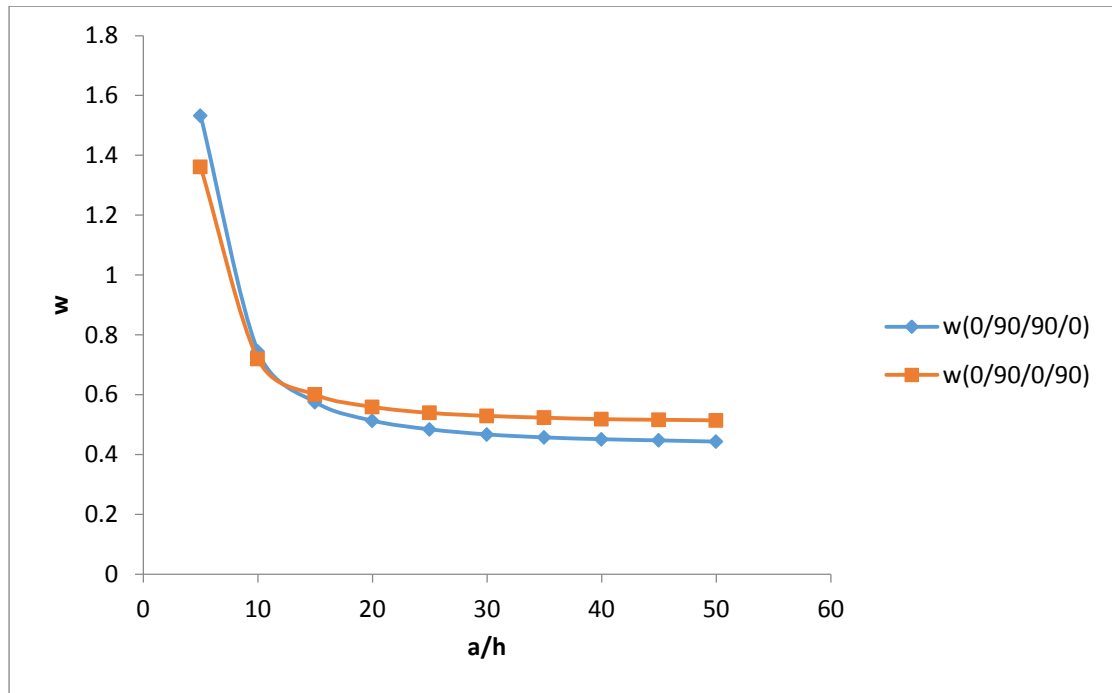


Figure 5. Nondimensionalized deflection versus side-to-thickness ratio (a/h) for symmetrical cross-ply (0/90/90/0) and unsymmetrical cross-ply (0/90/0/90) laminate under sinusoidal load

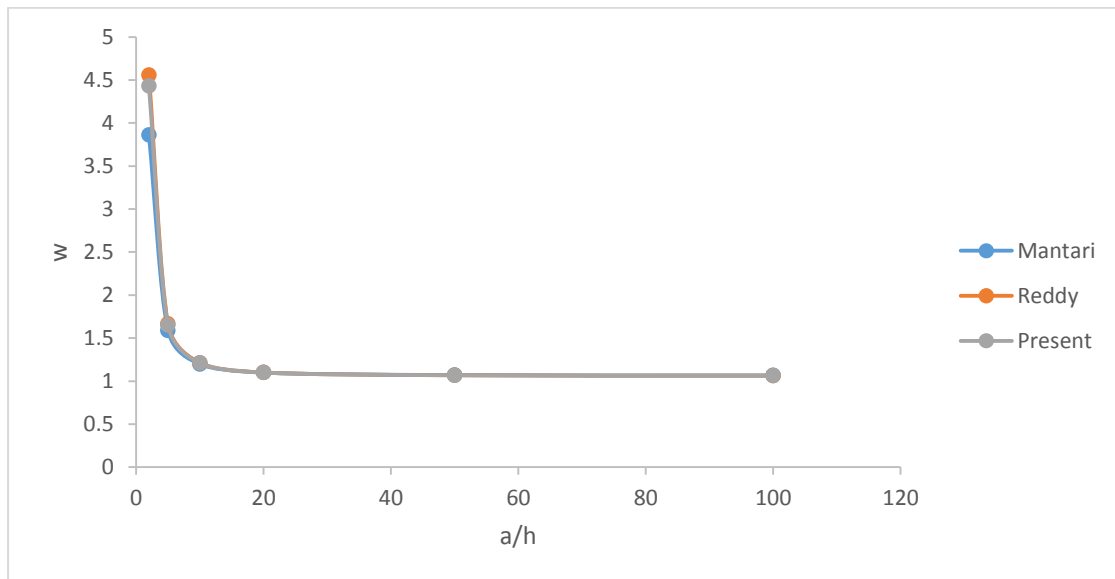


Figure 6. Nondimensionalized deflection versus side-to-thickness ratio (a/h) for cross-ply (0/90) for different modals

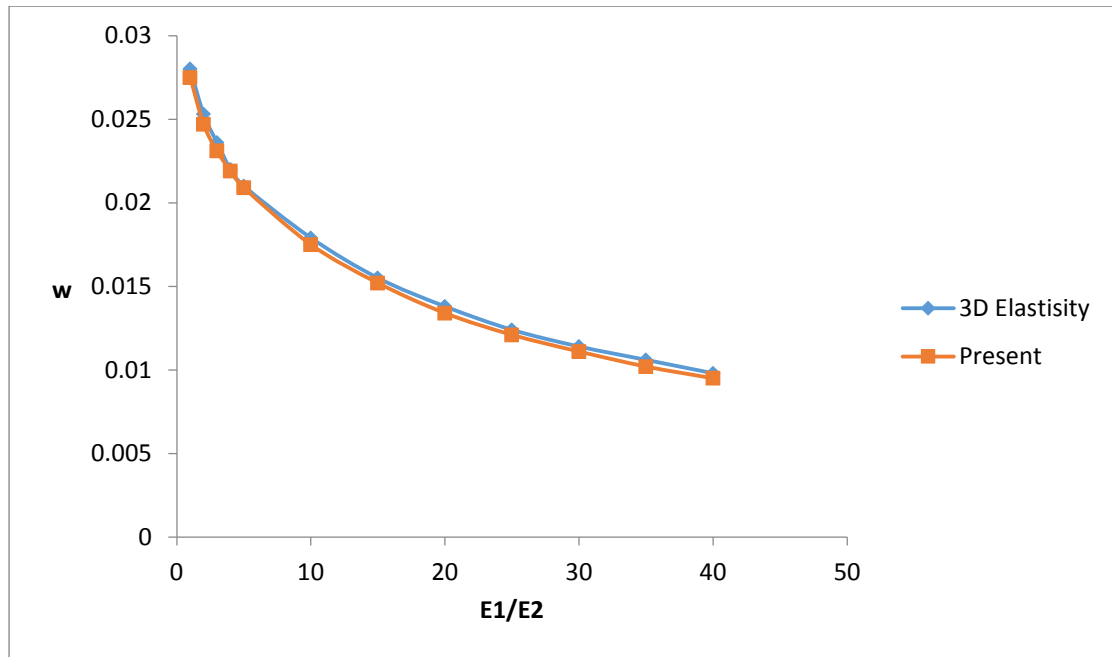


Figure 7. Nondimensionalized deflection versus modules ratio (E_1/E_2) for cross –ply (0/90) for 3Delastisity comparison with present work

Table 1. Different shear shape strain functions.

Modal	f(z)function
Touratier 1991	$f(z) = \frac{h}{\pi} \sin \frac{\pi z}{h}$
Karma 2003	$f(z) = ze^{-2(z/h)^2}$
Mantari 2012	$f(z) = \sin \frac{m\pi z}{h} e^{\cos \frac{m\pi z}{h}} + yz$
Present	$f(z) = \sin \frac{\pi z}{h} e^{\frac{m\pi z}{h}} + yz$



Table 2. Non-dimensional deflections and stresses in four layers (0/90/90/0) square

plate (a=b) under sinusoidal load, $= \frac{10^2 w_0 * (\frac{a}{2}, \frac{b}{2}) * E_2 * h^3}{a^4 * q_0}$, $\sigma_{xx} = \frac{\sigma_{xx} * (\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, -\frac{h}{2}) * h^2}{a^2 * q_0}$, $\sigma_{yy} = \frac{\sigma_{yy} * (\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, -\frac{h}{2}) * h^2}{a^2 * q_0}$, $\sigma_{xy} = \frac{\sigma_{xy} * (\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, -\frac{h}{2}) * h^2}{a^2 * q_0}$, $\sigma_{yz} = \frac{\sigma_{yz} * (\frac{a}{2}, 0, 0) * h}{a * q_0}$, $\sigma_{xz} = \frac{\sigma_{xz} * (0, \frac{b}{2}, 0) * h}{a * q_0}$

Method	a/h	W	Diff %	σ_{xx}	Diff %	σ_{yy}	Diff %	σ_{xy}	Diff %	σ_{xz}	Diff %	σ_{yz}	Diff %
3D elasticity Reddy 2003 Mantari2012 Present	4	1.954 1.893 1.921 1.909	- 3.12 1.68 2.30	0.720 0.665 0.740 0.682	- 7.63 2.77 5.27	0.663 0.632 0.635 0.635	- 4.67 4.22 4.22	0.047 0.044 0.048 0.045	- 6.38 2.12 4.25	0.219 0.206 0.254 0.216	- 5.93 15.9 1.36	0.291 0.239 0.269 0.246	- 17.8 7.56 15.4
3D elasticity Reddy 2003 Mantari2012 Present	10	0.743 0.715 0.730 0.720	- 3.76 1.74 3.09	0.559 0.546 0.561 0.549	- 2.32 0.35 1.78	0.401 0.389 0.395 0.391	- 2.99 1.49 2.49	0.027 0.026 0.028 0.027	- 3.70 3.70 0	0.301 0.264 0.335 0.279	- 12.2 11.2 7.30	0.196 0.153 0.177 0.158	- 21.9 9.69 19.3
3D elasticity Reddy2003 Mantari2012 Present	20	0.517 0.506 0.511 0.507	- 2.12 1.16 1.93	0.543 0.539 0.543 0.540	- 0.73 0 0.55	0.308 0.304 0.306 0.305	- 1.29 0.64 0.97	0.023 0.023 0.023 0.023	- 0 0 0	0.328 0.283 0.362 0.299	- 13.7 10.3 8.84	0.156 0.123 0.142 0.127	- 21.1 8.97 18.5
3D elasticity Reddy2003 Mantari2012 Present	100	0.438 0.434 0.435 0.434	- 0.91 0.68 0.91	0.539 0.539 0.539 0.539	- 0 0 0	0.276 0.273 0.271 0.271	- 0.79 1.81 1.81	0.021 0.021 0.021 0.021	- 0 0 0	0.337 0.290 0.372 0.307	- 13.9 10.3 8.90	0.141 0.112 0.128 0.115	- 20.5 9.21 18.4

**Table 3.** Non-dimensional maximum deflections and stresses in three layers (0/90/0)

square plate (a=b) under sinusoidal load, $\sigma_{yy} = \frac{\sigma_{yy} * \left(\frac{a}{2}, \frac{a}{2}, -\frac{h}{6}\right) * h^2}{a^2 * q_0}$.

Method	a/h	W	σ_{xx}	Diff %	σ_{yy}	Diff %	σ_{xy}	Diff %	σ_{xz}	Diff %	σ_{yz}	Diff %
3D elasticity Mantar2012 Karama2003 Present	4	- 1.943 1.944 1.930	0.755 0.823 0.775 0.754	- 9.00 2.64 0.13	0.556 0.497 0.502 0.503	- 13.8 9.71 9.53	0.0505 0.0536 0.0516 0.0507	- 6.13 2.17 0.39	0.282 0.245 0.220 0.211	- 13.1 21.9 25.1	0.217 0.201 0.191 0.188	- 7.37 11.9 13.3
3D elasticity Mantar2012 Karama2003 Present	10	- 0.734 0.723 0.718	0.590 0.588 0.576 0.572	- 0.33 2.37 3.05	0.288 0.276 0.272 0.271	- 4.16 5.55 5.90	0.028 0.028 0.028 0.028	- 0 0 0	0.357 0.314 0.272 0.258	- 12.0 23.0 27.7	0.123 0.115 0.108 0.106	- 6.50 12.1 13.8
3D elasticity Mantari2012 Karama2003 Present	20	- 0.511 0.508 0.506	0.552 0.551 0.540 0.547	- 0.18 2.17 0.90	0.210 0.206 0.205 0.205	- 1.90 2.38 2.38	0.023 0.023 0.023 0.023	- 0 0 0	0.385 0.331 0.285 0.270	- 14.0 25.9 29.8	0.094 0.090 0.086 0.084	- 4.25 8.51 10.6
3D elasticity Mantari2012 Karama2003 Present	50	- 0.445 0.444 0.443	0.541 0.541 0.540 0.540	- 0 0.18 0.18	0.185 0.184 0.183 0.184	- 0.54 1.08 0.54	0.0216 0.0217 0.0216 0.0216	- 0.46 0 0	0.393 0.336 0.289 0.273	- 14.5 26.4 30.5	0.084 0.082 0.079 0.077	- 2.38 5.95 8.33
3D elasticity Mantari2012 Karama2003 Present	100	- 0.435 0.434 0.434	0.539 0.539 0.538 0.539	- 0 0.27 0	0.181 0.181 0.180 0.181	- 0 0.55 0	0.0213 0.0214 0.0213 0.0213	- 0.46 0 0	0.395 0.337 0.289 0.274	- 14.6 26.8 30.7	0.083 0.081 0.078 0.077	- 2.40 6.02 7.22

**Table 4.** Non-dimensional maximum deflections and stresses in three layers (0/90/0)

square plate ($a=b$) under sinusoidal load ($b=3a$), $w = \frac{10^2 w_0 * (\frac{a}{2}, \frac{b}{2}) * E_2 * h^3}{a^4 * q_0}$, $\sigma_{xx} = \frac{\sigma_{xx} * (\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, \frac{h}{2}) * h^2}{a^2 * q_0}$, $\sigma_{yy} = \frac{\sigma_{yy} * (\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, \frac{h}{4}) * h^2}{a^2 * q_0}$, $\sigma_{xy} = \frac{\sigma_{xy} * (\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, \frac{h}{2}) * h^2}{a^2 * q_0}$, $\sigma_{yz} = \frac{\sigma_{yz} * (\frac{a}{2}, 0, 0) * h}{a * q_0}$, $\sigma_{xz} = \frac{\sigma_{xz} * (0, \frac{b}{2}, 0) * h}{a * q_0}$

Method	a/h	W	Diff %	σ_{xx}	Diff %	σ_{yy}	Diff %	σ_{xy}	Diff %	σ_{xz}	Diff %	σ_{yz}	Diff %
3D elasticity Mantari2012 Karama2003 Present	4	2.820 2.963 2.683 2,664	- 5.07 4.85 5.53	1.100 1.165 1.097 1.070	- 5.9 0.27 2.72	0.119 0.103 0.104 0.104	- 13.4 12.6 12.6	0.028 0.028 0.027 0.027	- 0 3.57 3.57	0.387 0.333 0.298 0.285	- 13.95 22.9 26.35	0.033 0.037 0.036 0.035	- 12..0 6.06
3D elasticity Mantari2012 Karama2003 Present	10	0.919 0.892 0.876 0.868	- 2.93 4.67 5.54	0.725 0.719 0.704 0.699	- 0.82 2.89 3.58	0.044 0.041 0.040 0.040	- 6.81 9.09 9.09	0.012 0.012 0.011 0.012	- 0 8.33 0	0.420 0.369 0.319 0.302	- 12.14 24.04 28	0.015 0.018 0.018 0.017	- 20 20 13.3
3D elasticity Mantari2012 Karama2003 Present	20	0.610 0.603 0.597 0.595	- 1.14 2.13 2.45	0.650 0.648 0.644 0.642	- 0.30 0.92 1.23	0.030 0.029 0.029 0.029	- 3.33 3.33 3.33	0.0093 0.0092 0.0092 0.0091	- 1.07 1.07 2.15	0.434 0.375 0.323 0.304	- 13.59 25.57 29.9	0.012 0.015 0.014 0.014	- 25 16.6 16.6
3D elasticity Mantari2012 Karama2003 Present	50	0.520 0.520 0.519 0.517	- 0 0.19 0.57	0.628 0.627 0.626 0.626	- 0.15 0.31 0.31	0.026 0.030 0.026 0.026	- 15.3 0 0	0.0084 0.0085 0.0084 0.0084	- 1.19 0 0	0.439 0.376 0.323 0.305	- 14.35 26.42 30.52	0.011 0.014 0.013 0.013	- 27.2 18.1 18.1
3D elasticity Mantari2012 Karama2003 Present	100	0.508 0.508 0.508 0.506	- 0 0 0.39	0.624 0.624 0.620 0.624	- 0 0.64 0	0.025 0.025 0.025 0.025	- 0 0 0	0.0083 0.0083 0.0083 0.0083	- 0 0 0	0.439 0.376 0.323 0.306	- 14.35 26.42 30.29	0.011 0.014 0.013 0.013	- 27.2 18.1 18.1

Experimental and Numerical Simulation of an Airlift Pump with Conventional and Modified Air Injection Device

Ali Abdul Mohsin Hasan Alasadi

Assistant Professor

College of Engineering-University of Baghdad

dralicit@yahoo.com

Ahmed Khalid Habeeb

M.Sc.

College of Engineering-University of Baghdad

eng_ahmedkhalid@yahoo.com

ABSTRACT

The effect of air injection device on the performance of airlift pump used for water pumping has been studied numerically and experimentally. An airlift pump of dimensions 42mm diameter and 2200 mm length with conventional and modified air injection device was considered. A modification on conventional injection device (normal air-jacket type) was carried out by changing injection angle from 90° (for conventional) to 22.5° (for modified). Continuity and Navier-Stokes equations in turbulent regime with an appropriate two-phase flow model (VOF) and turbulent model ($k - \epsilon$) in two dimensions axisymmetry flow were formulated and solved by using the known package FLUENT version (14.5). The numerical and experimental investigations were carried out for both conventional and unconventional air-jackets at submergence ratio of 0.75 and air mass flow rate from 0.5, 2, 10, 50 and 85 kg/hr. Comparisons between the numerical and experimental results for both injection devices were made and fair agreements were found and the main results showed that the performance and maximum efficiency of airlift pump is increased for higher mass flow rate of injected air for the tested submergence ratio using unconventional air-jacket performance with average enhancement were 9% and 10% for performance and maximum efficiency respectively.

Key words: airlift pump, air injection angle, submergence ratio, two-phase flow

تمثيل عددي لمضخة رفع هوائية باستخدام جهاز حقن تقليدي وجهاز آخر معدل

احمد خالد حبيب

ماجستير

كلية الهندسة-جامعة بغداد

علي عبد المحسن حسن الاسدي

أستاذ مساعد

كلية الهندسة-جامعة بغداد

الخلاصة

تم إجراء دراسة تحليلية وعملية حول تأثير زاوية حقن الهواء على أداء مضخات الرفع الهوائية التي تستخدم في رفع الماء. تم الأخذ بنظر الاعتبار مضخة رفع هوائية بقطر 42 ملم لأنبوب الرفع وبطول 2200 ملم باستخدام منظومة حقن هواء تقليدية ومنظومة أخرى معدلة. تم تعديل منظومة حقن الهواء التقليدية نوع (Air-Jacket) من خلال تغيير زاوية الحقن من 90° درجة (للمنظومة التقليدية) إلى زاوية 22.5° درجة (للمنظومة المعدلة). اعتمدت الدراسة العددية على قانون حفظ الكتلة وقانون الزخم لنافير ستوك ضمن منطقة الجريان الاضطرابي مع موديل (VOF) الخاص بالجريان ثنائي الأطوار باستخدام موديل ($k - \epsilon$) ثنائي الإبعاد متناظر حول المركز. هذا الموديل تم نمذجته باستخدام برنامج الفلونت إصدار 14.5. وتم إجراء الحل الرياضي والفحص العملي للمضخة مع منظومة حقن تقليدية ومعدلة عند نسبة غمر مقدارها 0.75 مع معدل تدفق كتلة الهواء المحقون من 0.5، 2، 10، 50، 85 كغم/ساعة والتي تغطي كل أنماط الجريان المحتمل حدوثها داخل الأنبوب الصاعد. بينت المقارنة بين النتائج التحليلية والنتائج العملية مقبولة عالية وقد أظهرت النتائج زيادة في أداء وكفاءة المضخة عند معدلات الحقن العالية عند استخدام منظومة الحقن المعدلة لكل ظروف الفحص مع تحسن 9% في الأداء و 10% لأعلى كفاءة.

الكلمات الرئيسية: مضخات الرفع الهوائية، زاوية حقن للهواء، نسبة الغمر، جريان ثنائي الطور



1. INTRODUCTION

The first airlift pump was discovered by the German mining engineer Garl E. Loescher in 1797 and it used for the first time in United States in 1846 in oil field in Pennsylvania. Although, submersible rotodynamic pumps have been used successfully for the first time in 1928 in oil field and become widely used in many other applications, airlift pump are still utilized in several specialized tasks, **Aaron, 2004**. Airlift pump has a number of advantages that promoted to use it, such as: low initial cost, no moving parts when compared with other types, easy installation and small space requirement, simplest design and construction, low cost for maintenance, ability to resist clogging, ease of flow controlling and the ability of handle corrosive, explosive, highly toxic and radioactive fluids. It is classified as deep well pumps and sometimes used for dewatering of mines or pumping mixture of sand and water slurry or other solution. In the last several decades, the development of the digital computer has enabled to make an accurate design of airlift pump by solving more complex methods that include solving the Navier-Stokes equations with governing equation of multi-phase flow at various points in the airlift pump to determine the nature of the flow. The flow solver procedure, frequently mentioned to as Computational Fluid Dynamics (CFD) are less restricting but large computationally intense to solve. **Li et al., 2012**, evaluated the performance of small airlift pump with diameter range of 12-19 mm and length of 0.933 m at various submergence ratios using FLUENT. The domain of the simulation is represented by two dimensional axisymmetry systems, and volume of fluid (VOF) model is used to perform the simulation with a time step of 0.001 s. They predicted that more accurate simulation is associated with submergence ratio under 0.5 when the results are compared with the experimental result available in the literature, as well as more fluctuation and more instability of velocity with the vertical uprising position when higher mass flow rate is introduced to the riser. **Wahba et al., 2014**, investigated a hierarchy of models that is used for obtaining the performance of airlift pumps, from one-dimensional analytical models of, **Stenning and Martin, 1968**, and, **Reinemann et al., 1986**, to large eddy simulation (LES) using the volume of fluid (VOF) method and the results of investigated models are validated with experimental results of, **Kassab et al., 2009**. They reported that LES method gives fairly accurate results for the performance of airlift pump with a good qualitative and quantitative flow patterns when compared with their similar experimental patterns at the same air flow rate, and with flow pattern map proposed by, **Taitel et al., 1980**. Also they reported that the analytical models provide pump performance curve with accuracy comparable to that predicted by LES; but without any knowledge about flow patterns in the riser pipe and the transient nature of the pumping process due to the steady state nature of these models. **Hanafizadeh et al., 2014**, modeled numerically the two phase flow regimes in the riser of airlift pump using two different approach of modeling, namely volume of fluid (VOF) and Eulerian, with standard k- ϵ turbulent model and cylindrical coordinates to represent the geometry. The results are validated with the flow regime map proposed by, **Taitel et al., 1980**, as well as with experimental results. The experimental work is carried out using three different configuration of injector plate. They reported that the VOF model is fit better for modeling of bubbly and slug flows while the Eulerian model is more suitable for only annular flow. **Mahrous, 2014**, studied numerically the effects of multistage air injection on the performance of airlift pump when the compressed air is evenly distributed in a number of injection stages in the riser tube section. He performed the numerical solution by dividing the riser pipe into small division in the flow direction and step-by-step integration method to the momentum balance equation along the riser pipe to obtain the performance. He showed that expanding of bubbly-slug flow regime rang in the riser tube of airlift pump is corresponded to

increasing in number of injection stages which is result widening in operation range of the pump close to the optimum discharge conditions, and at these operation conditions, the stability of airlift pump using multi-stage air injection is increased when compared with single-stage air injection. **Qingsong Zhan et al., 2015**, investigated numerically the effect of the riser pipe diameter and length on the efficiency of airlift pump used in artificial upwelling process for ocean water. Numerically, the CFD model employed finite difference method (FEM) to discretize the flow which is represented in two-dimensional coordinates system, transient solver, VOF model and standard k- ϵ turbulent model to solve the problem. The time interval set to 0.0001 s to increase the convergence of the solution. They indicated that the pipe diameter is more effective than the pipe length, increasing of riser diameter led to increase of lifting efficiency, also, increasing of pipe length causes slightly decreasing in the efficiency because of wall friction increased in stable flow field.

In the present work, the performance of a regular airlift pump with conventional air-jacket and modified air-jacket are investigated numerically and experimentally at fixed submergence ratios and various mass flow rate of injected air.

2. EXPERIMENTAL WORK

The experimental work has been carried out in the fluid mechanics laboratory in the department of mechanical engineering - Collage of engineering/University of Baghdad in order to obtain water discharge rate and analysis the structure of flow filed within riser pipe. The experimental setup is shown in **Fig.1** and **Fig.2**.

2.1 Test Rig

The test rig consists of the riser pipe which is a transparence smooth pipe made of acrylic resin with 2000 mm length and 42mm inner diameter. The discharge side (upper end) of the riser pipe is connected to a collecting header of 4" diameter made of PVC. The highest point of the header is opened to ambient which allows air to escape from the pumped mixture. The lower end of the collecting header is divided in to two branches with 2" PVC quick closing ball valve at its end to direct water from riser either, to intermediate tank or to metering tank. A 0.5 hp electric centrifugal water pump has maximum head of 35 m and maximum discharge of 36 liters/minute, is used to pump water from the intermediate tank to the movable tank. The movable tank is a cylindrical tank hold by steel cable connected to a manual hoist and can be moved upward and downward in order to change the submergence ratio and feed the riser pipe with water at constant head through the transient tank. A 1" ball valve is fitted at the bottom side of the transient tank as inlet to the tank. The riser pipe is fitted to the transient tank through the injection device, in which the compressed air is distributed uniformly and injected into the riser pipe to perform the pumping action. The injection device is designed as two independent injection stages. Each stage delivered air through two ports and have 52 holes per stage drilled of diameter 3mm distributed in two rows and holes center line are inclined from injector wall by 90° and 22.5° for the first and second stages respectively. Injection device with holes center line vertical to the injector wall (90°) is considered as normal or standard air jacket. **Fig.3** shows the cross section of injection device. All the elements above of the test rig are assembled to gather in a main steel frame. The experimental work is performed using a high pressure air compressor which delivered $1.05 \text{ m}^3/\text{min}$ with a storage vessel of 1200 lit capacity and cutoff pressure sited to 14 bar, this compressor supply compressed air to a pressure reducing valve (0.5 – 5) bar to ensure a constant air pressure supply from the compressor. A constant area air flow meter of range (2 – 27) m^3/hr is used to measure the volume flow rate of injected air and the

temperature of supplied air was measured by a calibrated thermocouple. A needle valve 3/4" is used to control the volume flow rate of injected air to the rig, as well as a 3/4" ball valve made is used to simultaneously cutoff air supplying to the rig.

2.2 Experimental Procedure

The main part of the experiment was the measuring of the water discharged from the airlift pump for different angles of injection. The experimental procedures are as follows:

1. The air compressor is started; the pressure reducing valve is adjusted to the desired pressure.
2. The connection hose of the air system is linked to the desired stage of injection.
3. The centrifugal pump is started.
4. The level of movable tank is adjusted to the desired submergence ratio.
5. Injection of compressed air into the pipe is started, the needle valve is adjusted to desired volume flow rate(Q_{air}), and then the pressures(P_{air}) and temperature(T_{air}) are recorded.
6. The air mass flow rate is computed from the following equation:

$$\dot{m}_{air} = \rho_{air} \times Q_{air} \quad (1)$$

Where the density of air is calculated using ideal gas equation:

$$\rho_{air} = \frac{P_{air}}{R \times T_{air}} \quad (2)$$

7. Waiting until the system reach quasi- steady state.
8. The discharged water from intermediate tank is directed to the metering tank for a certain time (usually is taken 20 s) by closing the valve at the end of the collecting header which is routed the water to the intermediate tank and open the other to the metering tank:
9. The volume of water accumulated in the metering tank ($V_{accumulate}$) is recorded.
10. The water mass flow rate is computed from the following equation

$$\dot{m}_{water} = \rho_{water} \times \frac{V_{accumulate}}{t} \quad (3)$$

11. An estimation of flow regime type is reported.
12. Simultaneously closing the ball valves 14 and 15, **Hamid et al., 2013**:
13. The retained volume of the riser (V_L) is recorded and the volumetric void fraction is computed from the equation:

$$\alpha = 1 - \frac{V_L}{total\ volume\ of\ riser} \quad (4)$$

(7) and (8) are repeated three times for each mass flow rate of air and the average results are taken.

The procedure above is repeated for different submergence ratio and injection angle for the same range of air mass flow rate.

A high speed camera made by SAMSUNG (model WB2000, 10 megapixels and 1000 f/s) is used to capture photos of flow regime detected in the riser tube, and water is colored by adding a light color in order to make the reorganization of flow pattern easier.

2.3 Error Analysis

Deviation was calculated for the experimental data using the formula for calculating percentage error as:

$$Percentage\ error = \left(\frac{measured\ value - estimated\ value}{measured\ value} \right) * 100 \quad (5)$$

Where measured values are resulted from the experimental work and the estimated value from the theoretical.

3. MATHEMATICAL FORMULATION

In computational fluid dynamics, the volume of fluid model is one of Euler – Euler method which is used in numerical modeling of multiphase flow and it is considered the model that enables clear description of fluids interface by tracking and locating the fluids interface, **Hirt and Nichols, 1982**, and, **Li et al., 2012**. The concept of the model is based on treating the different phases of fluids as interpenetrated continua and volume of a phase cannot occupy by other phases. In talking on multiphase flow and specifically two-phases flow of water and air in airlift pump, water is considered the primary or continues phase that is enveloping the secondary phase (air) which is distributed in the primary phase in flow field therefore, a place in flow field may be filled by only water or only air or both water-air in interfaces, and the flow of water-air interface is tracked depending on the distribution of the volume fraction of air in flow field. Numerical techniques have to be employed to solve Navier-Stokes, continuity and volume fraction equations by using the Finite Volume Method.

3.1 Governing Partial Differential Equations

In the present work, the working fluids are water and air and the following assumptions are made:

- 1- Axisymmetric flow.
- 2- Fully turbulent flow.
- 3- Newtonian fluid.
- 4- No exchange of mass between phases.
- 5- No heat transfer and heat generation.
- 6- Isothermal flow for all phases.
- 7- Incompressible for the air phase.

In order to analyze the flow field and the performance in the airlift pump with variable geometrical and operation parameters, VOF model solves one set of momentum equations for the whole flow and tracking the volume fraction of each phase of the mixture through the flow field. The governing equations for the mean velocity and pressure are the mass and momentum equations, these are respectively, **Fluent, 2012**, and, **Li et al., 2012**:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \vec{u}) + \nabla \cdot (\rho \vec{u}) = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \vec{u}) + \nabla \cdot (\rho \vec{u} \vec{u}) = \rho \vec{g} - \nabla P + \nabla \cdot [\mu(\nabla \vec{u} + \nabla \vec{u}^T)] + \vec{T} \quad (7)$$

The tracking of volume fraction of gas phase for air and water flow neglecting the mass transfer between phases is performed by solving the convection equation for volume fraction as following, **Fluent, 2012**, and, **Li et al., 2012**:

$$\frac{1}{\rho_g} \left[\frac{\partial}{\partial t}(\alpha_g \rho_g) + \nabla \cdot (\alpha_g \rho_g \vec{u}_g) \right] = 0 \quad (7)$$

$$\sum_{q=1}^n \alpha_q = 1 \quad (8)$$

Since the flow of air-water interfaces is tracked based on the distribution of the secondary phase (air) volume in a specified space and is considered the volume fraction of air α_g , which is

value varies from 0 for liquid phase (water) and 1 for gas phase (air), therefore the Eqs. (8) is reduced to:

$$\alpha_g + \alpha_L = 1 \quad (9)$$

and the bulk properties for the mixture depended on the volume fraction weighting and properties of each phase and found as:

$$\rho = \rho_L \alpha_L + \rho_g \alpha_g \quad (10)$$

$$\mu = \mu_L \alpha_L + \mu_g \alpha_g \quad (11)$$

The source term T_i is referred to the surface tension effect which is modeled using the continuum surface force (CSF) approach proposed by, **Brackbill et al., 1992**, as follows, **Fluent, 2012**, and, **Li et al., 2012**:

$$\vec{T} = \sigma \frac{2 \rho k \nabla \alpha_g}{(\rho_L + \rho_g)} \quad (12)$$

Where σ is surface tension coefficient, k is the local surface curvature and equals to:

$$k = \frac{\partial \hat{n}_i}{\partial x_i} \quad (13)$$

Where \hat{n} is the unit normal.

3.2 Turbulence Model

In present study, a standard turbulence model (k- ϵ) is used for the system of the momentum equations, **Hanafizadeh et al., 2014**.

3.3 Geometry and coordinate systems

The proposed airlift pump is considered an external loop based on U- tube principle which is fed from reservoir with a constant head level of free surface and exposed to ambient pressure as shown in **Fig.4**. Because of the most major hydrodynamic changes happen when phases interface, therefore, the riser pipe is considered the main important part of the system to be under attention in mathematical modeling and is modeled as axisymmetric two- dimensional flow in cylindrical polar coordinates system, **Patankar, 1980**.

3.4 Boundary Conditions

1. Mass-Flow Inlet Boundary Condition

The inlet mass flow rate of injected air and turbulence conditions used in the present work are as follows:

Inlet mass flow rate is defined in vector terms as:

$$\vec{m} = \dot{m} \cos \theta \ i + \dot{m} \sin \theta \ j \quad (14)$$

Where: $\dot{m} = 0.5, 2, 10, 50$ and 85 kg/hr

$\theta = 22.5$ and 90 degree

Turbulence kinetic energy and dissipation rate are calculated as follow, **Versteeg and Malalasekera, 2007**:

$$k_{in} = \frac{3}{2} (u I)^2 \quad (15)$$

$$\epsilon_{in} = C_\mu^{3/4} \frac{k^{3/2}}{l} \quad (16)$$

and

$$I = 0.16 (Re)^{-1/8} \quad (17)$$

$$l = 0.07 D_h \quad (18)$$

Where: u = Inlet velocity.

I = Turbulence intensity.

C_μ = Universal constant, 0.09

l = Length scale of turbulence.

D_h = hydraulic diameter (pipe diameter).

2. Pressure Inlet Boundary Condition

A pressure inlet is specified for the free surface of water at the domain inlet where the pressure is atmospheric. An initial guess of turbulence kinetic energy and dissipation rate are calculated using Eqs. (15) and (16) and assuming turbulent intensity I is 0.05.

3. Pressure Outlet Boundary Condition

A pressure outlet boundary condition is assigned to the outlet of the domain where the pressure is atmospheric and no water back to the domain at the outlet (back flow volume fraction $\alpha = 1$). An initial guess of turbulence kinetic energy and dissipation rate are calculated using Eqs. (15) and (16) and assuming turbulent intensity I is 0.05.

4. Axisymmetry Boundary Condition

The axis symmetry of the domain is assigned to the center line of the riser pipe.

5. Wall Boundary Condition

No slip boundary condition is assigned for the internal wall of riser pipe. This condition is used to bound fluid and solid regions, **Jonas Bredberg, 2000**.

6. Interior Boundary Condition

The interior boundary conditions are appointed to the domain which is bounded by the solid wall of the riser pipe.

4. NUMERICAL SOLUTION

A control-volume technique is used for the solution, **Versteeg and Malalasekera, 2007**, and these methods are composed of the following stages:

- Generation of grid in the domain.
- Construction sets of algebraic of equations by integration of the governing equations on every control volume for the fields of velocity, pressure, void fraction and conserved scalars.
- Linearization and solving the discretized equations iteratively.

In the present work, the two phase flow is simulated as two-dimensional axisymmetry, unsteady, viscous and incompressible flow for both phases in an isolated airlift pump. Using GAMBIT 2.4.6, a two-dimensional uniform grid is generated for this purpose and contains non-overlapping rectangular element and an extra refinement is made at the air-water interface due to large variation in velocities and turbulence, as well as, near the solid wall, **Hitoshi et al., 2010**. A refined boundary layer mesh is created near the airlift pump wall to be able to resolve the velocity gradients better as shown in **Fig.5**. The spatial discretized is executed on a standard collocated grid applying finite volume method. The unsteady two-phase flow is modeled using VOF method and explicit scheme.

PISO algorithm of FLUENT 14.5 is used for the simulations. QUICK scheme for convective operator and a second order central difference scheme are used for the pressure term PRESTO scheme for pressure term and a second order. Upwind scheme is used for the momentum. Geo-Reconstruct scheme is used to represent the phases interface and predict the void fraction. The turbulent is modeled using $k - \varepsilon$ model. The inlet boundary conditions were the constant air mass flow rate, angle of injection, and constant pressure at the free surface. The outlet results of the program were the mixture mass flow rate and void fraction of each phase with distribution contours.

5. METHOD OF SOLUTION

The method of analysis includes the numerical solution of flow field equations:

1. Void fraction equation.
2. Continuity equation.
3. Momentum equation.
4. Transport equation of turbulence.

The solution algorithm implies modified version of PISO method of, **Issa, 1986**, which is considered an extension of SIMPLE method developed by, **Patanakar, 1980**. It is an iterative sequence consisting of two major parts: the PISO procedure, and the solution of transport equation. The PISO algorithm differs from SIMPLE algorithm by performing an extra correction step to the pressure and corresponding velocity field which are yielded from solving momentum equation using the correct pressure field or values predicted from the first correction step, after that the transport equations for turbulent and void fraction are solved using the new correct velocity field. The advantage for using PISO method in transient problem, that the accuracy reached by correction process (at each time step) for pressure is third order (Δt^3) and fourth order (Δt^4) for momentum. This yields an accuracy for the values of pressure and velocity filed (for a small time step) which is enough to travel to the next time step instantaneously without an extra iteration regarding the time as in SIMPLE method, therefore, PISO algorithm is considered as non-iterative method, **Versteeg and Malalasekera, 2007**. Changing the angles of air injection and mass rates of injected air, and the rate of pumped water is found in order to figure out the enhancement of the performance and efficiency of airlift pump.

6. AIRLIFT PUMP CHARACTERISTICS

The most important airlift pump characteristics in this work are the water pumping rate, and efficiency coefficients. Application of continuity and momentum conservation laws give amount of pumped water for specified operational and geometrical parameters. Once water flow rate is predicted, other pump characteristics can be found directly. Efficiency (η) of airlift pump is defined by, **Nicklin, 1963**, as a ratio of beneficial work done in water to the energy released from the isothermal expansion of injected air from injection pressure to the ambient pressure as following:

$$\eta = \frac{g\rho_L Q_L (L - H_s)}{P_a Q_g \ln(P_{in}/P_a)} \quad (35)$$

7. RESULTS

The mass flow rates of water that results from numerical simulation and experimental investigation of the tested airlift pump with injection angle (90° and 22.5°) at submergence ratio 0.75, are represented in **Fig.6**. It's clear from the figure that predicted mass flow rates for injection angle (22.5°) are higher than that the predicted for injection angle (90°) for the higher mass flow

rate of injected air with similar trend for both curves. This increase is related to the initial momentum of the injected air; in addition, the comparison between numerical results for water output from the pump and that predicted from the experimental work shows good agreement with average deviation about 11% and 9% for injection angle 90° and 22.5° respectively. The time history of water mass flow rate at the discharge side (exit) of the airlift pump which results from numerical solution are shown in **Figs.7, 8, 9, 10** and **11**. The average mass flow rate of discharged water for each mass flow rate of injected air is accounted after the system reach quasi-steady state and then taking the average value of water mass flow rate variation over the remained part of simulation time. In general, each one of these figures has unique behavior which is corresponding to a specific flow pattern, and this behavior can give a sense about the kind of flow pattern that occurs. **Fig.7** shows that there is no water that can be pumped for 0.5 kg/hr of injected air and this agrees with the experimental results because the mass flow rate of injected air is smaller than the minimum value of air mass flow rate required to initiate water discharge from the pump, which is about 1.8 kg/hr for both injection angle at the same submergence ratio 0.75. As the rate of air injection increased up to 2 kg/hr, water starts to flow out from the pump and **Fig.8** shows the time history of water output at the exit of the pump. On inspection the figures it is noticed that the water induced to flow out from the pump after 3.75s (for angle 90°) and 3.5s (for angle 22.5°) then a slug of water arrives at the exit of the pump. After 3s approximately, the water slug is discharged and no flow region is dominated until the second slug of water arrives the exit approximately at time = 8s, and the sequence is repeated. It is clear that this sequence is corresponding to a specific flow pattern which is called slug flow. In the same manner, inspection of **Fig.9**, for air injection mass flow rate of 10kg/hr, shows similarity of behavior for both figures and the increasing of air injection mass flow rate cause increasing the unsteadiness of water flow at the pump exit, as well as, faster initiation of water discharge. Around time = 1.8s, a large slug of water reaches at the exit of the pump and the second big slug reaches the exit at time = 7.7s, the flow between the two big slugs is decreasing then increasing and characterized with very unsteadiness flow, this description reveals to slug-churn flow. Further increasing of mass flow rate of injected air up to 50kg/hr, the behavior of water flow rate with time loss its fashion and become more unsteady and chaotic as shown in **Fig.10**. More careful inspection of the behavior shows after water slug discharged at the exit of the pump, sharp decreasing followed by rapid gradual increasing of water mass flow rate until the next water slug arrives to the exit, this behavior is continuously repeated and this described the oscillatory motion of water slug which is revealed to churn flow. **Fig.11** shows the annular flow pattern that occurs with air mass flow rate of 85kg/hr, it is noticed that the local spikes are disappeared. This means there is no more slug of water and the flow at the exit is highly unsteady. The average water mass flow rate for each one of the theoretical **Figs.7, 8, 9, 10** and **11** are compared with flow map of, **Tailet et al., 1980**, as shown in **Fig.12**, and the distribution of the results on the map agrees fairly to that discussed above. Contours of air void fraction that results from the simulation of airlift pump are shown in **Fig.13** which is corresponding to bubble, slug, churn and annular flow. **Figs.14, 15** and **16** show the flow development with time in the riser pipe started from time = 0 second for mass flow rate of injected air (0.5, 2, and 50 kg/hr) respectively. It is observed, that there is no significant difference can be noticed in flow structure when the injection angle is changed from 90° to 22.5° for the same mass flow rate of injected air at same submergence ratio. Variation of the efficiency that is predicted numerically and experimentally with mass flow rate of injected air is present in **Fig.17**, which show agreement with average deviation about 6% and 5% for injection angle 90° and 22.5° respectively. The behavior of predicted numerical results for



efficiency and performance curve is compared to gather as shown in **Fig.18**. It is clear from the comparison that the maximum efficiency point does not occur with the maximum mass flow rate of water due to the transition of flow pattern from stable slug flow to churn flow which is characterized as chaotic and unstable add to that, the best efficiency points achieved when the flow is slug and slug-churn flow.

8. CONCLUSIONS

- The optimum angle of air injection was found to be at 22.5° for the selected operational and geometrical parameters.
- Average enhancement of airlift pump performance is about 11% for air injection angle 22.5° .
- There is no significant variation in flow structure when the air injection angle was changed from 90° to 22.5° .
- Water starts to flow out from the airlift pump when slug flow occurs, when the mass flow rate of injected air is 1.8 kg/hr.
- Maximum efficiency achieved is increased about 11% for air injection angle 22.5° .
- Maximum efficiency of airlift pump does not occur with the maximum mass flow rate of water.
- Best efficiency points corresponds to the slug and slug-churn flow pattern, therefore, it's recommended to operate any airlift pump with these patterns of flow.
- Numerical simulation using VOF model gave a fairly accurate result when compared with experimental.
- Numerical simulation using VOF model is capable to providing information about the flow patterns and transient nature of the flow.

NOMENCLATURE

A =cross section area of the riser pipe, m^2
 c =color function
 D_h =hydraulic diameter, m
 g =gravity acceleration, m/s^2
 H_s =static head or submerged length, m
 I =turbulence intensity
 k =turbulent kinetic energy, m^2/s^2
 l =length scale of turbulence, m
 L =length of riser pipe, m
 \dot{m} =mass flow rate, kg/s
 N =displacement in the wall normal direction or outward face area vector unit
 \hat{n} =normal unit vector
 P =pressure, N/m^2
 Q =volume flow rate, m^3/s
 Re =Reynolds number
 T =surface tension, N
 t =time, s
 u =velocity, m/s
 \vec{u} =velocity vector, m/s
 u_j =velocity in tensor notation, m/s
 V =volume, m^3
 x_i =position vector in tensor notation, m



α =volume fraction

δ_{ij} =kronecker symbol

θ =angle of air injection, degree

κ =Von Karman's constant in the velocity log-law

ε =dissipation of turbulent kinetic energy, m^2/s^3

μ =molecular or dynamic viscosity, $\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$

μ_t =turbulent eddy viscosity, $\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$

ρ =density, kg/m^3

σ =surface tension coefficient, N/m

τ =shear stress, N/m^2

τ_{ij} =viscous stress tensor, N/m^2

η =efficiency

REFERENCES

- Aaron Bohnen D., 2004, *Air-actuated technology in urban drainage*, M.Sc. thesis, Civil Eng. Dep., The University of British Columbia.
- Brackbill J. U., D. B. Kothe, C. Zemach, 1992, *A Continuum method for modeling surface tension*, Journals of computational physics, Vol. 100, pp. 335-354.
- Ferziger, J.H., Peric, M., 2002, *Computational Methods for Fluid Dynamics*, 3rd rev. Edition Springer, Berlin.
- Fluent Program, 2012, *Fluent 14.5 User's Guide, programming and Tutorial Guide* Fluent, Version 14.5, Ansys Inc.
- Hanafizadeh Pedram, Mahsa Moezzi, Mohammad Hassan Saidi, 2014, *Simulation of gas-liquid two phase flow in upriser pipe of gas-lift systems*, Energy Equipment and Systems, Vol 2, pp. 25-41.
- Hirt C. W., B. D. Nichols, 1981, *Volume of fluid (VOF) Method for the dynamics of free boundaries*, Journals of computational physics, Vol.39, pp. 201-225.
- Hitoshi F., M. Kubo, T. Hama, H. Takuda, 2010, *Transport phenomena of solid particles in pulsatile flow*, Kyoto University, Advance in Mechanical engineering, Vol. 2010, pp. 1-15.
- Issa Raad I., 1986, *Solution of the implicitly discretized fluid flow equations by operator splitting*, Journals of Computational Physics, Vol. 62, pp. 40-65.
- Jonas Bredberg, 2000, *On the wall boundary condition for turbulence models*, Department of thermo and fluid dynamics, Chalmers university of technology, Sweden. Internal report, 00/4.
- Kassab Sadek Z., Hamdy A. Kandil, Hassan A. Warda, Wael H. Ahmed, 2009, *Air-lift pumps characteristics under two-phase flow conditions*, International Journal of Heat and Fluid Flow, Vol.30, pp. 88–98.
- Li X. S., H. M. Jeong and H. S. Chung, 2012, *CFD Modeling of Unsteady Gas-Liquid Flow in a Small Scale Air-Lift Pump*, Korean power system engineering, pp.30-37.
- Mahrous, 2014, *Performance of Airlift Pumps: Single-Stage vs. Multistage Air Injection*, American Journal of Mechanical Engineering, Vol. 2, pp. 28-33.
- Nicklin D. J., 1963, *The airlift pump theory and optimization*, International chemical Eng., Vol. 41, pp. 29-39.
- Patankar V. Suhas, 1980, *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*, Series in Computational Methods in Mechanics and Thermal Sciences. Hemisphere Publ. Corp., McGraw-Hill.



- Qingsong Zhang, Li Xu , 2015, *A simulation of air-lift artificial upwelling in vertical pipe*, International Conference on Intelligent Systems Research and Mechatronics Engineering.
- Reinemann D. J., J. Y. Parlange, M. B. Timmons, 1990, *Theory of Small-Diameter Airlift Pump*, I. J. Multiphase flow, Vol. 16, pp. 113-122.
- Sakr I. M., W. A. El-Askary, A. Balabel, K. Ibrahim, 2012, *Computational of Upward Water/Air Fluid Flow in Vertical Pipe*, CFD Letters, Vol.4, pp.193-213.
- Stenning, A.H., Martin, C.B., 1968, *An analytical and experimental study of air lift pump performance*, J. Eng. Power, Trans. ASME' Vol. 90, pp.106–110.
- Taitel Yehuda, Dvora Bornea, A. E. Dukler, 1980, *Modeling Flow Pattern Transitions for Steady Upward Gas-Liquid Flow in Vertical tubes*, AICh journal, Vol. 26, No. 3, pp. 345-354.
- Versteeg, H. K., Malalasekera W., 2007, *An introduction to computational fluid dynamics-The finite volume method*, Longman group Ltd. 2nd edition.
- Wahba E. M., M. A. Gadalla, D. Abueidda, A. Dalaq, H. Hafiz, K. Elawadi and R. Issa, 2014, *On the Performance of Air-Lift Pumps: From Analytical Models to Large Eddy Simulation*, Journal of FluidsEngineering, Vol. 136, pp.1-7.
- White F. W., 1991, *Viscous Fluid Flow*, 2nd Edition, University of Rhode Island, McGraw-Hill, Inc. New York.

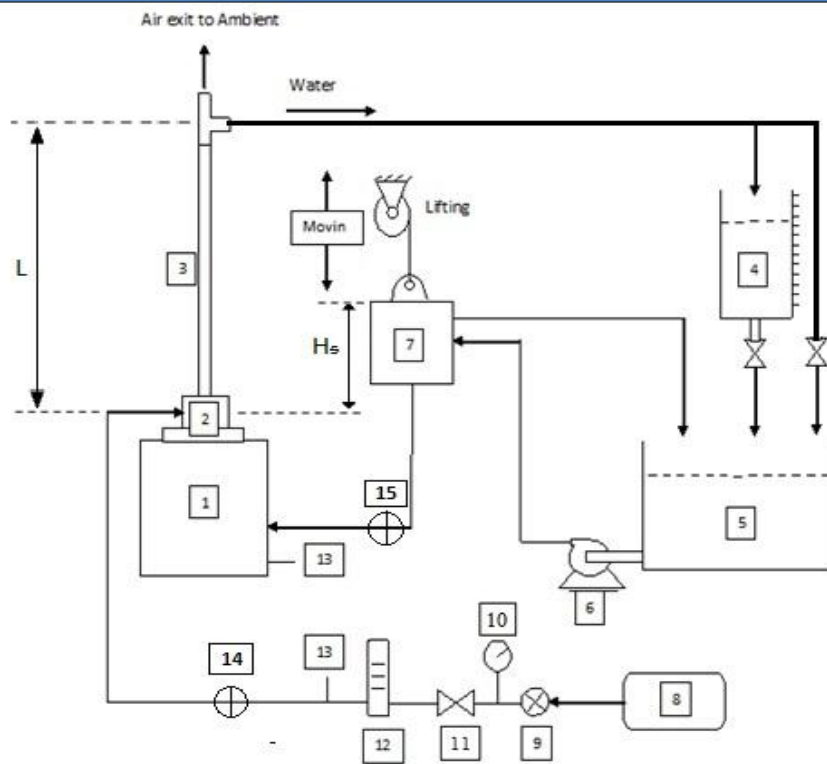


Figure Experimental Set up

1. Transient tank	6. Water pump	11. Flow control valve
2. Injection device	7. Movable tank	12. Flow meter
3. Riser pipe	8. Air compressor	13. Temperature probe
4. Metering tank	9. Pressure regulator valve	14. Quick closing valve
5. Intermediate tank	10. Pressure gage	15. Quick closing valve

Figure 1. Testing schematics.

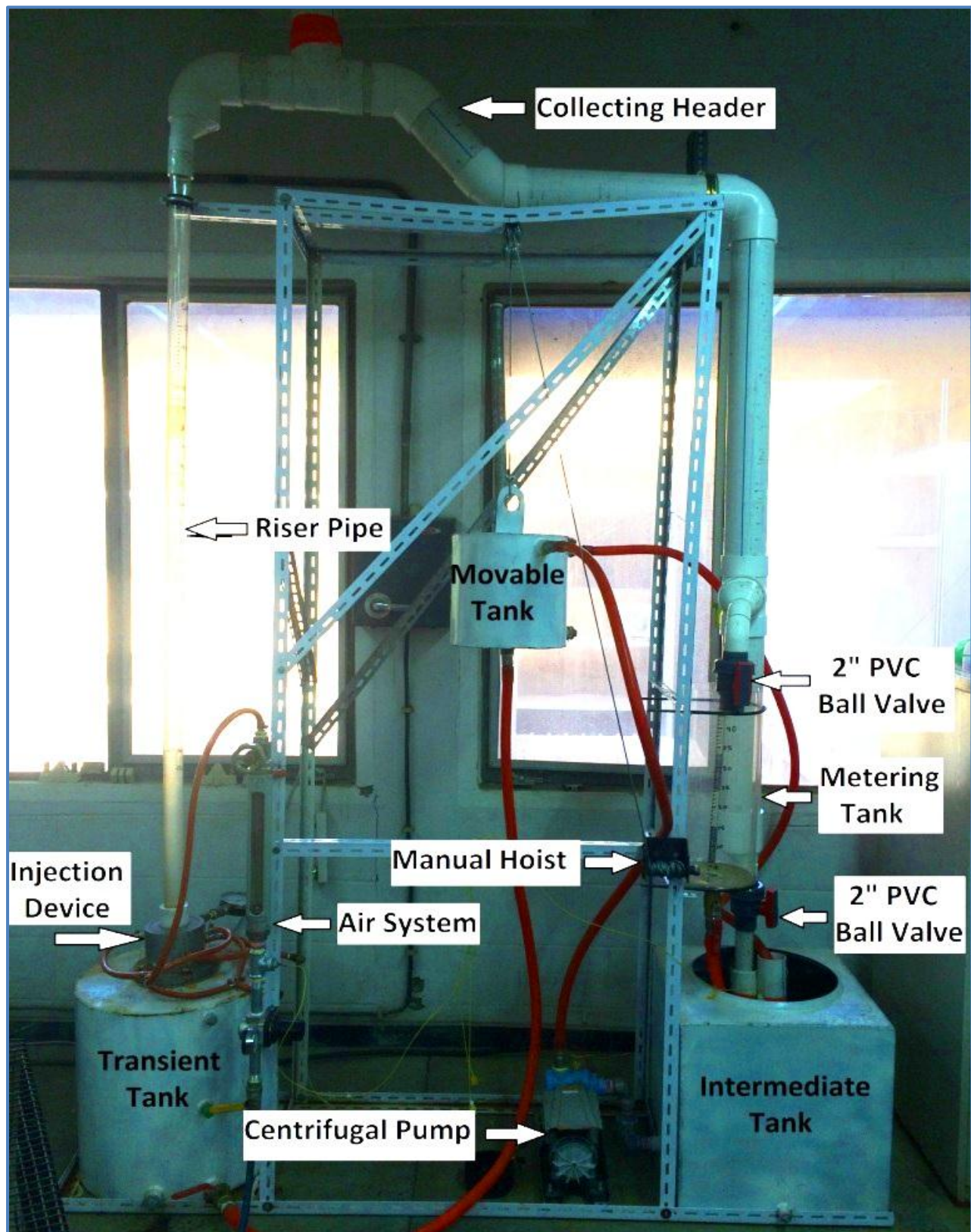


Figure 2. Experimental setup.

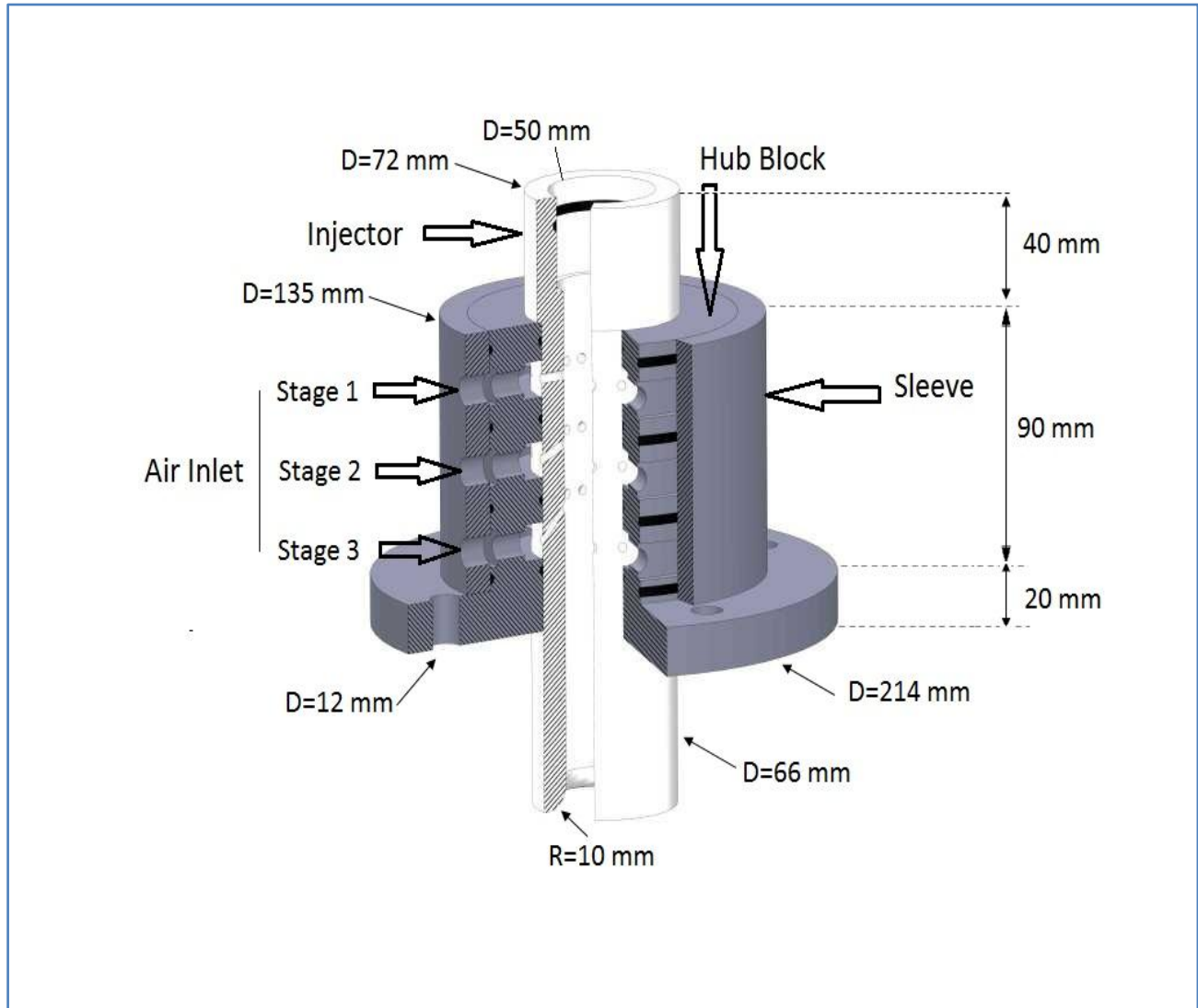


Figure 3. Cross section of injection device.

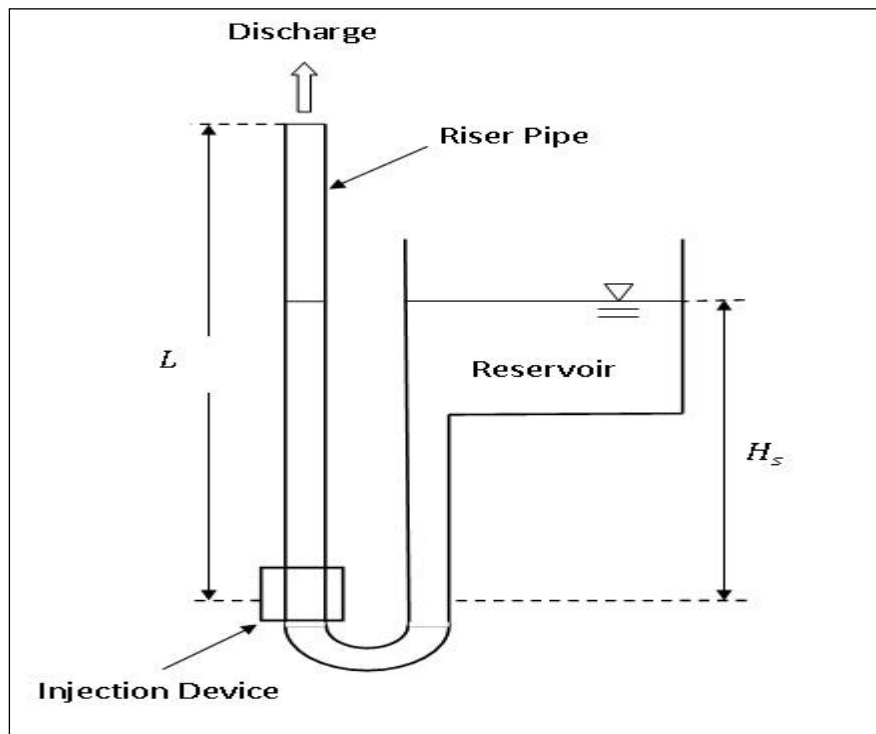


Figure 4. Proposed airlift pump as U-tube concept.

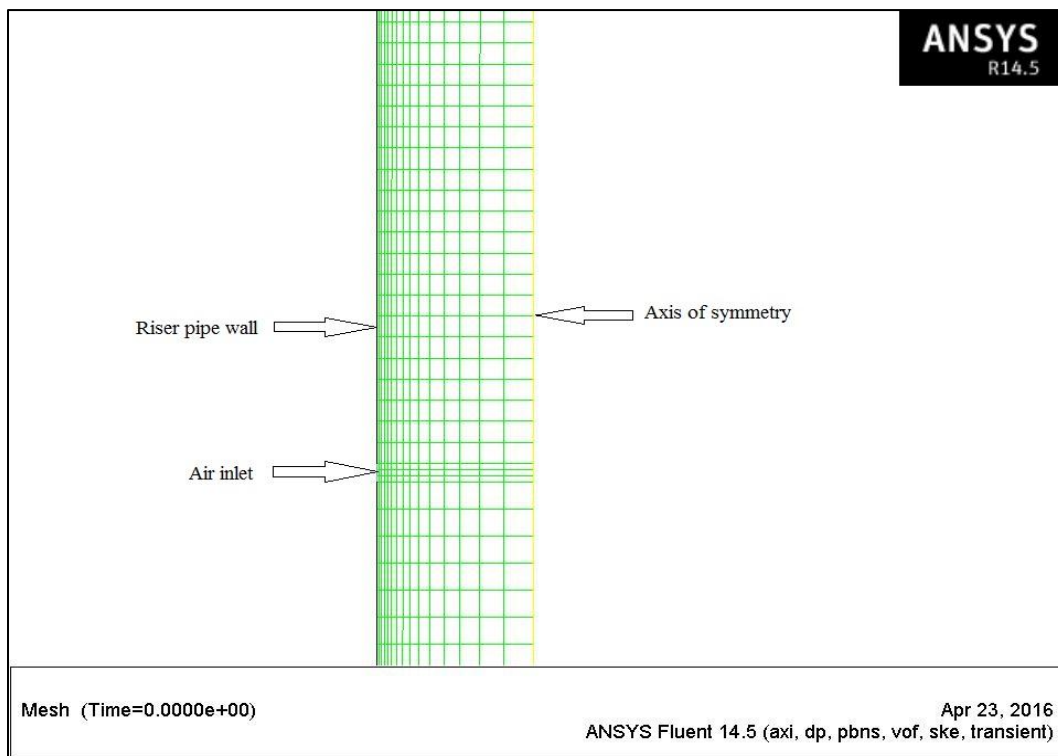


Figure 5. Two-dimensional axisymmetry representation.

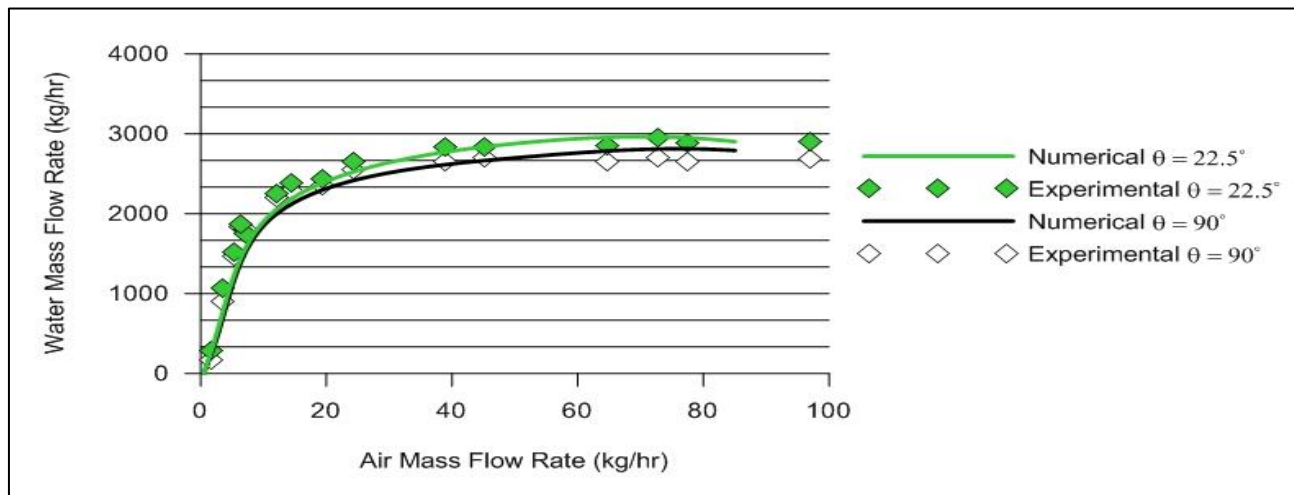


Figure 6. Variation of airlift pump performance curve with injection angles.

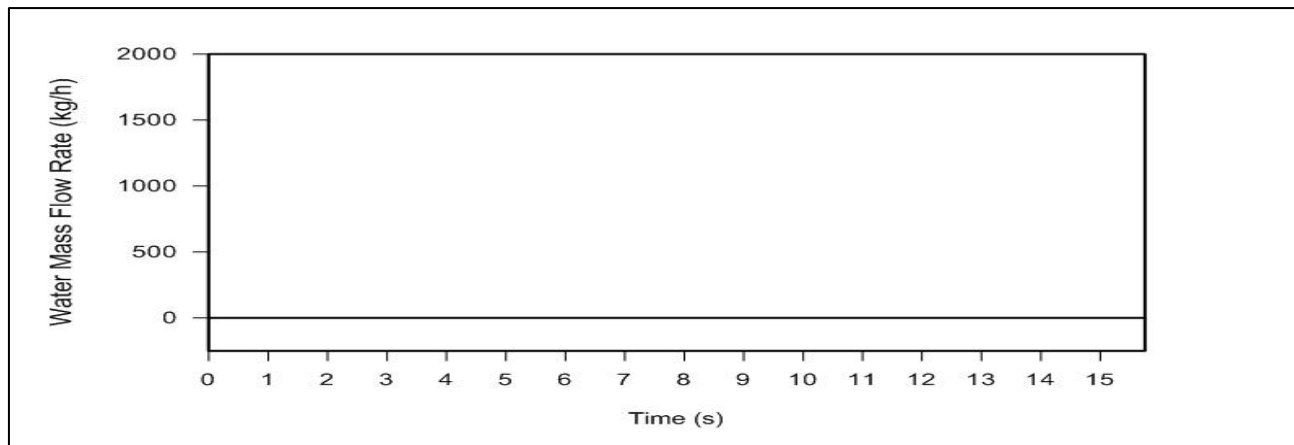


Figure 7. Numerical results for water mass flow rate predicted at the discharge of the riser pipe at air mass flow rate (0.5 kg/hr), and injection angle 90° .

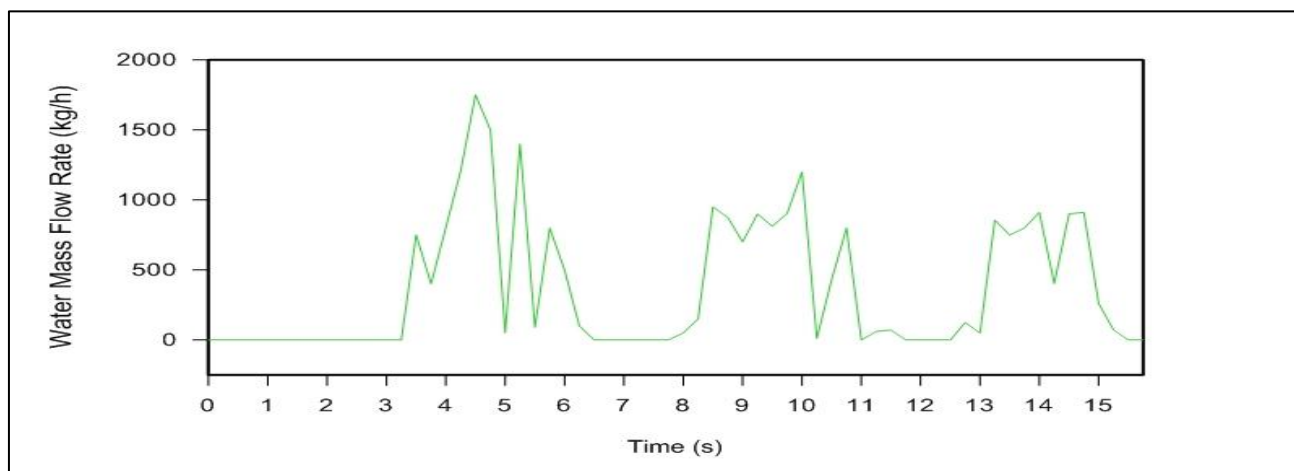


Figure 8. Numerical results for water mass flow rate predicted at the discharge of the riser pipe at air mass flow rate (2 kg/hr), and injection angle 22.5° .

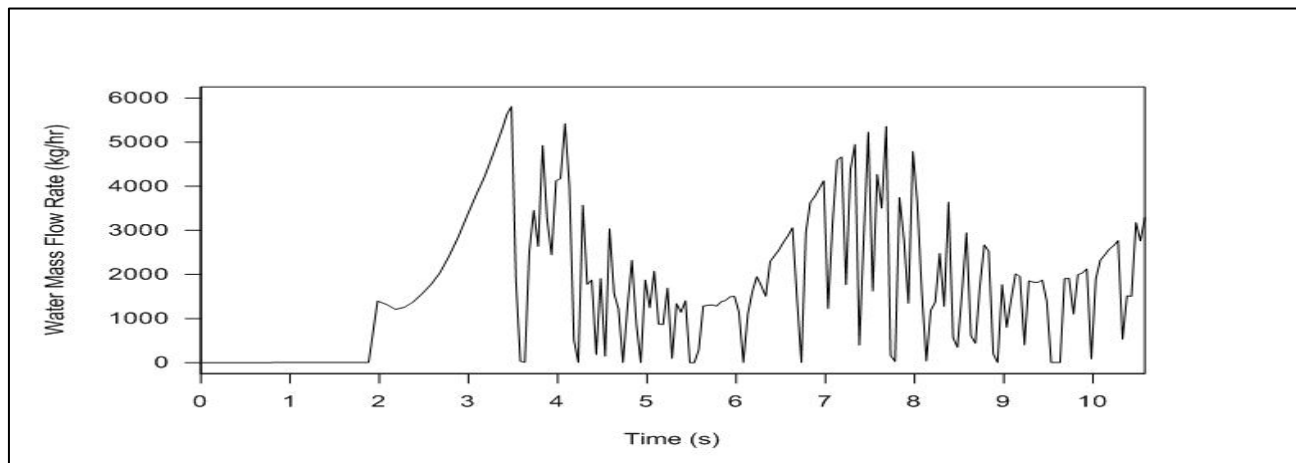


Figure 9. Numerical results for water mass flow rate predicted at the discharge of the riser pipe at air mass flow rate (10 kg/hr), and injection angle 90° .

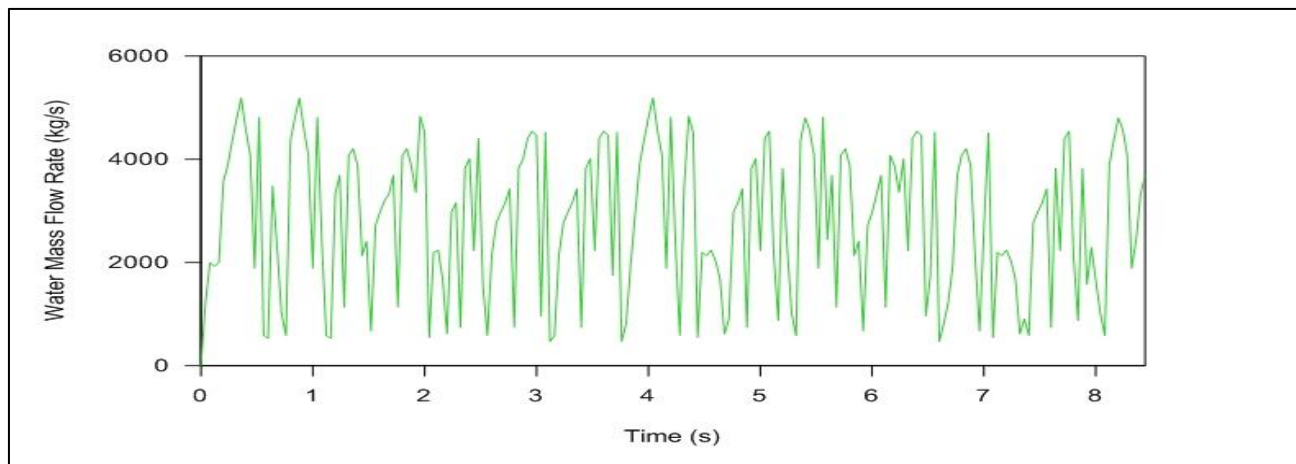


Figure 10. Numerical results for water mass flow rate predicted at the discharge of the riser pipe at air mass flow rate (50 kg/hr), and injection angle 22.5° .

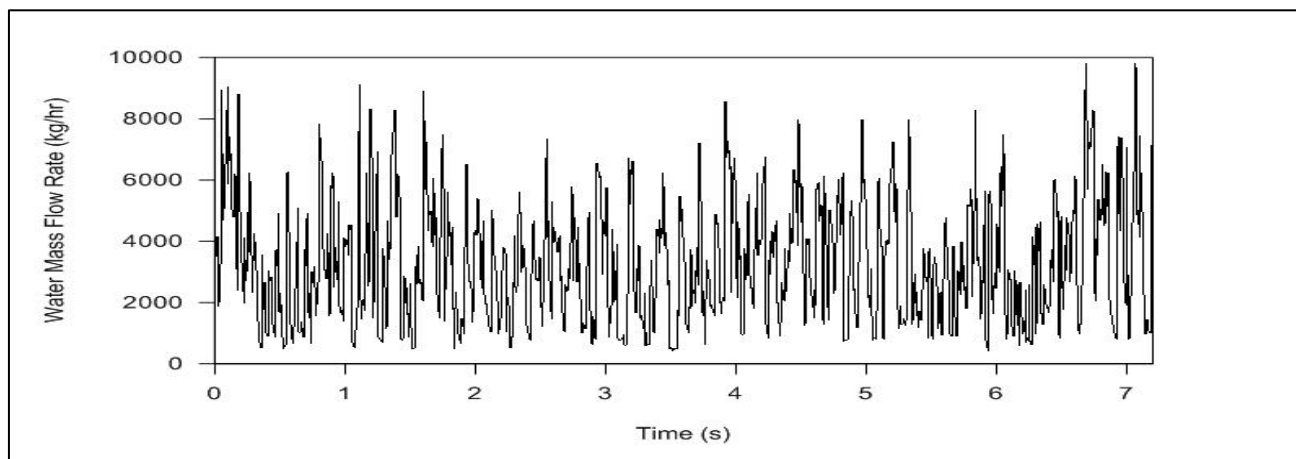


Figure 11. Numerical results for water mass flow rate predicted at the discharge of the riser pipe at air mass flow rate (85 kg/hr), and injection angle 90° .

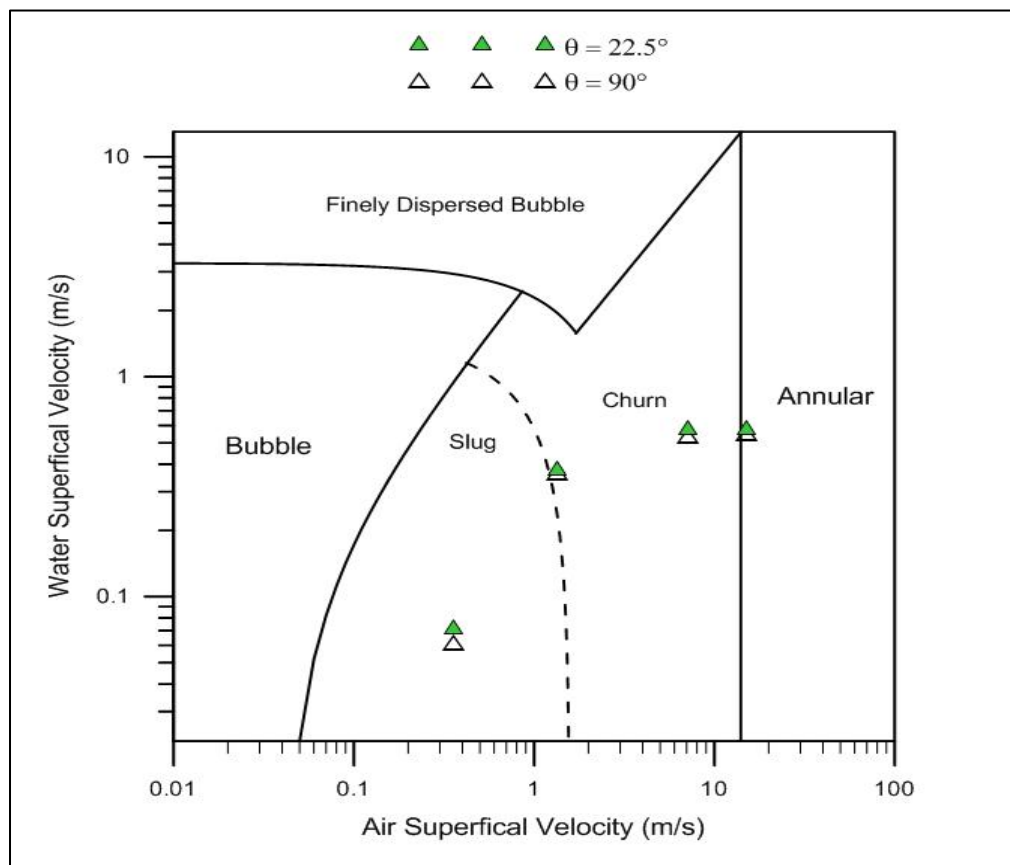


Figure 12. Distribution of numerical and experimental results for various injection angles on the flow map proposed by, **Taitel et al., 1980**.

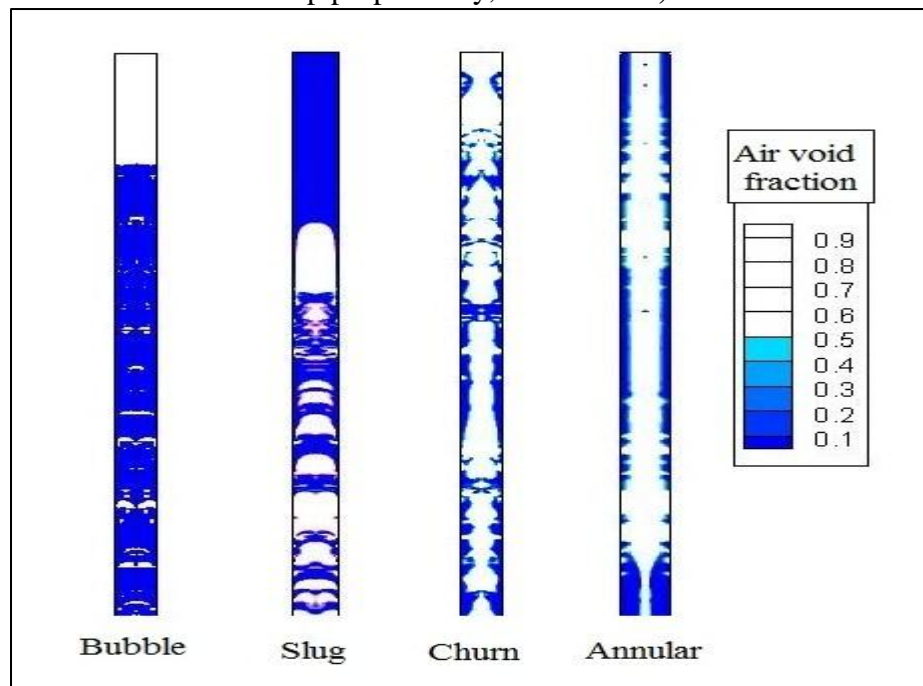


Figure 13. Obtained flow patterns from simulation.

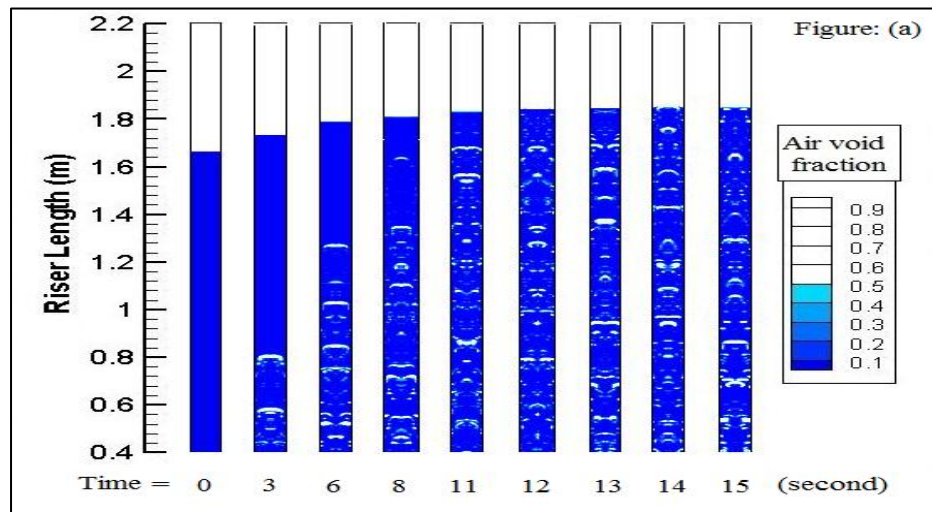


Figure 14. Variation of air void fraction contours at air mass flow rate (0.5 kg/hr) and angle 90° .

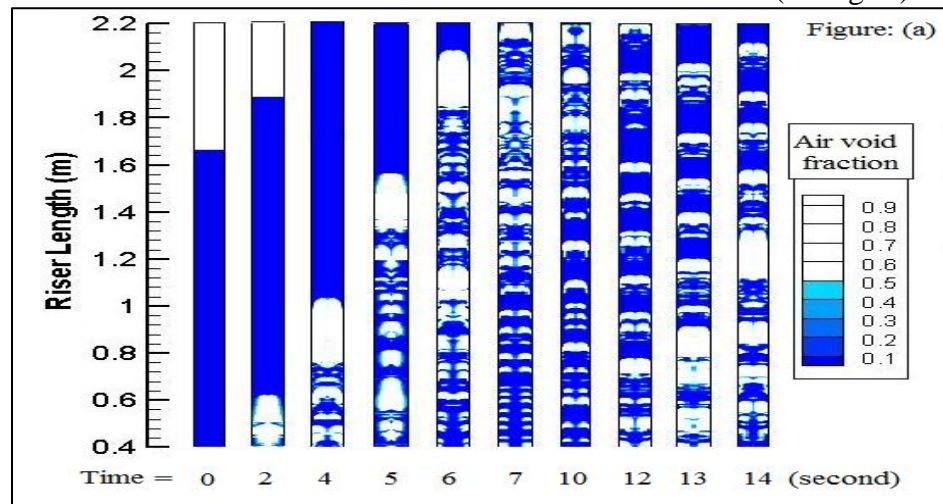


Figure 15. Variation of air void fraction contours at air mass flow rate (2 kg/hr) and angle 22.5° .

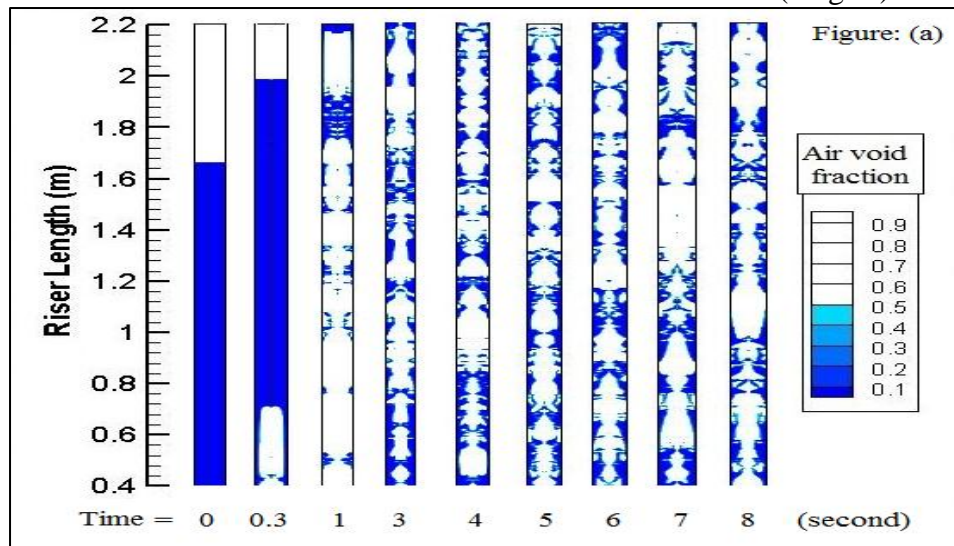


Figure 16. Variation of air void fraction contours at air mass flow rate (50 kg/hr) and angle 22.5° .

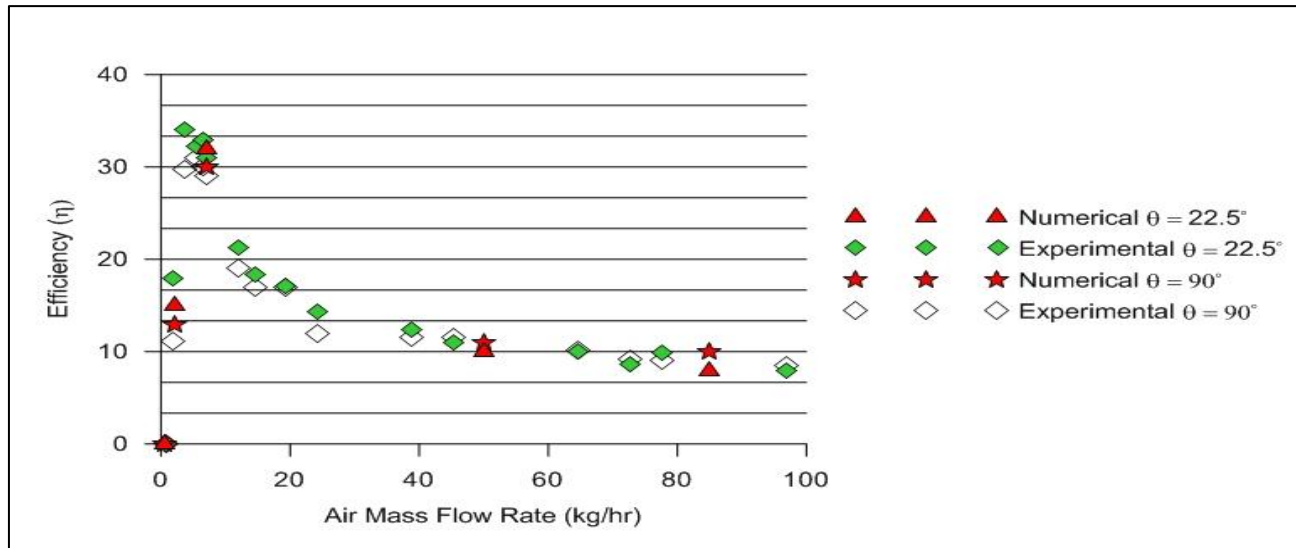


Figure 17. Variation of airlift pump efficiency with injection angle.

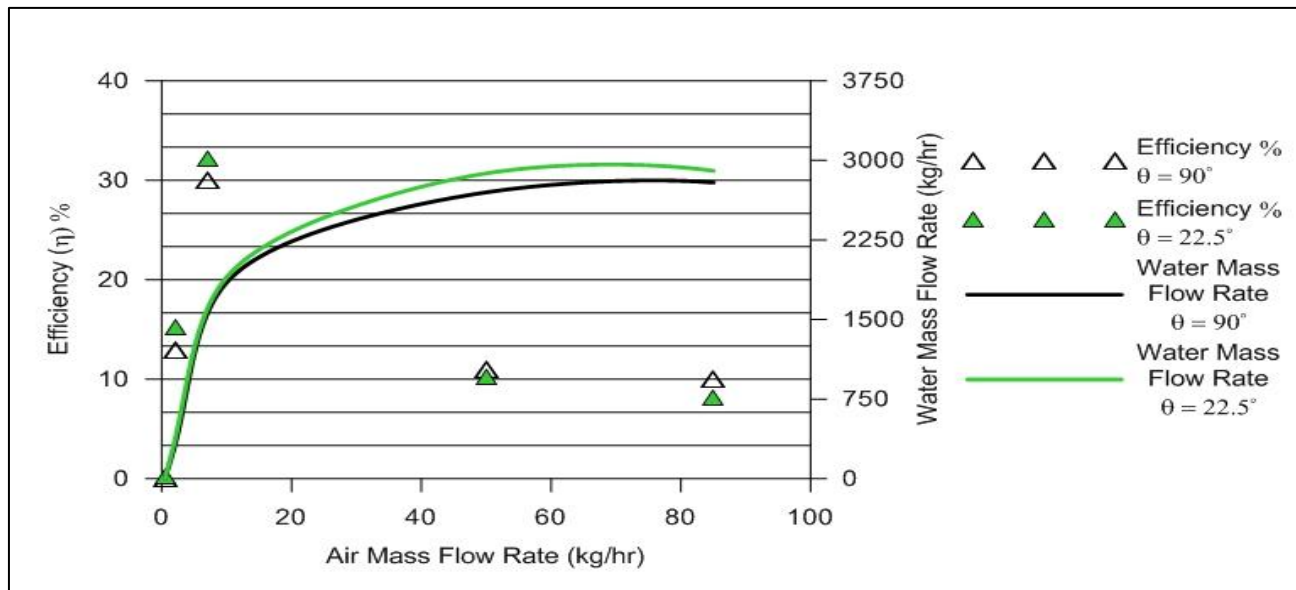


Figure 18. Variation of numerical predicted efficiency of airlift pump with performance curve.

A Study on the Removal of Direct Blue 71 Dye From Textile Wastewater Produced From State Company of Cotton Industries by Electrocoagulation Using Aluminum Electrodes

Karim Khalifa Esgair

Lecturer

Department of Chemical Industries-Al-Technology Institute/Baghdad- Middle Technical University

E-mail: karimkhalifa70@yahoo.com.

ABSTRACT

The removal of direct blue 71 dye from a prepared wastewater was studied employing batch electrocoagulation (EC) cell. The electrodes of aluminum were used. The influence of process variables which include initial pH (2.0-12.0), wastewater conductivity (0.8 -12.57) mS/cm , initial dye concentration (30 -210) mg/L, electrolysis time (3-12) min, current density (10-50) mA/cm² were studied in order to maximize the color removal from wastewater. Experimental results showed that the color removal yield increases with increasing pH until pH 6.0 after that it decreased with increasing pH. The color removal increased with increasing current density, wastewater conductivity, electrolysis time, and decreased with increasing the concentration of initial dye. The maximum color removal yield of 96.5% was obtained at pH 6.0, wastewater conductivity 9.28 mS/cm , electrolysis time 6 min ,the concentration of initial dye 60 mg/L and current density 30 mA/cm² .

Key words: blue dye, color removal, electrocoagulation, textile wastewater, water treatment.

دراسة ازالة الصبغة الزرقاء 71 الناتجة من مياه الصرف النسيجي للشركة العامة للصناعات القطنية بطريقة التخثير الكهربائي وباستخدام اقطاب الالمنيوم

كريم خليفه ازغير

مدرس

قسم الصناعات الكيماوية – معهد التكنولوجيا/ بغداد – الجامعة التقنية الوسطى

الخلاصة

ازالة الصبغة الزرقاء 71 الناتجة من مياه الصرف النسيجي بحثت باستخدام خلية التخثير الكهربائي ذات اقطاب الالمنيوم . تم دراسة المتغيرات التشغيلية التالية الرقم الهيدروجيني الابتدائي (2 – 12) ، التوصيل الكهربائي (0.8 - 12.57) ملي سمنز/سم ، تركيز الصبغة الابتدائي (30 – 210) ملغم/لتر، زمن التخثر (3 – 12) دقيقة، كثافة التيار (10 – 50) ملي امبير / سنتيمتر مربع لتحقيق اقصى ازالة للون من مياه الصرف الصناعي . نتائج التجارب بينت ان نسبة الازالة تزداد مع زيادة الرقم الهيدروجيني لغاية 6.0 بعد ذلك تنخفض .وتزداد بسبة الازالة مع زيادة كثافة التيار والتوصيل الكهربائي وزمن التخثير .

اقصى ازالة للون تم الحصول عليها بلغت 96.5% عند الرقم الهيدروجيني 6.0 ، التوصيل الكهربائي 9.28 ملي سمنز/سم .
زمن التخثر الكهربائي 6 دقيقة ، تركيز الصبغة الابتدائي 60 ملغم / لتر ، وكثافة تيار 30 ملي امبير/سنتيمتر مربع.
الكلمات الرئيسية : الصبغة الزرقاء ، ازالة اللون ، التخثر الكهربائي ، مياه الصرف النسيجي ، معالجة المياه.

1. INTRODUCTION

A serious provenience of environmental pollution is the wastewater produced from textile dying and related units. The main environmental trouble related with loss is essential quantity of unstable dyes during dyeing process and then liberation in the wastewater, **Khandegar, and Saroha, 2013**. A main defiance for sufferable growth is the treating of wastewater from industrialist processes and the employment where the treated water from the processes produces zero wastes. The aim of these developments is more effectual and cheap technical methods to treat wastewater, **Natthaphon et al., 2015**. The industry of textile is a serious intimidation to mainland water resources due to: first the huge water required and second the product flowing out consist of grave concentrations from dyes, surfactants, and other hazards material, **Ke et al., 2014**. The dye compound is poisonous to the ecological due to stability and has depressed bio-disintegration and may be carcinogen. The dying process lost midst one to fifteen percent of initial dyes used in during dyeing. This percent is freed in the wastewater causative poisonous to humans and other microorganisms, **Pirkarami et al., 2013**.

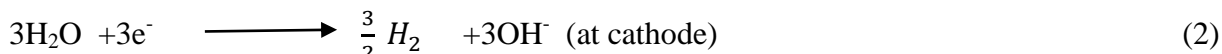
There are numerous methods in the literature used to remove color from wastewater. These methods consist of adsorption, chemical coagulation, photo-degradation, precipitation, chemical degradation, biodegradation, advanced oxidation, biosorption, membrane separation and electrocoagulation, etc. From these methods, electrocoagulation was found as a favorable technique in wastewater treatment, **Sharma and Nandi, 2013**.

The electrocoagulation process is preferable method to treat wastewater containing dyes than traditional coagulation process due to the low sludge produced, pollutants such as chloride or sulfate ions not produced, so it's friendly to environmental, simple, effective, frugal, tiny colloidal particles can be removed due to electric field control the motion of particle. The equipment is easy in operation, shortened time reaction, heliacal photovoltaic panel can be a source of energy to produce current electricity from solar energy, and the energy consumption can be reduced by gathering the hydrogen generated from the process. Furthermore the dye remove can be increased by connecting electrocoagulation with another method. **Phalakornkule, et al 2010, Zhang et al 2013**.

In traditional chemical coagulation the coagulant is added straight away in wastewater but in electrocoagulation process the coagulant produce by electrolysis of a sacrificial anode, generally in iron or aluminum which avoids extravagant quantity of coagulant. The electrolysis leads to dissolution of metal cations such as Fe^{3+} or Al^{3+} like chemical coagulation, **Holt, et al 2005**.

A diversity of industrial wastewaters can be treated successfully by using electrocoagulation. There are three major processes through electro-coagulation: formation of coagulants in liquid phase due to electrolysis of electrode surface, the pollutant adsorbed on coagulant and transference by floatation and sedimentation, **Chen, et al., 2000**.

The major reactions for electrode aluminum are:



The amorphous flocs $\text{Al}(\text{OH})_3$ formed according Eq. (3) which has a huge surface area, to trap colloidal flake and fast adsorption of organic soluble compound, **Picard et al, 2000**. The flocs is produced from combination the destabilized flake. The flotation produced by tiny hydrogen bubbles generated in cathode which remove most flocs and increases the separation of flakes from wastewater. Also at the cathode the OH^{-} ions produced simultaneously with H_2 at high pH values.



There are many interaction mechanisms conceivable amidst hydrolysis and dye molecules. In general two main mechanisms are regarded: adsorption (for high pH), and sedimentation (for low pH), **Gurses, et al., 2002**.

In general, iron or aluminum electrodes were used for current in electrocoagulation because their depressed frenzy, available, and fashioning of mostly amorphous metal hydroxides and oxyhydroxides that has banner specialties adsorption of dissolvable sort. Aluminum electrode is preferable to iron electrode due to the wastewater can be treated efficiently completed in equilibrium conditions with minimal solubility at pH in midst 6 and 7. The poly nuclear hydrolytic generated insures best adsorption of dissolvable and colloidal sort from wastewater. **Yousuf et al. ,2010**

The aims of this study is to investigate the decolourization of a direct blue 71 dye from a prepared wastewater produced from The State Company for Cotton Industries using a batch electrocoagulation cell. The influence of operating variables on electrocoagulation process such as initial pH, wastewater conductivity, electrolysis (electrocoagulation) time, initial dye concentration and current density on the efficiency of treatment the textile wastewater containing direct blue 71 dyes was studied. The best values of these variables on the yield of color removal were also estimated.

2. EXPERIMENTAL

2.1 Prepared wastewater

A direct blue 71 dye was supplied from The State Company for Cotton Industries (S.C.C.I) in Iraq and the chemical structure of the dye is shown in **Fig. 1**. It's employed to make synthetic wastewater by dissolving appropriate quantities of dye in tap water (150 rpm). The mixing process of the blue dye with tap water is achieved using an electrical magnetic stirrer. The total concentration (C_0) can be changed between 30 and 210 milligram per liter. The dye and their concentration is like that of wastewaters from company.

The pH of the prepared wastewater was adjusted between 2.0 and 12.0 by the addition of 0.1 M H_2SO_4 (Fluka AG, Switzerland) or 0.1 M NaOH solutions (Hopkin & Williams production). The conductivity of wastewater was varied by addition of sodium chloride (NaCl) in the range of 0 – 6.0 g/L; it was high conductivity and high solubility.

2.2 Experimental set-up

Cylindrical electrocoagulation cell was of 0.5 L internal volume (V). Aluminum electrodes were positioned vertically parallel to each other with rectangular shape (6.0 cm \times 4.0 cm \times 1 mm) and 24 cm² area of each electrode as shown in **Fig 2**. 10 mm was a distance between the anode and cathode. During electrocoagulation process a DC power supply (Friedberg Hessen, Germany) was used to supply current (I) in order to achieve five current densities values to be applied; 10, 20, 30, 40 and 50 mA/cm². Electrocoagulation times were 3, 6, 9 and 12 min. respectively. After each experiment, all electrodes must be cleaned, sunken in 0.01 M HCl for 2 min to remove impurities and metal hydroxide precipitates from the electrodes, and then washed with water, dried with air and weighted. Whenever more than 10% of electrode weight was lost the electrodes must be replaced

3.3 Analytical methods

The concentration of dye (C) calculated by ultra violet (UV) spectrophotometer (Biotech Engineering Management, UV-9200, UK) with a range of (190–1000 nm). The concentration of direct blue 71 dye was measured at a wavelength of 587 nm was employed to measure the maximum wavelength of the direct blue 71 dye.

Dye concentration was measured by an absorbance value at a wavelength of 587 nm. In all samples, the remaining dye was measured after filtration. The decolonization yield (Y_{COL}) is defined:

$$Y_{COL} = \frac{C_o - C_t}{C_o} \times 100 \quad (5)$$

C_o is the initial concentration of dye in prepared wastewater and C_t is dye concentration at time t. The current and voltage used in the process were measured by digital ammeter and voltmeter, respectively.

3. RESULTS & DISCUSSION

3.1. The effect of Initial pH

Fig. 3 shows the effect of the initial pH of wastewater on the blue 71 dye decolonization. This figure shows that the blue decolonization increases with increasing the initial pH of wastewater to reach a maximum value when pH = 6. That gives the blue removal efficiency of 78%, and then the removal of blue dye slightly decreased with increasing the initial pH. At the initial pH of 8, blue removal efficiency was 76 %. After that the removal blue dye efficiency decreased with increasing the initial pH.

This phenomenon can be explained as follows: at low pH until 6.0, Al(OH)_2^+ , Al(OH)^{2+} and Al^{3+} cations were dominant which were responsible of the formation of electro coagulant flocks surface. The surface of the flocks became positively charged, which increase electrostatic could attract between negative charged dye anions and positive charged flocks sites, while the pH increasing gradually, a positive charge on the solution interface decreasing is observed conversely. When pH became high or pH more than 8.0, the anions Al(OH)_4^- soluble turn into prevailing causes decreasing of dye removal due to electrostatic repulsion between the negatively charged surface of flocks and the negatively charged anionic dye molecules, subsequently the removal of dye decreases at higher pH value. From figure 3, the maximal blue decolonization efficiency of 78% was obtained at initial pH 6.0, for this reason all subsequent experiments were selected at initial pH 6.0 value.

Al(OH)_3 formation during electrocoagulation causes pH variation, as described previously. **Fig. 4** shows the effect of the initial pH on the final pH. The transformation rely on the primary pH and Al(OH)_3 precipitation. At initial pH of more than 6.0 that is averting a high alteration of pH. At pH = 6.0, the solution pH tends a buffering, thence necessary to keep the pH values in a range so insoluble Al(OH)_3 was the predominant aluminum species to increase the effectiveness of the dye removal.

3.2. Influence of Wastewater Conductivity

The influence of wastewater conductivity on the removal efficiency was studied between 0.8 -12.57 mS/cm (addition of NaCl between 0 – 6 g/L) as shown in **Fig 5**. Experimental results illustrate the blue removal increases with increasing the conductivity of wastewater to reach a maximum value when the conductivity of wastewater was 9.28 mS/cm, which gave the blue removal efficiency 85.2%. Then the removal blue dye slightly increased with increasing the conductivity of wastewater. At the conductivity of wastewater 12.53mS/cm the blue removal efficiency was 86 %. Since the maximum removal efficiency and less salty solution after electocoagulation was the aim, the conductivity of wastewater of 9.28 mS/cm was used instead of 12.57 mS/cm for the subsequent experiments.

This result may be demonstrated as follows: when the concentration of NaCl increases the conductivity of the electrolyte also increases and the passivation removed by the anions Cl^- , which increase the rate of electrolysis of a sacrificial anode by the partnership of Cl^- in the metal electrolysis reaction or by the combination of Cl^- in the film oxide.

3.3 Effect of Initial Dye Concentration

The effect of the initial dye concentration on the removal efficiency was studied at different concentrations between 30 and 210 mg/l which were treated by electrocoagulation, as shown in **Fig 6**. Experimental data denote the blue decolonization decreased with increasing the initial concentration. Decolonization efficiency slightly decreased from 85.2% when blue concentration was 60 mg/L to 81% at blue concentration of 90 mg/L and decreased gradually from 81% to 64% when increasing the concentration of blue dye from 90mg/L to 210 mg/L.

This may be attributed to the fact that for all fixed variables of experiments, the coagulant amount produced from electrode mass loss was also constant. When increasing the dye concentration the removal efficiency decreased due to the amount of coagulant becomes too low in comparison to the amount of dye content.

3.4 Effect Electro Coagulation Time

The removal of blue dye yield was examined in batch electro coagulation cell at different electrolysis time from 3 to 12 minute. **Fig. 7** shows the relationship between the dye removal yield and the electrolysis time. This figure exhibit that the blue decolonization increased with increasing the electrolysis time to reach a maximum value when the electrolysis time was 6 minutes. That gives the blue removal efficiency of 85.2%, and then the removal of blue dye approximately was constant with increasing the electrolysis time. For this reason, the time of 6 minutes was chosen for the later experiments.

3.5 The Effect of Current Density

The current density is the main variable for controlling the electro coagulation process. The current density is the important variable for energy and electrode provision, it determines the rate production of coagulant as well as the production of hydrogen bubbles (eq.3) which affect the growth and size of flocs. The effect of the current density on the removal of blue dye was studied for Al electrodes as show in **Fig.8**. In this figure, different current density applied 1.0, 20, 30, 40, and 50 mA/cm² was treated by electro coagulation. Experimental data illustrated the blue decolonization increased with increases in the current density. An increase in current density from 10 to 20 mA/ cm² increased the blue removal yield from 35% to 85.2%. Increasing the current density from 20 to 30 mA/cm² produced an increasing in the blue decolonization from 85.2% to 95.5 %. A further increae in the current density from 30 to 40 mA/cm² gives small increasing in the blue removal yield (from 95.5% to 96.2%) wherefore the optimum current density was selected to be 30 mA/cm² due to the consumption of electrical energy related with the square rate of the current.

4. CONCLUSIONS

Electrocoagulation was shown to be an efficient process for color removal from wastewater containing direct blue 71 which is a highly soluble dye up to 96.5% obtained at pH = 6.0, wastewater conductivity of 9.28 mS/cm, electrolysis time = 6 min, the concentration of initial dye was 60 mg/L and current was density 30 mA/cm². The color removal yield increased with increasing in pH until 6.0 after that it decreased with increasing pH. The color removal increased with increasing current density, wastewater conductivity, electrolysis time, and decreased with increasing the concentration of initial dye. The process efficiency was affected mainly by the current density, initial pH, electrolysis time, wastewater conductivity as well as initial dye concentration.



5. REFERENCES

- Aoudj, S., Khelifa, A., Drouiche, N., Hecini, M., Hamitouche, H., 2010. *Electrocoagulation process applied to wastewater containing dyes from textile industry*. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification Vol. 49, PP. 1176–1182
- Chen, X.M. , Chen, G.H. Yue, P.L. ,2000 ,*Separation of pollutants from restaurant wastewater by electrocoagulation*, Sep. Purif. Technol.Vol. 19,PP.65–76
- Gurses, A. , Yalcı, M. M. Do, C.,2002, *Electrocoagulation of some reactive dyes: a statistical investigation of some electrochemical variables*, Waste Manage. Vol.22,PP 491–499.
- Holt, P.K. , Barton, G.W. , Mitchell, C.A.,2005, *The future for electrocoagulation as a localised water treatment technology*, Chemosphere,Vol. 59,PP. 355–367.
- Ke, W.P., , Qu, X., Hui, Q.Z., Min, X., Andrea, R., G., 2014, *Decolorization of synthetic Methyl Orange wastewater by electrocoagulation with periodic reversal of electrodes and optimization by RSM*, Process Safety and Environmental Protection, Vol.92 ,PP.796–806
- Khandegar, V., Saroha, A. K., 2013, *Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent A review* , Journal of Environmental Management Vol.128 , PP.949–963.
- Natthaphon , A., Tarworn, R., Warinthorn ,S., Chantaraporn, P., 2015, *Comparison of performance of continuous-flow and batch electrocoagulators: A case study for eliminating reactive blue 21 using iron electrodes*, Separation and Purification Technology, Vol. 146 ,PP 75–84.
- Picard, T. , Cathalifaud-Feuillade , G., Mazet, M., Vandensteendam, C., 2000 *Cathodic dissolution in the electrocoagulation process using aluminium electrodes*, J. Environ. Monit.PP.77–80.
- Pirkarami, A., Olya, M.E., Tabibian, S., 2013. *Treatment of colored and real industrial effluents through electrocoagulation using solar energy*. Journal of Environmental Science and Health ,Part A Vol. 48,PP. 1243–1252.
- Sharma, N., Nandi, B.K., 2013. Utilization of sugarcane baggase, an agricultural waste to remove malachite green dye from aqueous solutions. J. Mater. Environ. Sci. 4, 1052–1065.

- Yousuf, M., Mollah, A., Gomes, J. A.G., Das, K. K., Cocke, D, L., 2010, *Electrochemical treatment of Orange II dye solution—Use of aluminum sacrificial electrodes and floc characterization*, Journal of Hazardous Materials Vol.174 PP.851–858
- Zhang, S., Zhang, J., Wang, W., Li, F., Cheng, X., 2013, *Removal of phosphate from landscape water using an electrocoagulation process powered directly by photovoltaic solar modules*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells. Vol. 117, PP. 73–80

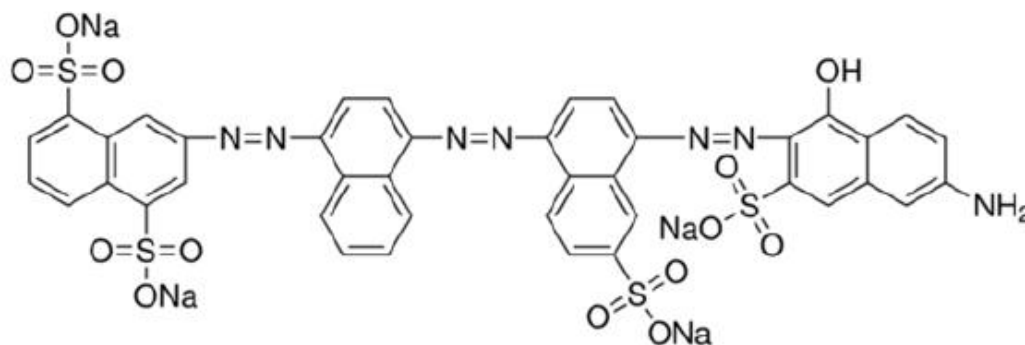


Figure. 1. Chemical structure of direct blue 71.

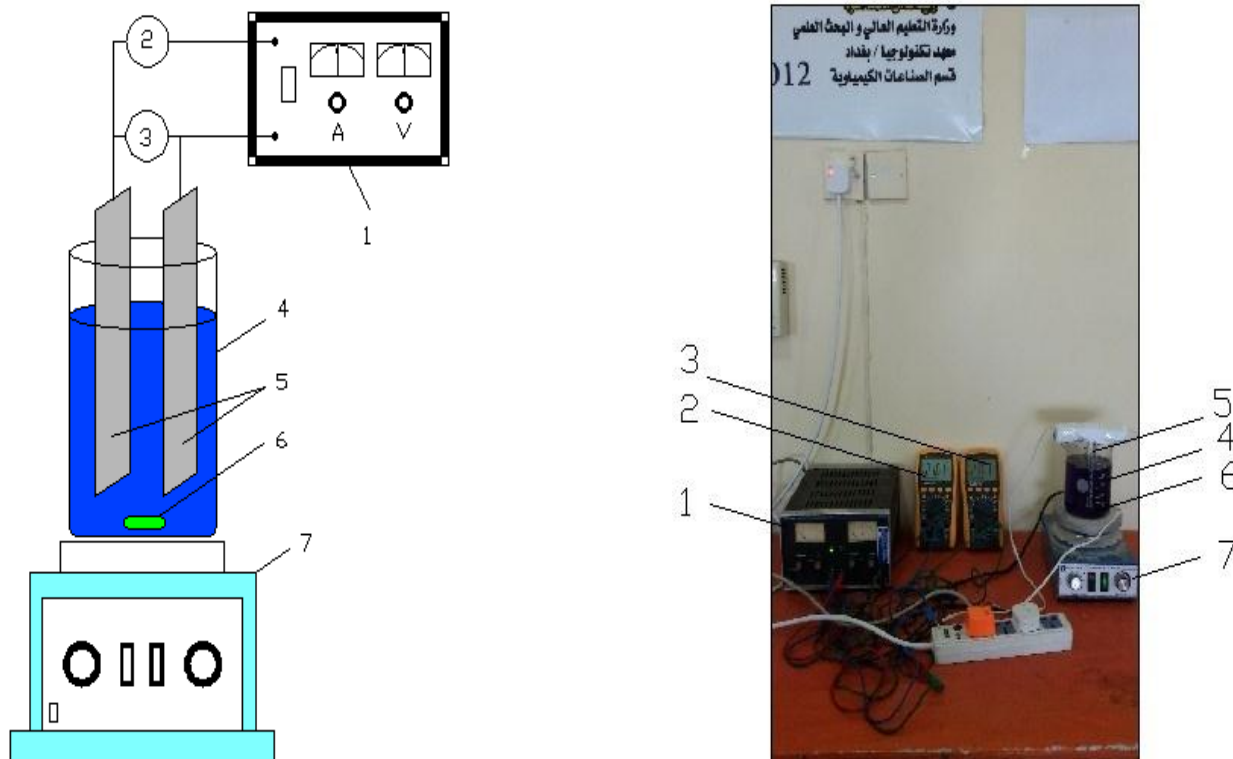


Figure. 2 The Schematic Diagram and Photo Picture of Electrocoagulation Reactor:

(1) DC Power Supply; (2) Digital Ammeter; (3) Digital Voltmeter; (4) A cylindrical electrocoagulation cell; (5) Anode and Cathode; (6) Magnetic bar; (7) Electrical magnetic stirrer .

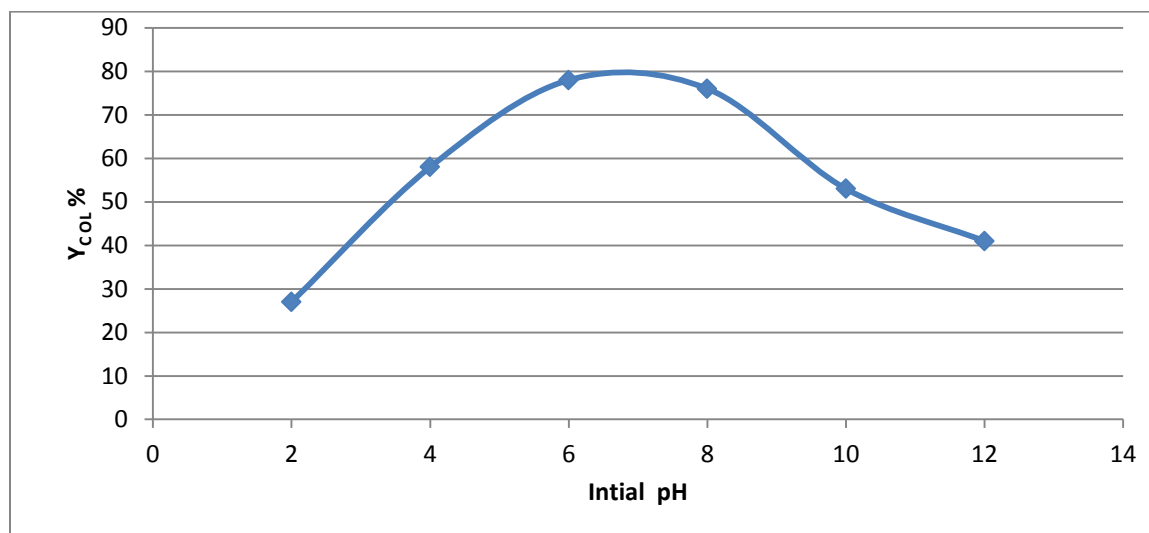


Figure.3 Effect of initial pH of wastewater on removal direct blue yield [initial pH of wastewater 2–12, current density of 20 mA/cm², initial dye concentration 60 mg/l., wastewater conductivity 7.6 mS/cm and electrolysis time 12 min].

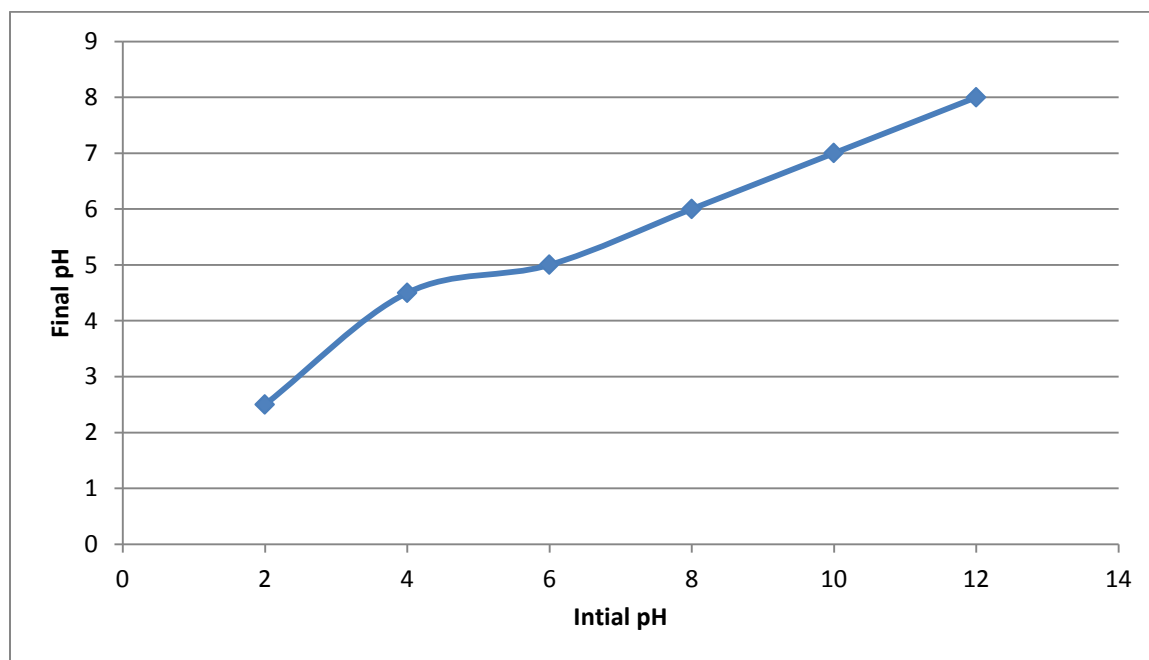


Figure 4. The effect of the initial pH on the final pH.

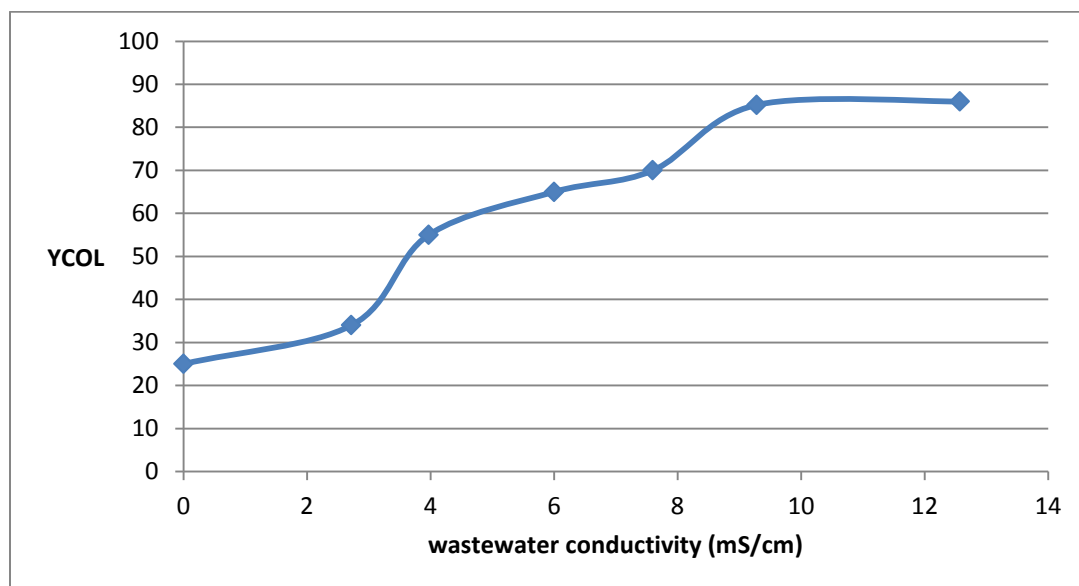


Figure 5. Influence of wastewater conductivity on removal of direct blue yield.[pH 6 , current density of 20 mA/cm², initial dye concentration 60mg/l and electrolysis time 12 min]

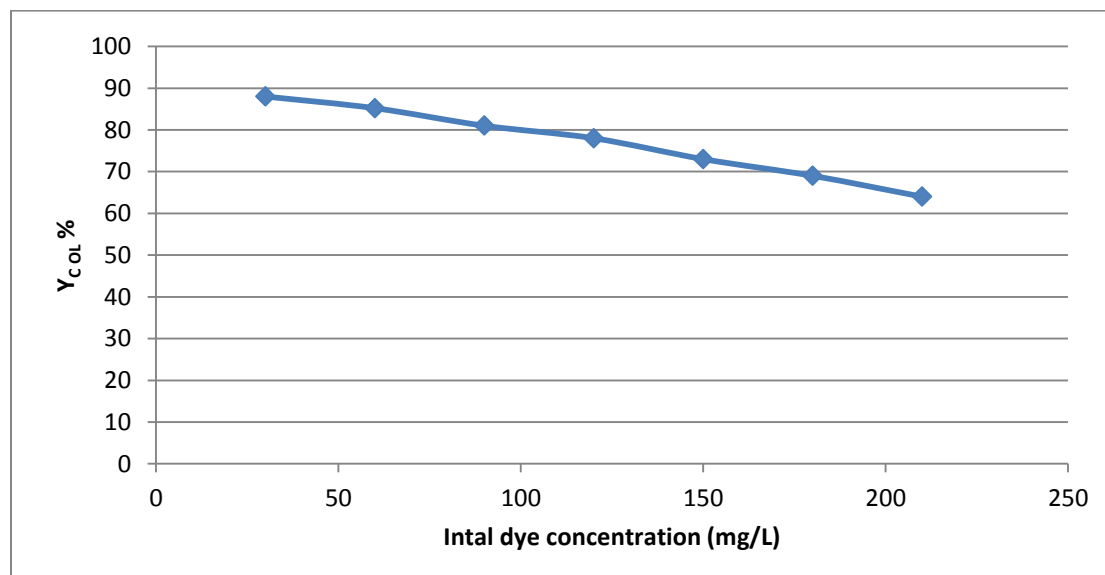


Figure 6. Effect of initial dye concentration of wastewater on removal direct blue yield [pH 6.0 , wastewater conductivity 9.28 mS/cm, current density of 20 mA/cm² and electrolysis time 12 min]

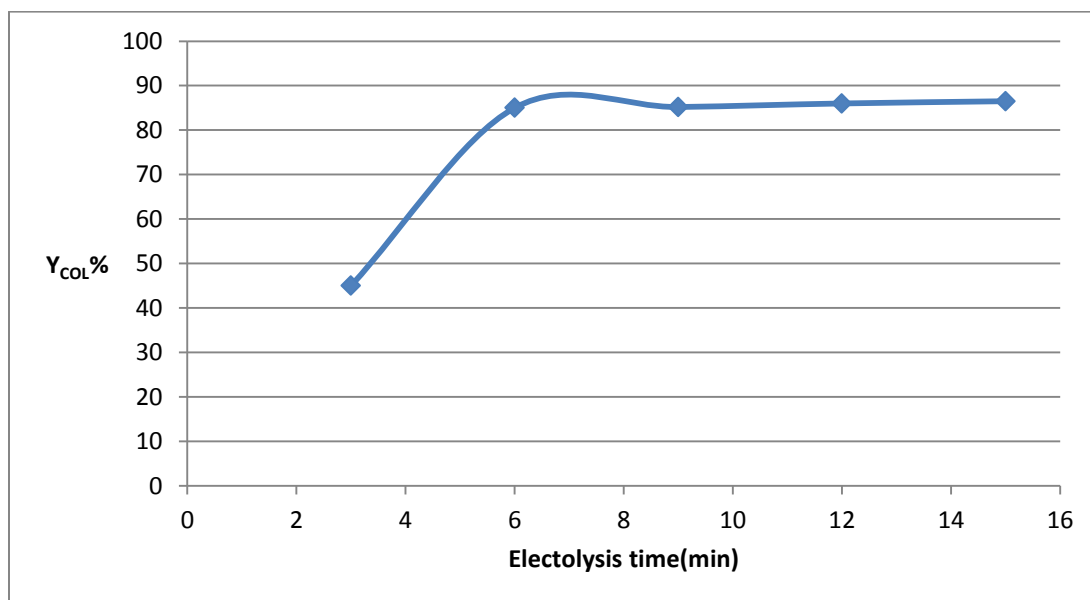


Figure.7 Effect of electrolysis time on the removal of direct blue yield [for pH 6.0, wastewater conductivity 9.28 mS/cm, current density of 20 mA/cm², the initial dye concentration 60mg/L]

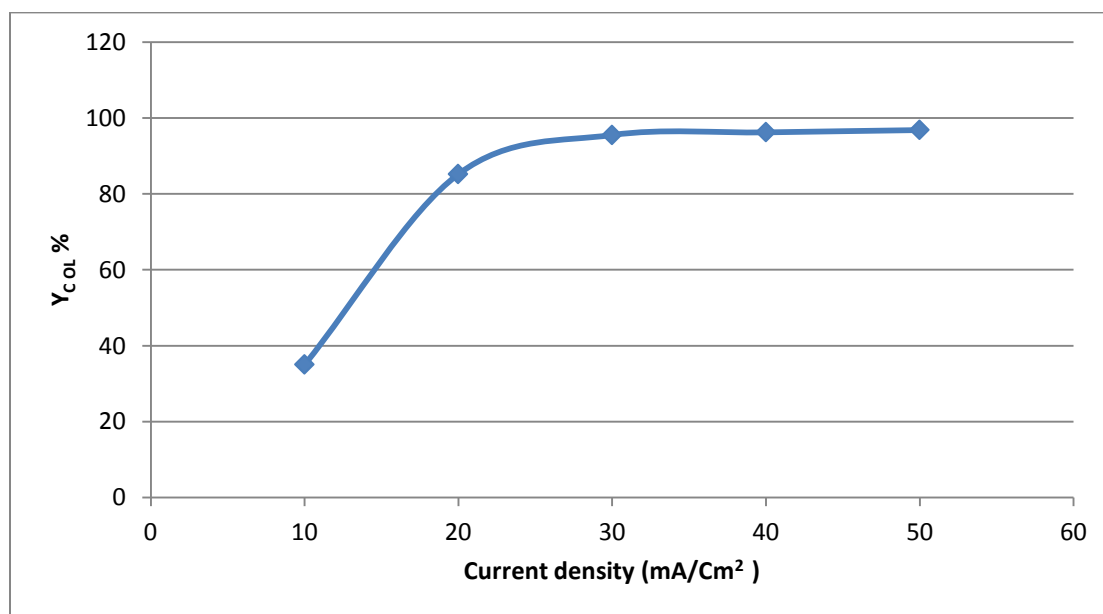


Figure.8 Effect of current density time on the removal of direct blue yield [at pH 6.0, wastewater conductivity 9.28 mS/cm, blue dye concentration 60mg/L, electrolysis time 6 min]

Studying the Adsorption of Lead from aqueous Solution using Local Adsorbent Material Produced from Waste Tires by Pyrolysis

Hayder M. Abdul-Hameed

Assistant Professor

College of Engineering - University of Baghdad
email:hayderabdul_hameed@yahoo.com

Raghad Abdul-Kareem

Instructor

College of Engineering - University of Baghdad
email:raghad.ali81@yahoo.com

ABSTRACT

In this research a local adsorbent was prepared from waste tires using two-step pyrolysis method. In the carbonization process, nitrogen gas flow rate was 0.2L/min at carbonization temperature of 500°C for 1h. The char products were then preceded to the activation process at 850°C under carbon dioxide (CO₂) activation flow rate of 0.6L/min for 3h. The activation method produced local adsorbent material with a surface area and total pore volume as high as 118.59m²/g and 0.1467cm³/g, respectively. The produced local adsorbent (activated carbon) was used for adsorption of lead from aqueous solution. The continuous fixed bed column experiments were conducted. The adsorption capacity performance of prepared activated carbons in this work was investigated. The results in this study indicated that the produced activated carbon from waste tires was an attractive adsorbent for removal of lead from aqueous solutions. The optimum values of bed height, flow rate, initial concentration and particle size were found to be 0.04m, flow rate 1L/h, initial concentration 0.5mg/L and particle diameter 0.5mm, respectively. **Key words:** pyrolysis, waste tires, activation, carbonization.

دراسة امتزاز عنصر الرصاص من المحلول المائي باستخدام مادة مازة محلية ناتجة من التحلل الفيزيائي للاطارات المستهلكة

رغد عبد الكريم
باحثة

كلية الهندسة – جامعة بغداد

الدكتور حيدر محمد عبد الحميد
استاذ مساعد

كلية الهندسة – جامعة بغداد

الخلاصة

في هذا البحث تم انتاج مادة مازة محلية تمتلك خصائص الامتزاز المشابهة للفحم المنشط باستعمال الاطارات المستعملة محليا كمادة خام بعملية التحلل الفيزيائي و تدوير هذه الاطارات المستعملة الى منتج مفيد . وهذه المادة تحضر بالتحلل الفيزيائي وعلى مرحلتين. في عملية الكربنة كان معدل جريان غاز النيتروجين (0,2 لتر/دقيقة) وبدرجة حرارة (500 درجة سليزية). الفحم الناتج تم تنشيطه الى (850 درجة سليزية) وبتصريف (0.6 لتر/دقيقة) من غاز ثاني اوكسيد الكربون. تم انتاج المادة بمساحة سطحية قدرها (118.95 م²/غم) وبحجم المسام الكلي (0.1467 سم³/غم). وهذه المادة المازة المحلية استخدمت لامتزاز الرصاص من المحلول المائي. تم اجراء التجارب بأسلوب النظام المستمر. حيث تم دراسة تأثير كل من معدل الجريان و التركيز و ارتفاع الحشوة و حجم الحبيبات على مخططات الازالة. تم تثبيت الظروف المثلى لكل تجربة وكالاتي: ارتفاع الحشوة (4سم)، معدل الجريان (1لتر/ساعة)، التركيز (0.5مغم /لتر) و حجم الحبيبات (0,5ملم).
الكلمات الرئيسية : التحلل الفيزيائي، الاطارات المستهلكة، التنفيل، الكربنة.



1. INTRODUCTION

Due to the continuous increase in the production and usage of automobiles, the number of waste tires will increase considerably. It was estimated that approximately (1.5×10^9) of waste tires are discarded worldwide every year, **Murillo, et al., 2005, and Banar, et al., 2012**. For example, the total number of waste tires in Iraq, and according to the mayoralty of Baghdad statistics an approximately of (4830 ton/yr) of waste tires are discarded. As a result, the large amount of waste tires were thrown, dumped in the landfills, stockpiled, they have become a serious source of environmental pollution, **Akyildiz, 2011**. In this way the stockpiling of whole tires creates two significant hazards: mosquitoes and fires. The dumping of the used tires in the landfills is considered as one of the alternative procedure for dispose of the used tires. The land filling of whole tires consume a large volume of landfill space because the tires are relatively incompressible and 75% of the space a tire occupies is void, **Clark et al., 1993**. In fact, due to the high cost of legal disposal for tires, illegal dumping may increase. The disposal of tires is also becoming more expensive, while this trend is likely to continue, as landfill space becomes scarcer, **Mui et al., 2004**. The restrictions on disposal of tires in landfills are related more to the physical characteristics of tires and the space of the whole tires occupy in landfills than to concerns regarding contaminants, **Jang et al, 1998**.

In the recent years, the majority of discarded tires in the U.S. are being recycled or reused in some way and are not being discarded in landfills, **Jang et al, 1998**. Several attempts have been made to recycle and reuse the waste tires by turning it to some useful products that can be added (to/or) used directly as a raw materials in some industries, for example, by using them as dock bumpers, playground equipment, etc. However, from environmental and economic points of view, a much better solution is to convert such waste tires to valuable products that enhance the recycling and reusing techniques as global environmental strategies. Tire rubber consists primarily of styrene-butadiene rubber and carbon black as shown in **Table 1**. The carbon black acts as filler and a performance additive to increase strength and toughness. Various oils and additives are included in the tire rubber mixture to improve tire wear, softness, and performance, **Williams and Besler, 1995**.

The one possible way of recycling waste tires is pyrolysis. Pyrolysis is a thermo-chemical decomposition of organic material at elevated temperatures in the absence of oxygen or within inert environment. It involves the simultaneous change of chemical composition and physical phase, and is irreversible. The word is coined from the Greek-derived elements *pyro* "fire" and *lysis* "separating", **Helleur et al., 2001**. In general, pyrolysis of organic substances produces gas and liquid products and leaves a solid residue richer in carbon content and char. Extreme pyrolysis, which leaves mostly carbon as the residue, is called carbonization, **Napoli et al., 1997**.

In the pyrolysis process, the organic volatile matter of tires (around 60 wt %) is decomposed to low molecular weight products, liquids or gases, which can be used as fuels or chemicals source. The non-volatile carbon black and the inorganic components (around 40 wt %) remain as solid residues and can be recycled and reused. However, for

minimizing emissions the conditions of the pyrolysis process must be optimized, **Juma et al., 2006**. Tire pyrolysis (thermal decomposition in an oxygen free or inert) is currently receiving renewed attention. Recycling of tires by pyrolysis offers an environmentally attractive method, **Akyildiz, 2011**. This solid char may be used as reinforcement in the rubber industry, as activated carbon after carbonization and activation process or as smokeless fuel. **Table 2** refers to the composition of waste tires resulted from the pyrolysis process at (900°C). The pyrolysis process passing through different phases from the starting point till the end. **Table 3** represents the principle phases of the pyrolysis process as a function of temperature. Furthermore, pyrolysis of waste tires will be more attractive to produce new materials as Basel convention which prohibits the marketing of waste tires, or dumping it in the landfill and as Iraq was lately signed Basel convention and be a member in this treaty that make Iraq to be obligated to follow all the instructions and legislations regarding the environmentally accepted methodologies for treating and disposing of the waste tires.

As the production of adsorbent from waste tires changes (hard-to-dispose) waste changes to (pollution-cleaning adsorbents), it is thought to be a very effective method to reduce environmental pollution, **Ariyadejwanich et al., 2003**.

The activated carbon (adsorbent) obtained from pyrolysis can be used in adsorption process as a secondary and advanced treatment technique in environmental engineering. It is used in practice for removal of various pollutants such as soluble organics, dyes, pesticides, lignin, methylene blue adsorption, an indicator for discoloration efficiency in wastewater treatment, the adsorption of phenol, and an indicator for the adsorption of organic phenolic compounds. From wastewaters and for removal of color and taste and odor-producing substances from natural waters that are to be used as potable water supplies, **Ariyadejwanich et al., 2003**. Thus, the production of local adsorbent material from waste tire rubber can provide a two-fold environmental and economic benefit: A recycling path is created for waste vehicles tires and new adsorbents are produced for commercial use in wastewater treatment.

2. MATERIALS AND METHOD

2.1 Materials

2.1.1 Waste tires

Waste tires were used in the present work representing a mixture of used truck tires, containing no steel or synthetic cord. Before being treated, the waste tires were shredded using an electrical drill (BOSCH 305) adopted with crushing disk and sieved to a size of 0.5mm by using (RETSCH sieves number 35) as shown in **Fig.1**

2.1.2 Lead Nitrate Solution ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

A solution of lead nitrate prepared by using ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) salt. A 2.3g of this salt was dissolved in (40L) of distilled water with lead concentration of (10mg/L) and the concentration was measured by using atomic absorption (SENS AA DUAL) in the environmental engineering lab/ Environmental Department/Baghdad university. The



prepared solution was kept at room temperature. The salt was bought from local market with the following specifications as shown in **table (4)**.

2.2 Methods of analysis

2.2.1 Surface area, pore size and volume

Surface area is one of the key indicators attributed to the adsorptive properties of porous materials. Pores in different sizes are important to the adsorbent. The presence of micro- and mesopores in local adsorbent material enhance the adsorption of large adsorbates such as heavy metals molecules. The surface area and pore size of the produced activated carbon were measured using (SURFACE AREA ANALYSER/THERMO USA MR 9600).

2.2.2 Microscopic investigation

A microscope investigation was made for the produced adsorbent material by using (AA 3000 Scanning Probe Microscope) in the Nano- Technology center/ University of Technology.

3. EXPERIMENTAL PROCEDURE

The sieved waste tires particles filled in the refractory furnace of type (BARNSTEAD/THERMOLYNE FURNACE 62700, 1.5KW) that was provided with a digital (EUROTHERM) controller in order to control the temperature. The furnace can reach a maximum temperature of 1000°C and provided with a fan in order to evacuate air from it. Two pressurized cylinders of carbon dioxide gas and nitrogen gas (that purchased from local market) adopted with flow regulator adaptor (YAMAWITE 35) in order to control the flow of the gas to the furnace chamber to ensure the inert environment during the carbonization and activation phases. The pyrolysis process passes through two stages carbonization and activation. The two consequence processes were applied to produce the local adsorbent material.

3.1 carbonization process

A sieved sample to 0.5mm particle size was weighed using (SARTORIUS scale 7100) and put in the furnace. The sample was heated at a rate of 5°C/min in the presence of high purity nitrogen gas to 500°C typically 400-700°C, **Mui, et al., 2004** in an inert atmosphere with a gas flow of 0.2L/min controlled by a volumetric flow meter in a typical run, where it was maintained for (1h).

3.2 Physical activation process

Physical activation was performed by using carbon dioxide gas as oxidizing agent. The activation temperature is usually set to be 850°C for 3h (according to the previous researches the activation temperature may range from 800-900°C, **Mui et al., 2004** to maintain a sufficiently high reaction rate. The carbon dioxide gas was introduced during the whole process at a rate of 0.6 L/min.

3.3 Column system (continuous system)

Sixteen different column systems were carried out at various bed heights (0.01, 0.02, 0.03 and 0.04), particle size (0.5, 1 and 1.6 mm), initial concentration (0.5, 0.75, 5, 10 mg/L), flow rate (1, 5, 10 and 20 L/h), pH (5, 7, 9, and 11). All these experiments followed the same procedure.

3.3.1 Equipment

A schematic representation of the experimental equipment is shown in **Fig. 2**. A plastic column of height 0.5 m and diameter 0.1m was used. The produced activated carbon was placed in the column, to ensure a good distribution of the solution of (lead nitrate) from the above a plastic mesh were used and to support the activated carbon in the column another manual fabricated plastic screen were used to prevent any losses of carbon granules from the bed. A cylindrical glass container was used with the volume of 0.05 m³ as storage for the solution and feeder to the column. The lead nitrate solution was pumped by means of a pump (MARQUS of 550 watt) from the feed container to the top of the bed.

4. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the major goal was to produce local adsorbent material from waste tires by pyrolysis process, the carbonization temperature was 500°C, nitrogen gas flow rate was 0.2L/min while the activation process temperature and carbon dioxide gas flow was 850°C and 0.6 L/min respectively and the physical characteristics of the produced activated carbon was measured. **Table 5** represents the results for this step.

4.1 Microscopic analysis

The microscopic analysis micrographs provide information on the structure in the produced local adsorbent material for analysis during the activation process. **Fig. 3,4 and 5** show the expansion in the microscopic structure of the pores.

The surface of the produced material is resulted from the presence of the bonds of hydrocarbons in the raw material without any cracks. This would account for its poor or negligible surface area. The framework development was so rapid, resulting extra



cavities and leads to crack formation. Due to this well-developed pores, the produced material possessed high surface area. The micrograph magnifies the internal cavities, which are now clearly visible. The rate of activation (the formation of pores in the process) will be influenced by the formation of oxides on the surface (small white particles which are scattered on the surface of the produced local adsorbent material), **Banar, 2012** as shown in **Fig. 6**.

4.2 Column experiments (continuous process)

4.2.1 Effect of bed height (H)

The effect of varying the bed height (0.01, 0.02, 0.03, 0.04 m) was studied by fixing the initial concentration of lead solution 10mg/L, constant flow rate 20L/h and particle size 0.5mm. The experimental breakthrough curves are presented in **Fig .7**. From this figure, it can be observed that as the bed height increases, the breakpoint increases. This shows that at smaller bed height the effluent adsorbate concentration ratio increases more rapidly than for a higher bed height. Smaller bed heights corresponds to lesser amount of adsorbent, consequently, a smaller capacity for the bed to adsorb adsorbate from solution. As the flow rate is kept constant, then increasing the bed heights will increase the contact time of the solute with the bed. The effect of bed height on the adsorption capacity of produced activated carbon was shown in **Fig .8** by plotting capacity versus bed height. This figure showed that increasing the bed height will increase the capacity, due to the fact that additional spaces on activated carbon sites will be available for the solution molecules to be adsorbed on these unoccupied sites; furthermore, increasing the bed height will give a sufficient contact time for these molecules to be adsorbed onto produced activated carbon bed.

4.2.2 Effect of flow rate

The effect of varying the flow rate (1, 5, 10 and 20 L/h) were studied by fixing the bed height at 0.04m, particle size 0.5mm and initial concentration 10 mg/L. The experimental breakthrough curves were presented in **Fig.9** as C_e/C_o versus time. This figure shows that as the flow rate increases, the breakthrough curve become steeper. The breakpoint decreases due to the residence time of pollutant in the column, which is not long for adsorption equilibrium to be reached at high flow rate. Therefore, at high flow rate the adsorbate solution leaves the column before equilibrium completely occurs due to the reduction in the contact time.

Increasing the flow rate will cause a reduction in thickness of the surface film, which is considered as a resistance for the mass transfer in turn that will increase the mass transfer rate. In addition, an additional mixing is caused because of increasing flow rate that will ease the penetration and the passage of the adsorbate molecules through the particles and occupying a site(s) onto the adsorbent.



4.2.3 Effect of initial concentration (C_0)

The effect of varying the solute initial concentration and the breakpoint curves were plotted, maintaining the bed height at 0.04m, flow rate at 1 L/h and varying the initial concentration (0.5, 0.75, 5, 10 mg/L) and particle size 0.5 mm. The results were presented in **Fig.10**. The above breakthrough curves show that any increase in the initial concentration made the breakthrough curve much steeper. This is due to increasing the driving force for mass transfer with increasing the concentration of solute in solution. In addition to that the higher initial concentration yielded a higher driving force along the pores thus the equilibrium was attained faster for higher adsorbate concentration. As the breakpoint was inversely related to the initial concentration, the time required to reach saturation decreases with increasing the inlet solute concentration.

4.2.4 Effect of the particle size

Effect of the activated carbon particle size (0.5, 1, 1.6mm) on the breakthrough curve were plotted by keeping the other parameters constant flow rate (1L/h), initial concentration (0.5mg/L) and bed height of (0.04m). These curves are presented in **Fig.11**. The breakthrough curves show that the time required for reaching the breakpoint increases as the particle size decreases. This is because when the particle size decreases, the surface area available for adsorption will increase, therefore the time for saturation will increase. As the particle size increases, the thickness of stagnant film around the particle increases, and the total length of the path inside the pore increases. Under these conditions, the overall kinetics of the process is low, because the time for a molecule of adsorbate to reach the adsorption site is more, as the diffusion path along the pores is large. The effect of the particle size on the capacity of produced activated carbon was shown in **Fig.12**. It is noticeable that increasing the particle size will decrease the capacity of produced activated carbon. This may be attributed to the following; for small particles of produced activated carbon, the micropores are believed to be more readily accessible by the solution molecules and the transport is mainly due to film diffusion which is more effective than inter-particle diffusion. As the particle size increases, the transport due to inter-particle diffusion will be more dominant and, as it is a slow and not very effective process, the capacity will decrease as the particle size increases.

5. CONCLUSIONS

The local adsorbent material with medium porosities can be produced from pyrolysis of waste tires at 500°C, followed by physical activation at 850 °C. The surface areas and pore volume of the produced material were found to be (118.59 m²/g) and (0.1467 cm³/g) respectively.



In continuous process, the break point in the breakthrough curves in the system was related to: Flow rate, initial concentration, and bed height and particle size. The breakpoint time decrease with the followings:

- a. Increasing the flow rate.
- b. Decreasing the bed height.
- c. Increasing particle size.
- d. Increasing the initial concentration.

The adsorption capacity of the produced adsorbent was investigated. The adsorption capacity was increased with decreasing particle size, and related directly with the bed height.

REFERRANCE

- Akyildiz, V., 2011, *Pyrolysis of Tire Derived Fuels (TDF)*, PhD thesis, Anadolu University, Graduate School of Sciences, Turkey.
- Ariyadejwanich P., Tanthapanichakoon W., Nakagawa K., Mukai S.R., Tamon H., 2003, *Preparation and characterization of mesoporous activated carbon from waste tires*, Carbon 41(1):157–164.
- Banar, M., Akyıldız, V., Ozkan, A., Çokaygil, Z., and Onay, O., 2012, *Characterization of Pyrolytic Oil Obtained from Pyrolysis of TDF (Tire Derived Fuel)*, Energy Conversion and Management, DOI: 10.1016/j.enconman.03.019.
- Clark, C., Meardon, K., Russell, D., 1993, *Scrap Tire Technology and Markets*, Pollution Technology Review No.211, U.S. Environmental Protection Agency: Park Ridge.
- Helleur R., Popovic N., Ikura M., Stanciulescu M., Liu D., 2001, *Characterisation and potential applications of pyrolytic char from ablative pyrolysis of used tires*, J. Anal. Appl. Pyrol. , 58–59:813–24.
- Jang, J.W., T.S., Yoo, J.H., Oh and I., Iwasaki, 1998, *Discarded tire recycling Practices in the United States Japan and Korea*, Resources, Conservation and Recycling 22: 1-14.
- Juma, M., Korenova Z., Markos J., Annus J., Jelemensky L., 2006, *Pyrolysis and Combustion of Scrap Tires*, Petroleum and Coal. 15-26.-
- Mui, E.L.K., Ko, D.K, McKay, G., 2004, *Production of active carbons from waste tires – a review*, Carbon, 42,(14),2789-2805.

- Murillo, R., Navarro, M.V., Garcia, T., Lopez, J.M., Callen, M.S., Alyon, E., and Mastral, A.M., 2005, *Production and Application of Activated Carbons Made From Waste Tire*, Industrial Engineering and Chemical Research, 44, pp.
- Napoli A., Soudais Y., Iecomte D., Castillo S., 1997, *Scrap tire pyrolysis, are the effluents valuable products*, J Anal Appl Pyrol, 40-41, 373-82.
- William PT, Besler S, 1995, *Pyrolysis-thermogravimetric analysis of tires and tire component*, Fuel. 14 (No.9). 1277-83.

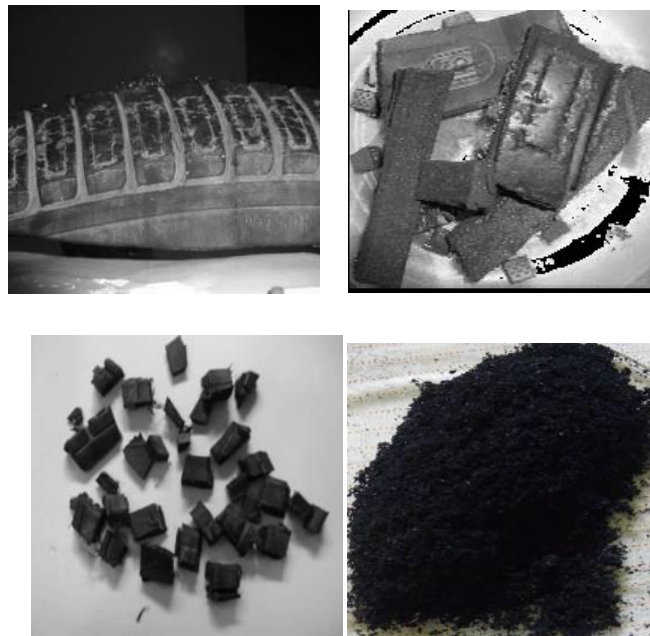


Figure1. Steps of shedding and grinding waste tires.

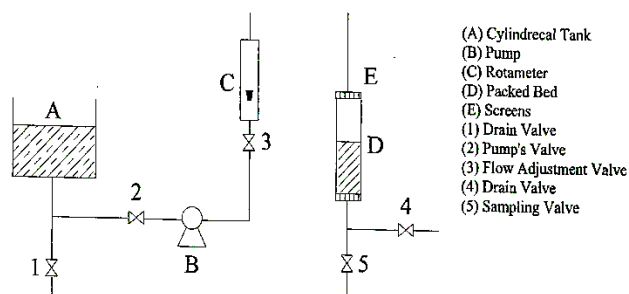


Figure2. Schematic representation of the experimental apparatus.

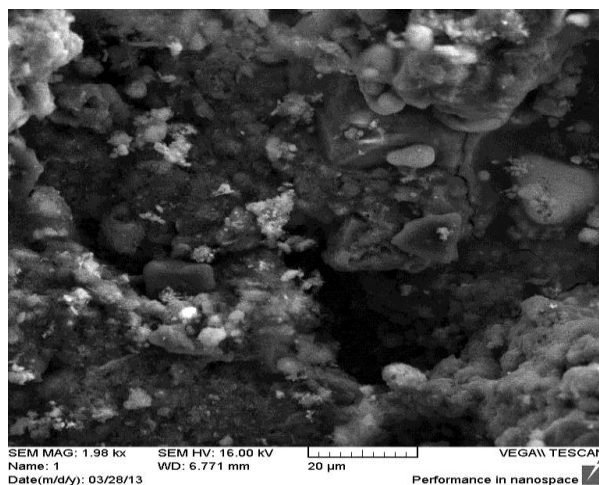


Figure3. The microscopic structure of the produced local adsorbent material at magnification power (1.98 kx).

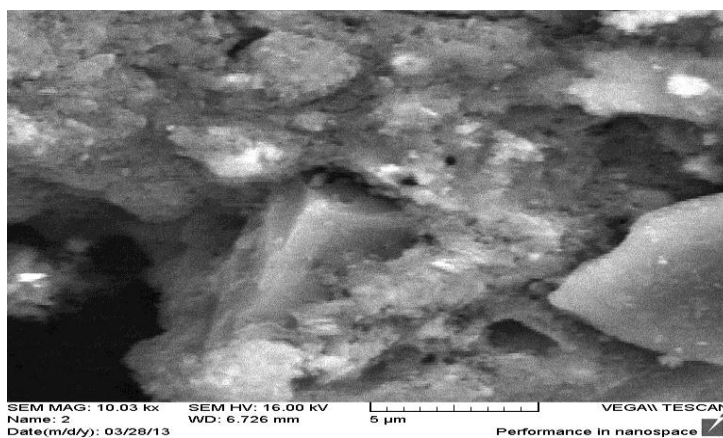


Figure4. The microscopic structure of the produced local adsorbent material at magnification power (10.03kx)

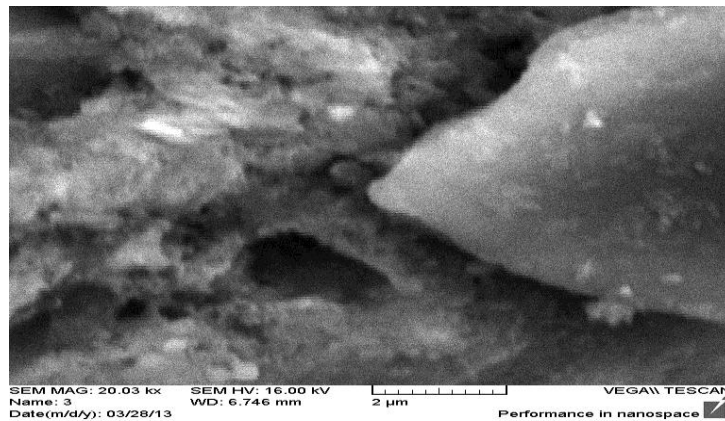


Figure 5. The microscopic structure of the produced local adsorbent material at magnification power (20.03 kx).



Figure6. Formation of white scattered particles on the surface.

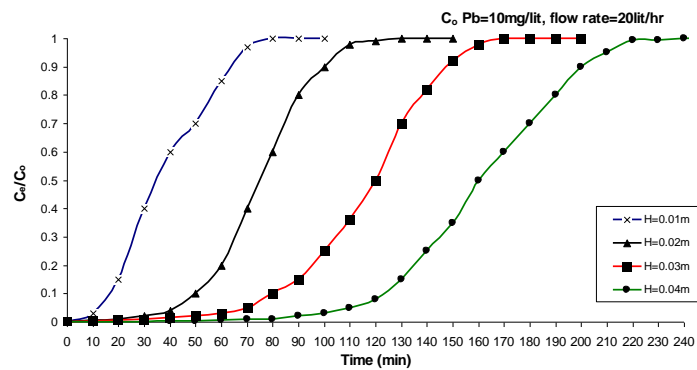


Figure7. Experimental breakthrough curves for adsorption of Pb onto the produced activated carbon at different bed heights.

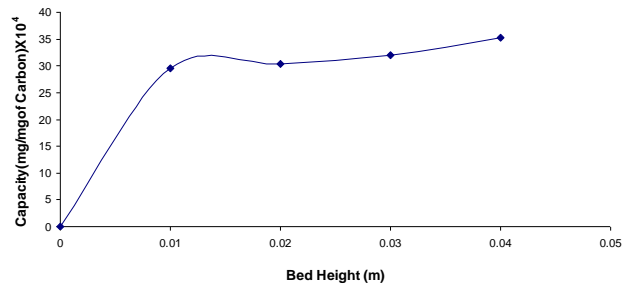


Figure8. Effect of bed heights on the capacity of the produced activated carbon.

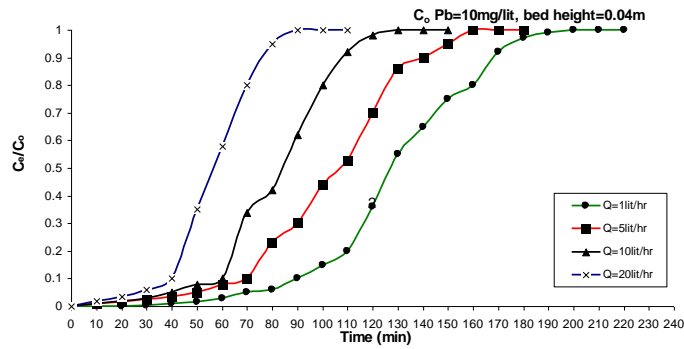


Figure9. Experimental breakthrough curves for adsorption of pb onto the produced activated carbon at different flow rates.

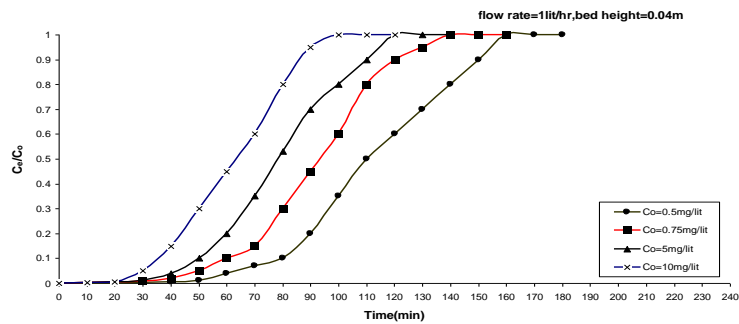


Figure10. Experimental breakthrough curves for adsorption of Pb onto the produced activated carbon at different initial concentrations.

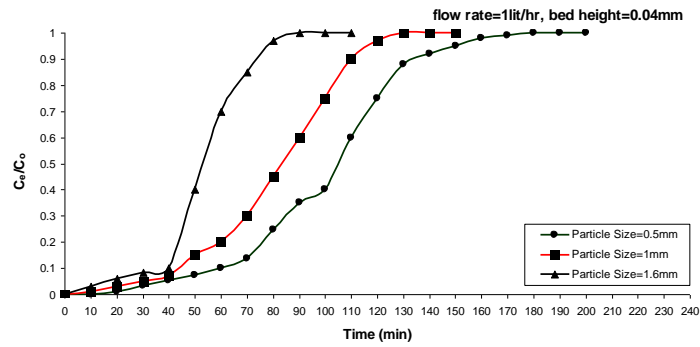


Figure11. Experimental breakthrough curves for adsorption of Pb onto the produced activated carbon at different particle size.

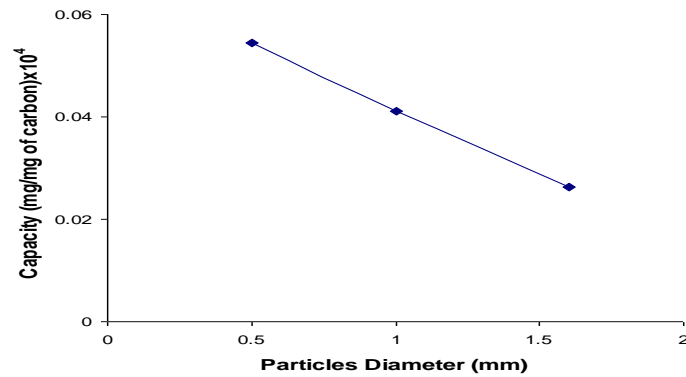


Figure12. Effect of the particle sizes on the capacity of the produced activated carbon

Table 1. Composition of tire rubbers

Component	Weight Percent[%]
Styrene-butadiene rubber (SBR)	62.1
carbon black	31.0
extender oil	1.9
zinc oxide	1.9
stearic acid	1.2
sulfur	1.1
accelerators	0.7

**Table2.** Composition of waste tires at pyrolysis process at (900 °C).

Elemental analysis (wt.%)	Waste tire		
	Cunliffe and Williams, 1998	Rodriguez et al., 2001	Murillo et al., 2005
Carbon	86.4	88.64	83.92
Hydrogen	8.0	8.26	6.83
Nitrogen	0.5	0.43	0.78
Sulphur	1.7	1.43	0.92
impurities	3.4	1.24	7.55
Proximate analysis (wt. %)			
Moisture	1.3	0.94	0.79
Ash	7.1	3.83	4.16
Volatiles	62.2	64.09	64.97
Fixed carbon	29.4	31.14	30.08

Table3. The principle phases of pyrolysis process.

Temperature(°C)	Phases of pyrolysis process
20-100	Mainly a dry phase meant for water removal and vapor formation.
100-150	Starting of thermal degradation reaction.
200-500	De-polymerization, H ₂ S separation, formation of olefin, paraffin, hydrocarbon and permanent gas.
500-600	Decomposition of long chain hydrocarbon into H ₂ , CO ₂ , CH ₄ and olefin.
> 600	Mainly aromatic radical reactions with the formation of aromatic compounds take place.

Table4. The specification of lead nitrate.

Salt used to prepare the metal ionic solution	Pb(NO ₃) ₂ .H ₂ O
Purity	98.5%
Solubility of the salt (mole/ L)	1.57
Hydrated cation radius (°A)	2.61
Manufacturing company	BDH

تأثير العامل التشريعي في هوية العمران السكني الحديث في العراق

رقية باسم خزعل / باحثة
جامعة بغداد / كلية الهندسة / قسم العمارة
nuna_thebeauty@yahoo.com

الدكتور كاظم فارس ضمد / مدرس
جامعة بغداد / كلية الهندسة / قسم العمارة
kadhimi_essawi@yahoo.com

الخلاصة

تطور العمران السكني وتغير في حقب متعاقبة وبدفعات تدريجية، إذ القى بظلاله على هوية العمران السكني الحديث في العراق. ان الغياب شبه التام للتشريعات المنظمة للعمران وضعف دور الدولة الرقابي فضلاً عن اهمال الموروث العمراني اسهم في انتاج بيئة عمرانية غريبة عن هويتها التقليدية، وساعد في ذلك الضغط الاستخدامي للبيئة العمرانية نتيجة نمو السكان وتزايد الحاجة السكنية. يستهدف البحث تقديم تصور موضوعي لآلية تطبيق التشريعات العمرانية النافذة ومراقبة تنفيذ الأعمال التي تخص بنية العمران عموماً والعمران السكني تحديداً بغية الحفاظ على الهوية التقليدية للمدينة العراقية الحديثة. ولمعالجة مشكلة البحث وتحقيق اهدافه يفترض البحث أن: المنظومة التشريعية القائمة على تراتب هرمي في مفرداتها، المرنة في تطبيقها، المستخلصة من الواقع الموضوعي، يمكنها انتاج عمران سكني بهوية محلية. لقد تم تحديد مفردات العملية التأثيرية للعامل التشريعي: بالتشريعات التخطيطية، القوانين والانظمة، الضوابط والمحددات، الاشراف والرقابة. ومن ثم استخلاص المؤشرات النظرية للتأثير في البيئة العمرانية والمتمثلة: بالنسبة والتناسب، الجوهر والمظهر، خط البناء والسماء، المقياس والحجم، الشرفية والتستر، الانفتاحية والاحتوائية من خلال دراسة عدد من المخالفات التشريعية على المحلات والوحدات السكنية التي انتجت هذه المؤشرات. لتطبيق واختبار هذه المؤشرات عملياً تم انتقاء محلتين في حي الربيع في بغداد، وفي ضوء مسح ميداني دقيق وجد البحث: فقر المفردات العمرانية، ضعف الملائمة والانسجام، غلبة المظهر على الجوهر، تفاقم المشاكل التخطيطية للمحلة والتصميمية للسكن، وبالتالي فإن المشهد الحضري مرتبك بخليط من الطرز والاشكال والمواد والالوان، الغريبة عن الواقع المحلي، ضاعت فيه الهوية الفردية والجمعية. لذا فالحاجة ماسة لاستعادة هوية المدينة العراقية في ضوء برامج شاملة لتحديث التصميم الاساسي للمدن واصلاح النظام التشريعي القائم بتحديث القوانين القديمة وسد الثغرات الموجودة، فضلاً عن تفعيل الدور الرقابي من خلال آلية اشرافية لضمان التطبيق الالزامي للقوانين.

كلمات البحث الرئيسية:- الهوية ، التشريعات ، العمران السكني

The Impact of Legislative Factor in the Identity of Modern Residential Urban in Iraq

Dr. Kadhimi Faris Dhumad
Department of Architecture Engineering
College of Engineering\ Baghdad University
Email: kadhimi_essawi@yahoo.com

Roqaiya Bassim Khaza'al
Department of Architecture Engineering
College of Engineering\ Baghdad University
Email: nuna_thebeauty@yahoo.com

ABSTRACT

The Urban Residential has developed and changed in different periods of time with successive and gradual shifts, as it cast a shadow over the characterization of modern urbanism in Iraq. The semi-total absence of the governing legislation of urbanization as well as the weakness of the State's role of supervisory in addition to neglecting urban heritage contributed in offering a strange environment in relation to its traditional identity. That was increased by the pressure of the using urban environment as a result of the increasing of population as well as the growth of people's needs. The research aims to provide an objective view for a mechanism of the application of urban legislation to monitor the implementation of the business relating to the urban structure in general and specifically the urban residential areas in

order to preserve the traditional identity of the modern Iraqi city. For the purpose of treating the problem of research and to achieve its goals, the research supposes that the legislative system is based on a pyramid arrangement in its vocabulary, which is flexible in its application, and are drawn from objective reality, it can produce urban residential with local identity. The elements of the practical influential process of the legislative factor identified by the planning legislation, laws, regulations, controls and limitations, supervision and oversight. And then draw theoretical indicators which affect the urban environment, namely: proportionately, essence and appearance, construction and the sky line, the scale and size, bearings, cover-up, opening-up and containment through the study of a number of legislative irregularities in neighborhoods and residential areas that produced these indicators. For applying and testing these indicators practically, two selective neighborhoods in Al Rabeea'a District in Baghdad has been chosen and with a précised field survey the search findings are: the poverty of Urban elements, the weakness of appropriate and harmony, the predominance of appearance over substance, the aggravation of the problems of neighborhood planning and house designing. As a result, the research found the urban landscape confused mix of styles, shapes, materials and colors, foreign to local realities, that caused then the loss of the individual identity and totally one. Thus there is an urgent need to restore the identity of the Iraqi city in light of comprehensive programs to modernize the Master planning of cities, and reform the legislative system through updating old laws and filling the existed gaps, furthermore activate the monitoring role through the supervisory mechanism to ensure the mandatory application of the laws .

Key Words : Identity , Legislation , Residential Urbanism

1. **المقدمة :-** الهوية من العوامل المهمة التي تؤثر في تشكيل المدينة بشكل عام والعمران السكني بشكل خاص ، فكل مدينة لها هويتها الخاصة التي شكلت سماتها ، الا ان الوظائف الجديدة التي دخلت على المدينة بدأت تسبب خطر في فقدان الهوية ، وتؤثر على المجتمعات العمرانية المختلفة . فكل مدينة خلفية تاريخية وجغرافية واقتصادية وتخطيطية تكسبها طابع وهوية حضارية تبرزها التفاصيل المعمارية المميزة لها ، والتي تشعر بوجودها بمجرد السير في الطرقات وملاحظة نمط البناء واشغال المساحات ، ولا تعني التشابه بقدر كونها مرجعية التفاصيل ووحد النمط العمراني و طراز البناء المستعمل والكيفية التي يمتزج بها التاريخي بالحديث ، مما يمنح المدن العمق الاجتماعي - الانساني الذي يؤثر على سمات التركيبة المجتمعية للسكان والسمات الادركية للابنية . يتناول البحث العامل التشريعي وأثره على الهوية العمرانية ، وهذا العامل يتغير من مكان لآخر ومن مجتمع لآخر ، لكنه بالمجمل يشكل مدخلاً مؤثراً تنعكس آثاره على هوية العمران عموماً والعمران السكني على وجه الخصوص .
2. **مشكلة البحث :-** غياب الهوية التقليدية للمدينة العراقية الحديثة على خلفية التشوهات الشكلية والاختلالات المضمونية للبيئة العمرانية عموماً ونسجها السكني على وجه الخصوص بسبب الغياب شبه التام لدور التشريعات العمرانية تقنياً ورقابة .
3. **هدف البحث :-** تقديم تصور موضوعي لآلية تطبيق التشريعات العمرانية النافذة ومراقبة تنفيذ الأعمال التي تخص بنية العمران عموماً والعمران السكني تحديداً بغية الحفاظ على الهوية التقليدية للمدينة العراقية الحديثة.
4. **فرضية البحث :-** المنظومة التشريعية العمرانية القائمة على تراتب هرمي موضوعي في مفرداتها والمستخلصة اساساً من متطلبات العمران السكني المحلي يمكنها إنتاج عمران سكني ذو هوية محلية شريطة وضع آلية عملية مرنة لتطبيق هذه المفردات التشريعية .
5. **المفاهيم الاساسية :-**

5-1 **الهوية :-** يشير البستاني في قاموسه ((المنجد)) الى ان الهوية هي وسيلة التعرف على الاشياء ، وهي بطاقة يثبت فيها اسم الشخص ومكان اقامته وسنة ولادته وعمله وجنسيته ، قولنا فلان يحمل هوية ، أو فلان مجهول الهوية ؛ اي انها وسيلة تعريفية لاثبات حاملها أمام الجهات الاخرى ، ووسيلة للتعرف على الاشياء ، وعن طريق معرفة المظاهر الخارجية لها (البستاني ، 1956 ، ص362) . يقول (لينش Lynch) أن الهوية تتلخص في قدرة الشخص على التعرف على مكان ما نتيجة تفرده عن غيره بصفات وخصائص مميزة . والبيئة التي تعتمد في هويتها على نشاط خاص تكون قوية جداً ؛ لأن المستعملين دائماً ما يشتركون ويتفاعلون مع مثل هذه الأنشطة المتميزة . إذا البيئة تكون لها هوية وشخصية خاصة ليس فقط عندما يكون لها القدرة علي غرس تميزها البصري في ذاكرة الناس فيتعرفون عليها ولكن أيضاً عندما يكون لديها القدرة التي تجعل الناس يتعرفون عليها عن طريق مشاركتهم في ممارسة أنشطتها المختلفة (Lynch، 1981 ، p 16) . ويُعرف

((النعيم)) الهوية بانها مجموعة من القرارات الجماعية التي يتبناها مجتمع ما في زمن محدد للتعبير عن القيم الجوهرية (العقائدية، الجمالية، الاقتصادية، والتقنية) التي جميعها تشكل صورة متكاملة تفصح عن ثقافة المجتمع (النعيم، 2001 ، ص99). ويمكن وصف هوية الشيء أنها تركيبته الخاصة من الصفات الجوهرية وهذه التركيبة الخاصة هي ما يميزه عن أقرانه أو الأشياء الأخرى من نوعه وذلك لاختلافها عن تركيبات صفاتها و المشكلة هي أن تركيبة الصفات كبير جداً، أكبر من أن يمكن الإحاطة بها" (Abel, 1997, p12). أي إنها من جهة تعني التميز ومن جهة أخرى تعني التشابه. وحسب رأي (Gottlob Frege) أن الهوية يجب ان تفسر: " كعلاقة رابطة بين الأشياء واسمائها، أي انها اسماء تشير الى اشياء محددة وبذلك صارت الهوية علاقة بين الشيء وصفاته" (Paul, 1967, P.124). ويؤكد كذلك أن الهوية مفهوم لا يقبل التعريف وذلك لأن كل تعريف هو هوية بحد ذاته ، وكذلك هي مجموعة الصفات المتقردة والجوهرية التي تميز كينونة ما سواء كانت هذه الكينونة مادية او معنوية وان الهوية لاتعني الظواهر العابرة او التغيرات العرضية او الحالات الظرفية (رزوقي، 1998 ، ص 27).

2-5 التشريعات :-

2-5-1 مفهوم التشريع :- تطلق كلمة التشريع على مجموعة من الشرائع والقوانين في بلد معين ويفيد معنيين ؛ الأول عام وهو وضع القواعد القانونية اللازمة لتنظيم العلاقات الاجتماعية بين الناس بغض النظر عن كون تلك القواعد التي نتجت عن مصدر معروف من مصادر القاعدة القانونية :العرف أو احكام القضاء ، والثاني خاص وهو تفسير القواعد القائمة وهو التعبير عن ارادة السلطة العامة المختصة في الدول بأصدار قاعدة قانونية والزام الناس بأحترامها .فالتشريع هو كل قاعدة قانونية تصدر في وثيقة رسمية مكتوبة عن سلطة عامة مختصة في الدول ، فهو قواعد عامة مجردة تصدر من السلطة التشريعية (فتوح ، 2007 ، ص5).

2-5-2 التشريعات العمرانية :- هي مجموعة من الاجراءات التقنية والقانونية والاقتصادية والاجتماعية التي يجب ان تعمل على تحقيق نمو متناسق ومنسجم عقلائي وانساني للكتل العمرانية .وهي فن تهيئة المدن او الكتل العمرانية التي تظهر تكاملا واستمرارية والتي تخص السكن او التبادل الاجتماعي ، فهي قواعد قانونية مكتوبة من سلطة مختصة التي تحكم تصرفات الافراد والجماعة وتحكم وتضبط عملية التخطيط العمراني بمستوياته القومية الاقليمية والمحلية ومدخلاتها الرئيسية والفرعية وتحدد شكل العلاقات التي تربط الكتل العمرانية وتحدد الاجراءات والمطلوبات التنظيمية والادارية اللازمة لتحقيق اغراض العمران السكاني خصوصا. (معتوق ، الملا ، عقيلي ، 2014 ، ص 145) .

3-5 العمران السكاني :- تشير كلمة عمران إلى فعل (التعمير) وهو الإقرار بالبقاء، وعمر الشيء (تعميراً) طول عمره، وقوله تعالى (وَاسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا) (هود، آية 61) أي جعلكم عمارها . وقد أرتبط مفهوم العمران عند العرب بالتحضر والاستقرار، وان الحضريون هم من ينتحلون في معاشهم الصنائع ومنهم من ينتحل التجارة ، وان العمارة والعمران هما المحصلة من ثمرات الترف الناتج عن المهن التجارية والصناعية.(الكناني، 2004 ، ص 18) . ويفسر ابن خلدون العمران بأنه خلاصة الظواهر الاجتماعية والاقتصادية والبيئية والسياسية ، فهي خلاصة النتاج الانساني في المجتمع. والعمران هو علم قواعد بناء المدن وتهيئة التجمعات البشرية الذي يُعنى بدراسة السلوك البشري الاجتماعي و تفاعلات البشر مع بعضهم البعض بغية النهوض بالمجتمع. وهو ظاهرة اجتماعية من الممكن ان تخضع لقوانين تركيبيية ، وهي أيضا قادرة على التحول والتغيير وتوليد وتشكيل عناصر مترابطة بصورة مستمرة . والعمران ظاهرة اجتماعية ممكن ان تضبط نفسها عن طريق تخصيص قوانين خاصة بالظاهرة ، كما في القوانين البنائية التي وضعت، والتشريعات التي تخص العملية البنائية في عصرنا الحديث . فالعمران هو ظاهرة اجتماعية بنوية ؛لأنه ينتج من خلال تفاعل المجتمع مع المكان ، وعليه يمكن ان يتولد لنا (بنية عمرانية). والبنية العمرانية ظاهرة اجتماعية تتأثر بالفكر تتكون من شقين ، الاول : يتمثل بالقوانين التركيبية يمكن للانسان أن يكونها فكريا أو من البيئة الطبيعية ، والثاني : مكونات فيزيائية تمثل العناصر المادية للتشكيل البصري في البنية ، ويتفاعل العنصران ليشكلا وحده ترابطية لعلاقة الانسان في البنية العمرانية (فرحات ، 2000 ، ص 20) .

6. نظرة على التشريعات العمرانية في العراق :- تتضمن هذه الفقرة استعراضاً تاريخياً لاهم التشريعات العمرانية الخاصة بتنظيم المدن والعمران السكاني في العراق التي وضعت خلال حقبة مختلفة غير متماسكة مع التطور العمراني والنمو السكاني ومرافقه من ظروف اقتصادية واجتماعية. ويمكن تشخيص بعض الثغرات في كل تشريع وذلك في ضوء الاستعراض الاتي لها :-

1-6-1 نظام الطرق والبنية رقم (44) لسنة 1935 :- يعد من اقدم التشريعات العمرانية في العراق وقد تضمن ضوابط ومحددات الطرق والمباني والمناطق العمرانية . وضعت الكثير من التعديلات على هذا النظام . ورغم كونه تشريع ناجح متكامل في حينه الا انه اصبح قديماً جداً بحاجة الى اعادة نظر شاملة. (المكتبة القانونية العراقية للحكم المحلي، نظام الطرق والبنية رقم(44) لسنة 1935 وتعديلاته ، وزارة الشؤون البلدية والقروية، مجموعة القوانين والتشريعات البلدية(1968).

2-6- قانون ادارة البلديات رقم 165 لسنة 1964:- شرع هذا القانون لافساح المجال لمشاركة المواطنين في ادارة مؤسساتهم المحلية وتطويرها والنهوض بها ومنحهم الاستقلال والحرية في القيام بالاعمال والخدمات البلدية ومنح المجالس البلدية الاستقلال الذاتي والسلطات الواسعة لادارة شؤون البلديات وبذا فان اشراف السلطة المركزية يقتصر على تنفيذ مقررات ومشاريع البلديات (قانون ادارة البلديات رقم 165 لسنة 1964 لمعدل ، جريدة الوقائع العراقية ، مجموعة القوانين والانظمة ، عدد (1033) ، تاريخ 1964/11/22 ، ص904).

3-6- قانون التصميم الاساس لمدينة بغداد رقم 156 لسنة 1971:- ارسى هذا القانون اسس العناية بتخطيط مدينة بغداد وكيفية تنفيذ تصميمها الاساس ، والسيطرة على استعمالات الارض فيها . الا ان هذا التشريع والتصميم الاساس للمدينة اصبحا خارج نطاق الزمن المقبول لقدمها التاريخي وعدم فاعليتهما منذ اواسط الثمانينيات من القرن الماضي ولحد الان مما يتطلب دراسات جادة لاعادة النظر بهما. (قانون التصميم الاساسي لمدينة بغداد ، رقم-156 لسنة-1971 ، جريدة الوقائع العراقية رقم (2125) في 1971/4/18) .

4-6- تشريعات تخص الطرق العامة وشواطئ الانهار:- كان لهذه التشريعات الاثر الكبير في بلورة هيكل بغداد العمراني واعطاء شكلها الرئيسي ، ومن هذه القوانين :-

- قانون الطرق العامة رقم (1) لسنة 1983 (قانون الطرق العامة رقم (1) لسنة (1983)، جريدة الوقائع العراقية رقم(2920) في 1983/1/17.

- قانون تنظيم استعمال محرمات الطرق الخارجية وطرق المرور السريع رقم(55) لسنة(1985)
_ قانون استغلال الشواطئ رقم 59 لسنة 1987. (قانون استغلال الشواطئ رقم (59) لسنة (1987)، جريدة الوقائع العراقية رقم (3231) في 1987/12/5)

5-6- القرارات الخاصة بافراز الاراضي و التملك وهي (وزارة العدل ، المجموعة التشريعية العراقية، مجموعة قرارات، بغداد ، (1979-2003) :-

- القرار رقم (850) لسنة 1979 الخاص بجواز افراز القطع الكبيرة الى مساحة 120م².
- القرار رقم (940) لسنة 1987 الخاص بتحديد افراز القطع الكبيرة بمساحة 200م² .
- القرار رقم (573) لسنة 1977 الخاص بتطبيق مبدأ الاستبدال العيني باراضي مماثلة من حيث القيمة ولكافة الاراضي الزراعية.
- القرار رقم (581) لسنة 1981 الخاص بتمليك الاراضي والبساتين التي يقرر لها استعمال غير زراعي ضمن التصميم الاساس وداخله.
- القرار رقم (51) لسنة 1989 الخاص برفع اليد عن الاراضي الزراعية والبساتين التي يقرر لها استعمال غير زراعي مع تعويض اصحابها بأراضي تعادلها قيمة وقريبة منها او تعويضهم نقداً .
- القرار رقم (286) لسنة 1987 والقرار رقم (345) لسنة 1987 الخاصين بأفراز الاراضي الزراعية والبساتين وتحديد المساحات الدنيا للقطع المفزعة .
- القرار رقم (157) لسنة 1994 الخاص بحصر التملك داخل بغداد بسكانها الذين تم تسجيلهم وفق احصاء (1957) في بغداد.

6-6- قرارات تخص ضوابط البناء:- (مجموعة التشريعات والقرارات ، امانة بغداد ، بغداد ، (1981-2000))

- القرار رقم (51) لسنة 1987 الخاص بتحجيم مدينة بغداد وتغيير استعمالات الارض فيها .
- القرار رقم (472) لسنة 1989 الخاص بتحديد ارتفاع الابنية داخل مدينة بغداد بما لايزيد عن (40) متراً .
- القرار رقم (559) لسنة 1989 الخاص بالزام اصحاب العمارات السكنية بتوفير مواقف للسيارات او دفع رسوم بدل عن عدم امكانية توفيرها .
- القرار رقم (590) لسنة 1989 الخاص بانشاء المشاريع السياحية والكازينوهات على الاراضي العائدة للدولة .
- القرار رقم (121) لسنة 2000 الخاص بمنع التشييد في منطقة مقطع النهر ولعمق 15م .
- القرار رقم (184) لسنة 1997 الخاص بتحسين وتطور ارصافة الشوارع التجارية.
- القرار رقم (1521) لسنة 1981 الخاص بمنح امين بغداد الحق في ترتيب حقوق المساحة للعقارات العائدة لامانة بغداد ولمدة 25 سنة .

- مجموعة من القرارات صدرت في التسعينات من القرن المنصرم تقضي بتحويل استعمالات الشوارع من سكنية الى تجارية وقد ازداد عدد هذه الشوارع عن 100 شارع رئيسي منتشرة على عموم مدينة بغداد وقد كان لهذه القرارات اثرأ في

تغيير ملامح مدينة بغداد . بعد القاء نظرة شمولية وتقييم موضوعي لمجمل التشريعات آنفة الذكر يمكن القول ان معظمها بحاجة الى اعادة نظر بغية التعديل او الالغاء والاستحداث وذلك لعدة مبررات يراها البحث منها: -

- معظم التشريعات قديمة لاتستوعب التغيرات الاقتصادية والاجتماعية والتقنية والثقافية .
- كثير منها كان ارتجالياً يعالج مشكلات جزئية او ازمان عابرة .
- التأثير السياسي واضح على كثير من هذه التشريعات التي جاءت مجففة بحق مدن او شرائح اجتماعية او مكونات طبقية.

7. آلية تأثير العامل التشريعي على الهوية العمرانية السكنية :- ان الغياب التام للانظمة والقوانين البنائية او ضعفها في المعالجة لمواكبة التطورات والتغيرات كل ذلك يلقي بظلاله على البيئة العمرانية وهويتها . ان هذه التشريعات التي يكون للدولة الدور الاساس في تنفيذها ومتابعة تنفيذها من الضروري ان تكون متكاملة ومرنة الى الحد الذي يجعلها قادرة على معالجة المتطلبات الانية ومستوعبة للمتغيرات المستقبلية . وعلى سبيل المثال لا الحصر فان الدولة العراقية كانت توزع الاراضي على ذوي الدخل المنخفضة والمتوسطة خصوصاً من موظفي الدولة وكان ذلك يتم في اطار تشريعات محددة سواء كانت على مستوى القوانين او القرارات او التعليمات وحسب طبيعة النظام السياسي وبنيتها التشريعية القائمة انذاك ، الا انه بمرور الزمن وبزيادة حجم المشكلة الاقتصادية في الثمانينات والتسعينات اقتصر توزيع الاراضي على فئات محددة من الشرائح كالعسكريين وبعض الفئات المنتفذة سياسياً دون مراعاة للأزمة السكنية او الحاجة الفعلية للشرائح الاجتماعية التي هي بأمرس الحاجة الى توفير السكن . وفي العام 2001 توقف توزيع الاراضي تقريباً ، كل هذا ادى الى تفاقم الحاجة السكنية وزيادة العجز السكني وبالتالي تهرؤ النسيج العمراني السكنية وترديه معمارياً وانشائياً وخدمياً (الباحثان).

في العام 2004 عدل الحاكم المدني لقوات التحالف (Paul Bremer) قانون الايجار العقاري اذ اكد في اصداره على احقية المؤجر باخراج المستأجر من ملكه بعد مرور (12 عام) وكان هذا سبباً في توتر العلاقات بين صاحب الملك والمستأجر وخروج الكثير من المستأجرين من مساكنهم واصبح من الصعب الحصول على مسكن يتناسب مع حجم الاسرة ودخلها مما ادى الى ارتفاع معدلات الايجار وفاقم في تردي الاوضاع الاقتصادية والاجتماعية في كثير من المحلات السكنية ولجوء الكثير من الاسر الى السكن في عشوائيات او سكن لا رسمي مما حدى بمجلس النواب العراقي في عام 2007 الى ايقاف العمل بحق القانون لمدة عامين ، وفي العام 2009 تم استئناف العمل به . لقد كان هذا القانون سبباً رئيسياً في تقسيم الدور السكنية الى مساحات صغيرة لتلائم دخل الاسرة وامكاناتها الاقتصادية . ان الزيادة في رواتب الموظفين التي تضمنها السلم الوظيفي في العام 2006 وماتلاه من سنوات ادى كذلك الى ارتفاع آخر في ايجار السكن لعدم وجود المرونة والنضج الكافيين في قانون الايجار . ومثال اخر على التخبط التشريعي في مجال العمران والبنية العمرانية ضوابط وقوانين المصرف العقاري العراقي الذي شجع على استغلال المساحات الصغيرة للسكن كالحدايق في الوحدات السكنية من خلال اعطائه قروض لانشاء توسعات سكنية على هذه الحدايق (Mercer, 2006 ,p14) .

1-7 ضوابط البناء في المناطق السكنية:- ان القوانين قد أسهمت مساهمة فعالة في تكوين البيئة المبنية وتطويرها واعطائها سمة مميزة للواقع الذي نعيش فيه، ولا يخفى ما لهذه القوانين من أثر مباشر في تغيير النسيج الحضري العمراني للحياة المعاصرة مقارنة بالنسيج الحضري للأحياء التقليدية، إذ لجأت السلطات القائمة على تنظيم المدن منذ بدء تنظيم الحركة العمرانية فيها إلى مجموعة من التشريعات المستمدة من النظم الاوربية وهي تسعى إلى تحديد العلاقة بين ارتفاعات المباني وعرض الشوارع وذلك على أساس قواعد ثابتة تطبق في المدن جميعاً دون استثناء يذكر. وتحدد هذه التشريعات والقوانين الخطوط الرئيسية للهيئة العامة للمباني التي لا تتعدى بناء أرض الشارع مع ما في جوفه من مرافق وتحديد ارتفاعات البناء على جانبيه بينما مستخدمو المباني هم من يكملوا الصورة بالبناء على الجانبين بالاسلوب الذي يحقق رغباتهم الشخصية بالاعتماد على القدرات الفنية للمعماري في وضع الملامح الدقيقة للواجهات، فتظهر الفردية في المباني التي تقام في الشارع الواحد دون وحدة في الفكر المعماري او تجانس في الثقافة او تقارب في الرغبات (العامري ، 2004 ، ص 61). بدأ التغيير في العمران السكني للمدينة العراقية وكان السبب هو غياب أو عدم كفاءة التشريعات، والقوانين المواكبة والسبب يعود الى دخول مفاهيم وافكار جديدة للعراق على مستوى النسيج فكان للضوابط والتشريعات والقوانين أثر في السكن ، وظهر ذلك في سن الكثير من القوانين التي لها دور في التأثير على المسكن بدءاً من قانون الطرق والابنية عام 1935 الذي مازال معمولاً به في بغداد حتى صدور قانون التصميم الاساس لمدينة بغداد المرقم (156) لسنة 1971 الذي قدم قبل شركة (PolSERVICE) وصنف المناطق السكنية الى ثلاثة اصناف بحسب مساحة قطعها السكنية ونسبة البناء ، والارتداد الامامي ، والكثافة السكنية (شمس الدين ، 2011 ، ص 25) ، لكن تم الاستعاضة عن هذا القانون بضوابط تخطيطية للبناء وتقسيم الارض في بغداد ومن هذه الضوابط التي تعتمد على عدد الاسر الشاغلة للدار السكنية (أنظر الفقرة 6).

2-7 - مخالفة التشريعات التخطيطية للحى السكني :-

1-2-7 ارتفاع الكتل البنائية :- ان ارتفاع المباني السكنية له علاقة بعرض الشارع ، وان ترك مسافة (اي ارتداد المبنى عن الشارع) يساعد في اعطاء هوية عمرانية للحى ؛ فينبغي ان تكون هناك نسب متوازنة بين الارتفاع والعرض للحماية من اشعة الشمس المباشرة وللتقليل من التوسع في التجاوزات (شمس الدين ، 2011 ، ص 98) . ألا ان الموجود حالياً يشهد

تجاوزاً على مسافات الارتداد للدور السكنية، والزيادة بالارتفاع للطابق الثالث دون الحصول على الموافقات من الجهات المعنية، وهناك دور تجاوزت حتى على حدود الشارع. ذلك يعني غياب دور القوانين والانظمة التشريعية والاعتماد على دور الساكن في تخطيط مسكنه دون مراعاة التخطيط الاساسي للحي، أو ضعف في متابعة تطبيق هذه التشريعات في حالة وجودها، لذا نجد ان التلاعب في ارتفاع المسكن مقارنة مع عرضه أثر على خط السماء والبناء وعلى انفتاحية المبنى واحتوائيته فضلاً عن حجمه ومقياسه والذي أفضى بالنتيجة الى احداث خرق في هوية المبنى بشكل خاص وهوية المدينة بشكل عام.

2-7-2 أنعدام أو قلة المساحات المفتوحة: ان للمناطق الخضراء أثر كبير في تهيئة مناخ ملائم يغير في نفسية الساكن في المنطقة بشكل عام فهي تقلل من شدة الحرارة لتمتعها بمناطق ظل قوية تعطي السكنية والطمأنينة للساكن، وتقلل من اشعة الشمس وتزيد من رطوبة المكان، وتوفر مناطق لعب للأطفال وللتنزه، وتعد مصداً للرياح القوية وتقلل من سرعتها. إلا ان قلة أو إنعدام المناطق الخضراء بسبب التجاوزات والبناء ضمن هذه المناطق سيعمل في حرمان المنطقة من فوائد الغطاء النباتي، وستعاني المنطقة من زيادة في ارتفاع الحرارة وقلة رطوبة الهواء وانعدام السيطرة على العواصف الترابية. (الاعظمي، 2006، ص56). إن غياب القوانين والمتابعة من قبل دوائر الدولة ذات العلاقة جعل من الحي السكني يعاني من العزلة الاجتماعية وقلة التفاعل الاجتماعي والشعور بالانكسار والضيق والامراض الاجتماعية، وهذا يعكس أثر القوانين في تطوير العلاقات الانسانية في تشكيل العمران وظيفياً وجمالياً، مما سبب اختلال في مقياس وحجم المساكن وأثر على جوهر ومظهر المدينة بشكل عام وسبب اختلال في النسبة والتناسب بين الكتلة والفراغ وساعد في ذلك على غياب هوية المسكن بشكل خاص وهوية المدينة بشكل عام.

2-7-3 الإفراز غير القانوني للأراضي السكنية والتقسيم غير النظامي للوحدات السكنية: ان غياب الانظمة والقوانين التي تتعلق بالتخطيط أو الإفراز والاعتماد على الاسس والمفاهيم الغربية في تخطيط بعض الاحياء الجديدة أدى الى ظهور المحلات الجديدة بأفرازات الاراضي السكنية المنتظمة الاشكال والمشرفة على زقاق لم يكن مخصصاً للمشاة فحسب وإنما لسير المركبات أيضاً، لذا فإن خصوصية الفضاءات تعرضت للاختراق. أن إفراز أو تقسيم الاراضي بشكل غير نظامي يحدث عن طريق تلاعب صاحب الملك بعد حصوله على إجازة بناء من البلدية وتقديمه مخطط الدار التي يرغب بتشييدها، فتقوم البلدية بأصدار إجازة للبناء كون ان الارض يبني عليها دار واحدة، إلا ان الارض سيشتد عليها ثلاثة دور أو أربعة في الواقع، فقطعة الارض التي تكون مساحتها 1000م² مثلاً في محلات منطقة الاعظمية، تقسم الى 10-16 وحدة وتشيد عليها دور سكنية وبمستويات مختلفة من البناء. فهناك أختلاف في التصميم والمواد والمدة الزمنية مما يؤدي الى التأثير السلبي في الهوية العمرانية للمنطقة والسبب في ذلك هو شيوع الملكية للدور السكنية والتي زادت في الوقت الحاضر وستزداد بالمستقبل ان لم يكن هناك قانون يهتم بالإفراز. (معنوق، الملا، عقيلي، 2014، ص150). بالتالي فإن غياب الانظمة والقوانين المكيفة محلياً دون الاعتماد على المفاهيم الغربية غير الملائمة للطبيعة التقليدية للحي السكني أدت الى ظهور افرازات غير قانونية والسبب هو عدم الملائمة للمتطلبات المحلية للمجتمع الذي نتج عنه تحكم الساكن في الارض السكنية أدت الى اختلال هوية المسكن بشكل خاص ومن ثم هوية الحي السكني بشكل عام.

وعلى مستوى المسكن فان تصميمه يعتمد على مفهومين اساسيين (نزعه الى الانفتاح مع عدم فقدان الخصوصية، الحماية والامان)، وبسبب تغير العلاقات بين الكتل البنائية وظهور الانفتاحية في الاحياء كان سبباً في انعكاسها على هوية العمران السكني عن طريق ابتعاد كتلة المسكن عن مفهوم الانغلاق ووجود فضاء خارجي في محيط المسكن، فانقلبت العلاقة بين الداخل والخارج من المدخل المنكسر الى المدخل المباشر الى المدخل الخارجي المعتمد واختفاء الفناء الوسطي للدور والانفتاح نحو الخارج، كل تلك كانت عوامل سببت في اختراق لخصوصية المسكن وهويته. (البغدادي، 2010، ص85). أن ظهور الافرازات غير القانونية وعدم ملائمتها مع متطلبات المجتمع وغياب دور الانظمة والقوانين بشكل اساس ساعد في ظهور اختلال واضح في مؤشر المقياس والحجم وسبب خرق في خصوصية الساكن وظهور الشرفية بشكل واضح وانفتاحية الدور مع بعضها وانعدام التناسب في حجم ومقياس المساكن، ذلك اسهم في حصول مفهوم الاغتراب في الهوية لدى الساكن من جانب وعلى المسكن والمدينة من جانب آخر. أنظر جدول رقم (1)

2-7-4 التجاوز: لكل حي سكني نسبة تغطية وهذه بدورها تتناسب عكسياً مع مساحة قطعة ارض الدار السكنية، وينبغي مراعاة هذه النسب للمحافظة على المناطق المفتوحة. إلا انه بعد العام 2003 ظهرت الكثير من التجاوزات على النسب والمعايير البنائية التي حددتها القوانين والانظمة الموضوعة من قبل البلديات. ان نسب التجاوز وصلت الى 90% والذي بدوره سبب زيادة في الكثافات السكانية. ان زيادة الكثافة والاكتظاظ على مستوى المحلة ينعكس بطبيعة الحال على المسكن الذي هو الوحدة الاساسية في النسيج العمراني السكني، فأغلب الاحياء السكنية تقتصر الى المناطق المفتوحة وامكن الترفيه ولعب الأطفال، وهذا بدوره يزيد من نسب التلوث والاختناق (الجلبي، 2010، ص68). كما ونجد ان ازالة المزروعات وتحويل مساحاتها الى دور سكنية والقضاء على الغطاء النباتي وتحويله الى ساحات مبلطة غير وظيفية، كل ذلك ولد انعدام في التوازن بين المساحات البيئية والمساحات المفتوحة ولم تبق الا الطرق والمماشي متنفساً للساكنين والسبب في ذلك استغلال المناطق المفتوحة والمساحات البيئية التي يمكن ان تستغل بوصفها مناطق مفتوحة أو خضراء. وهناك تجاوز آخر يتمثل في بروز الطوابق العليا من الوحدات والمباني السكنية أكثر من الحدود المسموحة في المعايير التخطيطية والتصميمية

التي حددتها القوانين والانظمة ، وهذا ناتج عن ضيق الوحدات السكنية وحاجة الاسر الى فضاءات اوسع .ان هذا البروز فضلاً عن كونه غير قانوني فإنه غير متسق معمارياً إذ انه يولد تشوهات في الواجهات ونسباً غير مريحة للشارع او الزقاق على العكس من النسب التي كان ينطوي عليها البيت البغدادي التقليدي وانسجامه مع نسيجه العمراني وتكوينه الزقاق ذات الفوائد البيئية والجمالية والوظيفية (فتوح، 2007، ص9) . وهناك تجاوزات اخرى في مساحات القطع الاراضية للوحدات والمباني السكنية وفي الارتفاعات غير المسموح بها والاطلالات غير القانونية على الفضاءات العامة او السكنية المجاورة . ان تجاوز المسكن على مناطق مفتوحة اخرى من خلال المساحة والابعاد والمواد والالوان والمقاييس انتج مشهد حضري غير منسجم مع بعضه يثير التعجب في البيئة السكنية خاصة في النسب واحتوائية وانفتاحية ونسب وتناسب اثر على مظهر وجوهر واحتوائية المسكن والذي يسهم قطعاً في احداث خدش في الهوية العمرانية للمسكن والبيئة السكنية .

2-7-5 صغر المساحات وضيقها: كلما كانت مساحة الدار السكنية مقبولة يكون ملائم لمتطلبات ساكنيه ، فالدار الواسع يبعث السعادة ويكون متنفس للأسرة . كما اشار الرسول محمد (ص) لذلك فقال : (اربع من السعادة وذكرها ومنها الدار الواسع) فالسعة بالمساحة أمر مباح في الشريعة وتختلف باختلاف عدد أفراد الأسرة ونمط حياتهم .ان تصغير المساحة الذي نتج من تقسيم الدور ادى لمشكلة ضيق المساحات الى الحد الذي لاتلائم متطلبات السكن وتقل عن المعايير السكنية الموضوعة . فحسب قانون تصميم الاساس لمدينة بغداد فإن أقل مساحة للوحدة السكنية الصغيرة الحجم هي (87- 150 متر مربع) لأسرة من (3 اشخاص) ، اما الواقع الفعلي فان المساحة وصلت الى أقل بكثير ويسكنها أكثر من (3 اشخاص) فالمساحات الاجمالية تراوحت بين (30-150 متر مربع) ليسكنه (6 اشخاص) (العيسوي، 2006، ص268). أن صغر مساحة الدور السكنية أدت الى عدم كفاية عدد الفضاءات وقلة مساحتها والتي لاتلائم حاجات الاسرة الضرورية فيتم الاستغناء عن فضاء المعيشة ويدمج مع فضاء المطبخ أو مع فضاء الحركة ، وقد تم الغاء فضاء الطعام وانحسار فضاءات النوم. أن أقل مساحة لفضاء النوم ضمن معيار مخطط الاسكان العام (10م²) أما حالياً فهي (6م²) أما فضاءات الخزن فألغيت واصبحت الشرفات والسطح فضاء خزن للمسكن. أما فضاء الحمام والمرافق فتم دمجهم في فضاء واحد وبمساحة 3,5 م². بعد ان كانت المساحة للحمام 5م² ومساحة 1,5 م² للمرافق الصحية على وفق المعيار لمسكن يحتوي على 6 اشخاص. أما فضاء المدخل فتم الاستغناء عنه في الكثير من الدور السكنية. (الزبيدي، 2010، ص52). نجد ان فضاءات الدار أصبحت غير كافية وغير ملائمة لمتطلبات العائلة العراقية ، وان مساحات الدار السكنية غير مطابقة للحد الأدنى للمعيار السكني العراقي الذي افضى الى خرق خصوصية الفضاءات واحتوائيتها ونسبها ومقاييسها وحجمها مؤثراً بذلك على هوية البيئة السكنية والمسكن .

2-7-6 إنعدام الارتداد الامامي: ان صغر المساحات البنائية وزيادة الكثافة السكانية مع وجوب تهيئة حاجات اساسية للسكان ادى الى التجاوز على الارصفة الامامية والفتح على مناوئ صغيرة وفتح الشبابيك بشكل مباشر على الشارع ، واستغلال الارصفة بالتجاوز عليها واستخدامها (البغدادي ، 2010، ص34) كالآتي :-

- أ- استعمال الشارع منطقة للعب الاطفال عند تحديثه.
- ب- منطقة لوقوف السيارات أو وضع مولد الشارع أو المسكن .
- ت- منطقة مفتوحة للزراعة وتحويله الى حديقة للمسكن.

أصبح من الصعب الحفاظ على خصوصية الدار وذلك لتقدم الدار الى الامام والانفتاح نحو الخارج بشكل مباشر ، فكانت المعالجة باستعمال مزروعات عالية الارتفاع وزجاج ملون او مظلل، لكن كل هذه المعالجات لاتحجب النظر أو السمع من الخارج الى الداخل، أو العكس لأضطراب الساكن لفتح الشبابيك للتهوية والانارة في أوقات الحر الشديد وهذا مؤثر كبير في خرق خصوصية الدار فالسكن الملائم هو ان يتمتع بخصوصية عالية الذي هو من سمات الهوية . ومن الحلول التي قد تخرق الخصوصية وتؤثر على هوية المنطقة وتخالف القوانين والتشريعات هو رفع الدار السكنية الى نصف متر (50سم) فضلاً عن سلم خارجي بتدرجات للوصول للمدخل ويكون خارج حدود القطعة المعروفة . اما بشأن السيارة فيأخذ جزء من الرصيف ليكون منحدر لدخول السيارة الى كراج المسكن وهذا مخالف للقوانين، وفيه خرق لخصوصية وهوية الشارع ويعارض حركة المشاة (شمس الدين، 2011، ص104). ان تشويه المحلة السكنية عن طريق كثرة التجاوزات أدى الى تشويه في النسق الذي تقع عليه الدار . فالدار قديماً كانت ترتد بمسافة معينة حفظاً لخصوصية الاسرة وبحسب ضوابط معينة للحفاظ على هوية المنطقة العمرانية اما حالياً وخاصة بعد عام 2003 فالملاحظ غياب للتشريعات و القوانين مما أدى الى تجاوز أصحاب العقارات والاملاك على الملكية العامة الذي بدوره يفضي الى تشويه في الانتظام والتجانس في ترتيب الدور السكنية التي كانت سابقاً تتميز بالتضام مما أدى الى تشويه واجهة الاحياء وشيوع حالة اللانظام ومن ثم تشويه صورة المدينة وتشويه هويتها (تفاحة، 2009، ص18) . نجد ان انعدام دور القوانين والانظمة ساعد على امتداد الساكن في تجاوزه على الممتلكات العامة (المناطق المفتوحة والشوارع والارصفة وغيرها) سبب الى اختراق في خصوصية فضاءات اخرى وانعدام النسبة والتناسب بين الدور والفضاءات الاخرى والتشوه الواضح في مقياس الدار مقارنة مع عرض الشارع والاختراق في احتوائية الدار ساعد في تشوه واضح في جوهر ومظهر البيئة السكنية بشكل عام والمسكن بشكل خاص مسبباً في اغتراب الهوية بشكل اساس.

7-3- استخلاص مؤشرات الأطار النظري للبحث:- في ضوء أستعراض العامل التشريعي بوصفه عامل تأثير على الهوية العمرانية السكنية ومفردات هذا العامل المتمثلة بالتشريعات التخطيطية والقوانين والانظمة البنائية والضوابط والمحددات، والإشراف والمراقبة على تطبيق هذه التشريعات ، ونتيجة لتكرار أغلب المؤشرات في كل من المخالفات التشريعية التخطيطية للحي السكني تبعاً لتأثيرها ووزنها النسبي امكن ذلك في استخلاص مؤشرات التأثير التي تم ذكرها سابقاً وتصنيف تأثيرها تفصيلاً . أنظر الجدول رقم (2).

8. الدراسة العملية (منطقة الدراسة : حي الربيع في بغداد) :-

8-1 الخلفية التاريخية لمنطقة الدراسة (حي الربيع):- حي الربيع من المناطق المهمة في مدينة بغداد يقع في الجانب الغربي من قضاء الاعظمية ، ويتألف من عدة محلات تبلغ مساحته 282.2 هكتار. يقع شمال شرق بغداد وهو شبه جزيرة يحيطها نهر دجلة من ثلاث جهات ، وأسست محلات الحي قبل أكثر من خمسمائة عام ، واتخذها خلفاء بني العباس مصيفاً لهم ولعوانلهم شاهدة على ذلك أثارهم الباقية في منطقة (الجوبه محلة 334) في بلدة الدهاليك التابعة للحي ، تتميز بالبساتين والمشاتل ، الحي يربط بين الاعظمية والكاظمية ، وتقع شمال مركز مدينة بغداد على الجانب الشرقي (الرصافة) لنهر دجلة وتعود كل من المحلات الى المركز البلدي . أنظر الشكل رقم (1) . ويقابل الحي مدينة الكاظمية . لقد تم اختيار محلتين للدراسة هي محلة (336) وتعد من المحلات السكنية المعاصرة ، و(334) والتي تعد من المحلات السكنية التقليدية ضمن حي الربيع، وتتداخل الاستعمالات في هذه المنطقة إذ يوجد محال سكنية قديمة وعريقة فضلاً عن المحال الحديثة ، وتوجد الكثير من المدارس والجوامع والحسينيات وغيرها من الاستعمالات. ويتميز حي الربيع بطبيعته الخلابة وبالبساتين والمشاتل والحرف والصناعات اليدوية وتتميز المحلات القديمة (334) بصناعة الزناجيل والحصران والمكانس والشرطان وصناعة السلال والأطباق قرب شاطئ نهر دجلة ، فضلاً عن (المناحل) فهي كثيرة في الحي وإنتاجها يصدر أحياناً ويسوق محلياً.

8-2 مبررات اختيار منطقة الدراسة :-

أ- متكاملة الى حد ما على مستوى المتطلبات الحضرية والخدمية ، فالمنطقة فيها تنوع ومحاور متعددة في حقب زمنية؛ ولكونها منطقة معرفة جغرافياً وادارياً وواضحة المعالم .
ب- الاهمية الدينية والثقافية والاجتماعية للمنطقة من خلال جوارها لمعلمين تاريخيين دينيين وهما : مرقد الامامين الكاظمين (ع) وابي حنيفة النعمان من جهة اخرى ، فضلاً عن كونها تحمل بعض سمات المدينة الاسلامية التقليدية في بعض محلاتها ووجود الجوامع والذي يعد مركزاً تتمحور حوله مختلف الوظائف الاخرى للمدينة ، فأن عمق وتماسك العلاقة بين السكان من الملامح الاجتماعية التي تميز المحلات السكنية التقليدية ، و ترجع هذه الروابط القوية الى عدة اسباب اجتماعية وثقافية منها التفاعل الاجتماعي والعادات والتقاليد والقيم ، ولكون المنطقة تحوي على أجزاء يختلط فيها القديم والجديد (نسيج متكامل) للحصول على الشمولية في التطبيق للمدينة المعاصرة.

8-3 تطبيق واختبار المؤشرات النظرية على منطقة الدراسة (مستوى الوحدة السكنية) :- وجد البحث في ضوء المسح الميداني* لمحلتي (334 و 336) ، وعلى مستوى الوحدة السكنية ومن خلال دراسته سابقاً للفقرة (7-2) وجد ان للمساحة تأثير قوي من خلال التلاعب في احجام ومقاييس ونسب واحتوائية وتستمر الفضاءات ، فأعتمد البحث في اختياره مفردة المساحة وبطبيق مؤشرات التأثير عليها ، فأن هناك انماطاً متعددة من الوحدات السكنية تختلف بالتصميم وبالمواد البنائية والانهائية. أن معظم الوحدات السكنية في محلة (336) لم تكن مصممة من قبل مهندسين معماريين فقد أقتبست تصاميمها من نماذج هجينة أو اجتهادات شخصية لغير المختصين بالشأن الهندسي مختلفاً لما وجد في محلة (334) . ولقد تم تطبيق المؤشرات النظرية للبحث على هذه الوحدات للتقييم واستخلاص النتائج وكالاتي:-

8-3-1 المساحة :- نتيجة للتغير السياسي في العراق بعد عام (2003) وزيادة الهجرة والتهجير القسري والانتقال بين المحافظات والمناطق خصوصاً مدة (2006-2008) ، وكذلك لتدهور الاقتصاد واضطراب السوق العراقي ، كل ذلك كان سبباً في ظهور مشاكل انعكست عمرانياً ومعمارياً على الدار السكنية .في حين كانت مرحلة الثمانينيات من القرن المنصرم تتسم بوضع اقتصادي جيد نسبياً انعكس في تحرر العائلة العراقية من آثارالازمات الاقتصادية وبالتالي فأن الدار السكنية لم تتعرض الى تغيرات واضافات كبيرة غير مدروسة، ولكن فترة التسعينيات حيث الحصارالاقتصادي الذي شكل بداية الازمات الاقتصادية الكبرى وبداية حالة التدهور العمراني للمساكن والبنية العمرانية السكنية. أنظر الشكلين رقم (2) ، (3) :-

8-3-1-1 النسبة والتناسب:- ان الضوابط والقوانين تمثل قاعدة للالتزام والخروج عنها يعد تجاوزاً. لقد وجده البحث في المحلتين (336 و 334) خصوصاً القريبة من الشارع في مساكن التجاوز أن الدور غير متناسبة مع بعضها ومع الشوارع ومع النسب التي ينطوي عليها النسق التخطيطي للمحلة بشكل عام. أن تصميم المسكن لابد ان يكون وفق جملة اشتراطات منها نسبة التغطية من الارض السكنية لكي تتوفرمساحات مفتوحة وخضراء متنفساً للمحله، غيران الزيادة البنائية والتجاوز

* تم إجراء المسح الميداني بتاريخ آذار 2015 وبحجم عينه (60) من خلال الزيارات الميدانية للمحلتيين السكنيتين.

على الأراضي ذات الاستعمال الزراعي ، هذا التجاوز الذي كان نتيجة صغر مساحة الدور السكنية وارتفاع معدلات الاشغال فيها . لقد ظهر تقسيم القطع السكنية التي مساحتها 600م² في محلة (336) الى عدة أقسام أدى الى اختفاء الترك الامامي للوحدات وجعل من سياج الدار حدود الشارع المجاور . ان ازدياد كثافات الدور وضياح المسافات البينية بين المساكن والابنية العامة في المحلة خلف توسع وزيادة في المساحة البنائية ضمن المحلة وصلت الى الضعف والنصف ، فنتج عنه تضاعف بالكثافات السكنية وضغط مضاعف على خدمات البنية التحتية. أنظر جدول رقم (3) .

8-3-1-2 المقياس والحجم :- ان مساحات وحجوم الوحدات السكنية تغيرت بشكل كبير ، فنلاحظ في جزء من المحلة (334) أن الارتفاع المزدوج للوحدات السكنية (double volume) ألغى نظراً للحاجة الى المساحات خصوصاً في الوحدات السكنية الصغيرة . غير ان عدداً آخر من الوحدات السكنية خصوصاً كبيرة الحجم في محلة (334) و (336) حافظت على ارتفاعها المزدوج والاعمدة الخارجية في الواجهات . الا ان بعض الوحدات استخدمت الأعمدة في الواجهات كذلك لكن لدواعي تزيينية جمالية لا وظيفية كما في محلة (336) . ان زيادة ارتفاع الوحدات السكنية لاسيما تلك المطلة على الشوارع أو الأزقة دون مراعاة للمقياس المناسب مع الشارع وازدحام طابق ثالث تجاوزاً على المحددات البنائية ، اذ ان الارتفاع المسموح هو 9م من مستوى الرصيف الى أسفل مرد الماء ، كل ذلك أدى الى اختلالات في مؤشرات المقياس والحجم الذي يمثل الحالة الانسانية المهمة في البيئة السكنية .

8-3-1-3 الانتفاحية والاحتوائية :- تنقسم الدور السكنية الحديثة بأنفتاحها نحو الشارع والحدائق الامامية لها اطلالات مباشرة على الشوارع ، ونظراً لصغر مساحة قطعة الارض للوحدات السكنية وزيادة متطلبات المساحة الوظيفية للأسر ، فالمساحات البنائية اخذت بالامتداد على عموم مساحة القطعة متجاوزة على المساحة الامامية والجانبية والاعتماد بالتهوية والانارة على المناور الضيقة الصغيرة الحجم والابعاد ، لذا فإن أغلب التصاميم الحديثة اتسمت بملا القطعة بالبناء حتى البناء احياناً على الحافات الامامية وفتح الشبايك على الشارع مباشرة ، وهذا تجاوز صريح على المحددات البنائية وعلى خصوصية الاسر الساكنة . كما تم التجاوز في كثير من الحالات على الارصفة الامامية وعمل اسيجة على حافات الشوارع وازدحام المساحة كحدائق للدور الامر الذي أدى الى انتهاك ليس فقط للخصوصية بل تعريض امن الساكن الى المخاطر . اذن فالانتفاحية اصبحت على الخارج مباشرة وبصورة خارقة للخصوصية ، في حين فقدت الاحتوائية للدار نتيجة التلاعب بمساحات الدار والغاء الفضاءات المفتوحة الداخلية. أنظر الجدول رقم (4)

8-3-1-4 الشرفية والتستر :- في محلة (334) استعمل النموذج الشبكي في التخطيط ، فقد خلت الأزقة فيه من الفضاءات الحضرية للتجمعات السكانية التي تحفظ الدور من الشرفية المباشرة أو غير المباشرة وتحافظ على خصوصيتها . ولكون الشوارع مرتبطة ومتعددة الاستعمالات في بعض الأزقة وخاصة في محلة (334) في شارع حي الربيع ، وكذلك هناك اختلاط داخل المحلة (336) ، في هذا الشارع نجد على سبيل المثال ان مايقرب من (22) وحدة سكنية استحدثت مداخل أخرى لها في واجهاتها الخلفية ، وكذلك الحال في شارع الربيع فإن مايقارب 27% من الدور استحدثت مداخل ثانوية نتيجة اضافة وحدة سكنية جديدة ضمن القطعة السكنية في الحديقة الامامية او الترك الخلفي. أنظر جدول رقم (5) . من السمات المعمارية للنمط التقليدي للوحدات السكنية هو الانفتاح للداخل الذي جعل من الباحة الوسطية فضاء للتجمع العائلي والقيام بالوظائف الحياتية الاخرى . الا ان ذلك بدأ بالتلاشي في محلات منطقة الدراسة خصوصاً المحلة (336) بسبب تغير النزعة الحديثة بالانفتاح للخارج بدل الداخل هذا النمط أفرز مشاكل تخطيطية ومعمارية منها :-

8-3-1-4-1 أ سياج الحديقة :- لم يكن سياج الحديقة موجوداً في النماذج السكنية للنمط التقليدي بسبب الانفتاح نحو الداخل ، وبعد التطور في تصميم المساكن وتلاشي وأختفاء الفناء الداخلي وظهور الامتداد الامامي وحديقة المسكن برزت الحاجة لسياج خارجي يرتفع بمستوى طول الانسان يبنى من مواد انشائية او من المعدن أو من الاشجار والشجيرات التي ربما تشكل حاجزاً مادياً دون الحاجز البصري .

8-3-1-4-2 ب شرفية النوافذ في الطوابق العليا :- من نتائج الانفتاح نحو الخارج الذي هو من خصائص البناء الحديث ، تقابل الشبايك من الطوابق العليا للمساكن المتجاورة او المتقابلة خصوصاً عند وجود شرف خارجية مفتوحة تؤدي الى الاختراق البصري المباشر ، وهذا نجده على نطاق واسع في المحلة (336) وعلى نطاق أقل في المحلة (334) . فقد أصبحت النوافذ المفتوحة على الجدران أمراً طبيعياً سائداً بعد ان كان مخالفاً للمحددات العمرانية او الاعراف البنائية . أصبحت الدور السكنية الحديثة في المحلة (336) تطل أبوابها على الحدائق الخاصة بالمسكن والتي هي مقطوعة اصلاً من رصيف الشارع مما سبب ضيق بالازقة نتيجة التجاوز على الشارع ، نلاحظ ان شبايك المباني كثيرة وصلادتها قليلة خاصة المطلة على الشارع ، وهذا اصبح واضحاً بعد العام 2005 بعد دخول استعمالات أخرى في الزقاق نفسه ، إذ استحدثت في نهايته شارع مستوصف حديث فضلاً عن المحال التجارية ضمن المنطقة نفسها ، كما استحدثت محال تجارية على الشارع الرئيس تقابل وتواجه الدور السكنية على الضفة الاخرى للشارع مما أدى الى اختراق خصوصية المساكن المقابلة والمجاورة . كما ان تقابل ابواب الدور السكنية ونوافذها تقابلاً مباشراً وبشكل خارق للخصوصية تم رصده خلال الدراسة العملية فقد فتحت (9 أبواب) جديدة مقابلة لأبواب أخرى من اصل (24 باباً) أي بنسبة 39% اي بحجم عينة (33) دار . أنظر الشكلان رقم (4) (5)

8-3-1-5 الجوهر والمظهر :- في معظم البناء السكني خصوصاً المحلات السكنية الحديثة ظهر نزوع عند الساكنين هو ان المظهر الخارجي هو الاله في تصميم وبناء المسكن والذي انعكس في انماط الواجهات والمواد والالوان والطرز دون الالتفاف لجوهر المسكن ومضمونه وانتمائه ومدى ملائمته البيئية والوظيفية وانتمائه الى سياقه الحضاري والمكاني ، هذا ما افقد المسكن وبالتالي البيئة السكنية الهوية والخصوصية والانتماء . معظم الدور قيد الدراسة العملية نحت منحى معاصراً وافتقدت القيمة الحضارية ومقومات الهوية المكانية.

8-3-1-6 - خط البناء وخط السماء:- إن إصدار أمانة بغداد في العام 2004 قراراً يسمح بأنشاء طابق ثالث بمستوى (البيتونة) في الوحدات السكنية سبب تغيير في خط السماء لوجود التنافر بين الدور المتجاورة التي شيدت على فواصل زمنية متباعدة ، ويمكن ادراك ذلك من ملاحظة خط السماء قبل اصدار هذا القرار حيث التجانس في الارتفاعات لاسيما المطلة على الشارع . ذلك الاختلاف والتنافر في خط السماء اسهم في خرق خصوصية الشارع والزقاق وحدث نسباً مختلفة بين عرض الشارع وارتفاع المباني حوله جاعلاً من الشارع فضاء ضيق مزعج .

بعد العام 2008 اغلب الدور السكنية لم تلتزم بمحددات الارتداد القانوني خاصة محلة (336) وجزء من محلة (334) ، اذ يمكن ملاحظة تصاميم الدور في المحلتين خصوصاً المطلة على النهر انها قد تجاوزت محل رصيف المحلة (الكورنيش) باستخدامها كحدائق او للخرن المؤقت او الدائم او محلات بيع مواد انشائية وخزنها وحتى مراعي للحيوانات .

8-3-1-7 النمط والشكل :- لقد هيمنت الحاجات الحياتية الاساسية والمتغيرات الاقتصادية على تشكيل الدار العراقية المعاصرة خاصة في محلات حي الربيع الحديثة ، فأنعكس ذلك على الانماط الشكلية للمساكن ، من ذلك عدم إنتظام شكل قطعة الارض السكنية الذي ينتج من تقسيم القطعة الاصلية الى عدة اجزاء او البناء بالحديقة ومساحات الترك الاخرى فينتج عنه اشكالاً غير منتظمة . البيوت البغدادية التقليدية كانت كذلك غير منتظمة لكن تصميمها الداخلي يخضع الى منطق معين وبخط محدد ناتج عن الحاجات الوظيفية والبيئية . الا ان المساكن الحديثة اتسمت بالانظام واللامنطق في تصميم فضاءاتها الداخلية وبذا غاب النمط في العمران السكني وظهرت العشوائية واللاتنظيمية. **انظر الشكل (6)** . في مرحلة الثمانينات في محلة (334) كانت مساحة الفضاءات للدور السكنية تتناسب مع الشارع اي تحتفظ بمساحة ترك امامي غالباً ما يغطي جزء منه بفضاء مزدوج الارتفاع (d.v) امام المدخل والاستقبال والمطبخ احياناً ويكون مدعم باعمدة مزدوجة الارتفاع كذلك تحمل سقف الطابق الاول ، تلك اصبحت سمة مميزة لواجهات الثمانينات واصبح نمطاً تصميمياً لواجهات المساكن كما ان الفضاءات مزدوجة الارتفاع هذه لم تقتصر على الفضاءات الخارجية بل حتى الفضاءات الداخلية . الا ان الفترة اللاحقة شهدت ازمة اقتصادية وازمة سكنية ارتفعت معدلات اشغال المساكن وازدادت الحاجة الى المساحات السكنية مما ادى الى تغير نظرة الساكن لتصميم مسكنه فأختفت هذه السمة (الارتفاع المزدوج (d.v) الى حد كبير خصوصاً في الدور التي تقل مساحتها عن 100م² فظهرت الاشكال الحديثة والالوان غير المناسبة . **انظر جدول رقم (6)**

أن الانفتاح نحو الداخل كان شائعاً في مساكن محلة 334 وبمرور الزمن ونظراً لاهمال القوانين والانظمة البنائية التأكيد على ذلك فقد حل محلة الانفتاح نحو الخارج في الدور السكنية الحديثة . ويمكن ان نرى التوجه نحو الداخل في دور الازقة المطلة على النهر، ان الجهات المقابلة للنهر اي عبر الشارع قد اصبحت الدور متقابلة والفضوات اختفت والاختراق البصري واضحاً . لقد كانت المساكن التي بنيت في محلة (334) تتسم بارتفاع نوافذها عن مستوى البصر وبصلادة واجهاتها وكان التوجه نحو داخل الزقاق او الشارع ولاتتقابل المداخل او النوافذ، وتتميز المحلات القديمة بالسعة واحتوائية الفضاء وانفتاحية نحو الداخل وجميع ابنية المحلات تعمل وفق القوانين والتشريعات البنائية وترتد بمساحة عن الشارع ، اما المباني الحديثة فان الامر تغير تماماً وبدأ الزحف نحو المحلات القديمة . رغم ذلك فان عدداً من دور محلتين (334) و(332) مازالت تتسم بالانفتاح نحو الداخل ، التناسب بالحجم والمساحة ، أي انها متناسبة مع النمط المتناسق للبيئة السكنية التقليدية واعطاء جوهر وهوية المسكن

8-3-2 خلاصة وأستنتاج الدراسة العملية (تطبيق المؤشرات على مستوى الوحدة السكنية) :-

1. تغيرت فضاءات الوحدة السكنية في نسبها واشكالها ومقاييسها واحتوائيتها ، الامر الذي ادى الى اختراق خصوصية المسكن وفقدان هويته التقليدية .
2. ان غياب القوانين و التشريعات المنظمة للعمران السكنية احياناً وعدم كفاية الموجود منها فضلاً عن ضعف الرقابة على الانشاء السكني الجديد والتوسيعات والاضافات نتج عن ذلك ظاهرة تقسيم الدور والتلاعب بالمساحات نظراً للحاجة السكنية المتزايدة المتولدة من الزيادة السكانية وانشطار الاسر يقابله انخفاض في مداخل الاسر مشفوعاً بارتفاع كلف البناء .
3. اتسم العمران السكني الحديث (على مستوى الوحدة او النسيج) بفقر المفردات المعمارية والعمرانية، قلة الملائمة والانسجام ، ضعف المتانة الانشائية والكفاءة الخدمية ، تغليب الشكل والمظهر على المضمون والجوهر ، ظهور مشاكل تصميمية (على مستوى المسكن) وتخطيطية (على مستوى المحلة) نتيجة القرارات غير المحسوبة النتائج كالمساح باضافة طابق ثالث .

بالتالي فإن المشهد الحضري للبيئة السكنية الحديثة مرتبط بكخليط من المواد والالوان والاشكال والطرز والمفردات المعمارية الغربية عن البيئة التقليدية عمرانياً وبيئياً واجتماعياً ضاعت فيها الشخصية والهوية الفردية والجماعية . **أنظر الملحق**

رقم (1)

9. الاستنتاجات والتوصيات

1-9 الاستنتاجات

1. تستمد البيئة العمرانية هويتها وخصوصيتها من خلال تفاعل مجموعة من الثوابت والمتغيرات . اذ تمثل المدخلات الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والثقافية والديموغرافية مجموعة المتغيرات التي تؤثر في الهوية (التي هي متحولة متشكلة) . ان عوامل التأثير هذه التي يمكن وصفها بمدخلات المعاصرة سببت تغييراً في المفردات المادية والمعنوية لل عمران ، الامر الذي افضى الى هوية مغتربة لاتعكس خصوصية بيئتها .
2. ان للقوانين والتشريعات العمرانية دوراً اساسياً في تنفيذ المخططات الاساسية للمدن وتحديد الطابع العمراني للاحياء ووضع المحددات من حيث الاستعمالات والمساحات ، الارتفاعات والكثافات ، فضاءات الطرق والارصفة ، واجهات الابنية العامة والسكنية، نوعية المواد المستخدمة والالوان، النسب والمقاييس . لقد كان للقوانين والتشريعات المستمدة من النظم الغربية اثر واضح على شكل النسيج الحضري التقليدي ، فهي مبنية على اسس وقواعد ثابتة يمكن تطبيقها على اي مدينة.
3. ان تعدد القوانين التنظيمية يؤدي الى عدم تحقيق الاهداف المنشودة من توجيه النمو العمراني وعلاج فوضى البناء والافراط ، والالغاء والاعفاء في القوانين واللوائح والتشريعات على فترات زمنية قصيرة يؤدي الى أضعاف فاعلية القيود التنظيمية . ان اقتباس تغييرات لاتلائم مع تشريعات التخطيط والبناء من الدول الغربية لاتتلائم مع خصوصية البيئة العمرانية المحلية.
4. ان عجز التشريعات وغياب القانون وقوة تطبيقه في الواقع العراقي جعل من المخالفات والتجاوزات تتمدد باتجاه اغلب المدن العراقية ، والسبب في ذلك الوضع السياسي والامني للبلد فضلاً عن تجذر المشكلة السكنية التي ألقت بظلالها على التمدد الغير القانوني والتجاوز على العمران السكاني القائم والاستخدامات غير السكنية الاخرى .
5. اظهرت الدراسة الميدانية لحي الربيع في مدينة بغداد جملة استنتاجات منها :-
 - الهوية العمرانية التقليدية خصوصاً السكنية بدأت بالاندثار تدريجياً ، اذ ان العمران الحديث فقد حلقات التواصل مع القديم وبدأ التضاد المادي والمعنوي واضحاً . وهذا التشخيص الذي تم ملاحظته في حي الربيع ينسحب على معظم العمران السكاني للمدن العراقية القائمة .
 - تعد ظاهرة تقسيم المساكن القائمة واعادة افرازها الى اكثر من وحدة سكنية او اضافة بناء (سكني او تجاري) في الفضاءات المخصصة للحديقة او موقف السيارة من اهم الاسباب التي انتجت عمراناً سكنية مكتظاً مخالف للمعايير والمحددات البنائية دون تدخل السلطات الرقابية او التشريعية في الحد من ذلك سواء بتوفير قوة ردع ومنع حصول التجاوز او تلافي اثاره اللاحقة.
 - بروز الارتجال في القرارات التخطيطية والتصميمية والتنفيذية على مستوى الوحدة السكنية ، فأستخدمت حلول تصميمية ومواد بنائية وانهايات والوان وغير ذلك من المفردات والعناصر المعمارية ، كل ذلك انتج احياء سكنية ومباني لاعلاقة لها بهوية المكان ، فالمزج بين القديم والحديث انتج مولوداً عمرانياً مشوهاً لا ينتمي الى قديم او حديث . لقد فقدت الموازنة بين التراث والمعاصرة ، فضاعت قيمة الموروث العمراني وتم التفريط بامكانات المعاصرة ، وحصل التغريب وفقدت مقومات الهوية.

2-9 التوصيات

- أ- الاسراع باعداد وتحديث المخططات الاساسية للمدن العراقية مع الاخذ بالاعتبار معالجة التغير في استعمالات الارض التي نتجت من التجاوزات غير القانونية على الاستعمالات الاخرى خصوصاً التمدد على الاستعمال الزراعي لصالح السكاني.
- ب- مراجعة التشريعات العمرانية النافذة وعمل تقييم موضوعي لها تمهيداً لاطلاق عملية اصلاح تشريعي شامل يفضي الى وضع منظومة قانونية متكاملة تعالج الثغرات الموجودة وتستبعد الفقرات المستنسخة من تجارب عالمية بعيدة عن الواقع العراقي مع تحديث وتعديل الفقرات التي عفى عليها الزمن.
- ت- وضع آليات عملية تكفل الاشراف على عمليات البناء خصوصاً السكاني بدءاً باستصدار اجازة البناء القانونية مروراً بالمراقبة الدورية على عمليات التنفيذ حتى اصدار الموافقات النهائية على الانجاز والسماح باشغال المبنى.
- ث- تفعيل الموازنة بين التشريعات والضوابط مع رغبات الساكنين وتلبية حاجاتهم الاجتماعية والاقتصادية وتفعيل مشاركة القطاع الخاص في الاستثمار في القطاع السكاني .
- ج- الاسراع بعمل مشاريع للتطوير الحضري للمناطق العمرانية السكنية الاكثر اكتضاضاً والاكثر تهراً بغية تصحيح الاختلالات العمرانية ومعالجة المشاكل الحضرية التي ادت الى فقدان الهوية العمرانية التقليدية للمدن العراقية .

ح- ادخال مناهج حفاظ على الهوية العمرانية في مفردات المناهج التعليمية فضلاً عن اقامة الندوات والمؤتمرات والحلقات النقاشية التي تجمع ذوي الاختصاص مع شاعلي ومستخدمي البيئة السكنية والافادة من نتائج هذه الملتقيات في عملية الاصلاح التشريعي او مشاريع التطوير الحضري.

10- المصادر

- البدري ، محمد عبدالرحمن، (مدينة بغداد والهوية المعمارية)، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الهندسة المعمارية ، كلية الهندسة ، جامعة بغداد، 2003 .
- البستاني ، فؤاد افرام ، (قاموس المنجد)، دار المشرق ، بيروت ، 1956
- البغدادي ، جمال ، (البعد السياسي في التشريعات واثره على العمران - نماذج عمرانية نمطية عن مدينة غزة) ، رسالة ماجستير، الهندسة المعمارية، عمادة الدراسات العليا ، الجامعة الاسلاميه ، غزة، فلسطين ، 2010
- الجلي ، فضاء معروف ،(اثر تغيير الكثافة البنائية في بيئه الوحدة السكنيه) ،رساله ماجستير ، المعهد العالي للتخطيط الحضري والاقليمي ، جامعة بغداد ، 2010
- تفاحة ، عمرو باسم احمد ، (اثر الانظمة والقوانين على البيئة العمرانية في فلسطين -حالة دراسية -المباني السكنية في مدينة نابلس)، رسالة ماجستير ،نابلس ، فلسطين ، 2009
- رزوقي ، غادة موسى ، (التعبير عن هوية العمارة الاسلامية المعاصرة (اشكالية الهوية)) ، بحث مقدم الى المؤتمر المعماري الاول لنقابة المهندسين الاردنيين ، المركز الثقافي الملكي ،عمان ، 1998
- الزبيدي ،احمد فضالة ،(التجاوزات السكنية على الاراضي الزراعية (منطقة الدراسة مركز قضاء الصويرة)) ، بحث من متطلبات درجة الدبلوم العالي المهني ،الاختصاص:المخططات الاساسية للمدن ، المعهد العالي للتخطيط الحضري والاقليمي ،جامعة بغداد. 2010
- شمس الدين،هاله، (العمارة العراقية المعاصرة ، دراسة تحليلية للواقع السكاني في مدينة بغداد 2000-2010/الاعظمية إنموذجاً) ،رسالة ماجستير قسمال هندسه المعماريه ،جامعة بغداد ، 2011
- العامري، علي عبد الرزاق درهم ،(اثر القوانين والتشريعات التخطيطية والعمرانية في النسيج الحضري للمدينة العربية (الحالة الدراسية مدينة صنعاء)، رسالة ماجستير، المعهد العالي للتخطيط الحضري والاقليمي ، جامعة بغداد، 2004
- الاعظمي ، زينب خالد ، (علاقة بنية النسيج التقليدي بمستجدات المشهد المعاصر، منطقة منتخبه من مدينة بغداد) ،رسالة ماجستير ،قسم الهندسة المعماريه ، جامعة بغداد ، 2006
- فتوح ، تيسير ، (تعريف التشريع)، <http://nehroes.blogspot.com> ، 2007
- فرحات ، عبد المحسن محمود ،(نحو عمران مصري اخضر "احلام ومهام) ، كلية الهندسه-جامعه الملك عبد العزيز ، 2000
- الكناني ، عقيل عبد الأمير ، (جدلية البنية العمرانيه المعاصره واثرها في تشكيل المدينة العربيه ،دراسة (التواصل /الانقطاع) في بنية كربلاء العمرانيه) ، رسالة ماجستير في علوم التخطيط الحضري والاقليمي ،المعهد العالي للتخطيط الحضري والاقليمي ،جامعة بغداد ، 2004
- محمود ، هديل موفق ، (أثر القوانين والتشريعات العمرانية في إدارة الاراضي وتخطيط المدن " مدينة بغداد حالة دراسية) ، الجامعة التكنولوجية ، قسم هندسة العمارة ، المجلة العراقية لهندسة العمارة ، المجلد 29 العددان (3-4) .
- (معتوق ،أسعد ،والملا،محمد زياد ، و عقيلي،محمد طلال ، (تطوير التشريعات العمرانية وفق توجهات المخططات التنظيمية، دراسة حالة مدينة دمشق) ،مجلة جامعة دمشق للعلوم الهندسية ،المجلد الثلاثون ، العدد الاول ، 2014
- النعيم ، مشاري عبد الله ، (تحولات الهوية العمرانية: ثنائية الثقافة والتاريخ في العمارة الخليجيه المعاصره) ، كلية العمارة والتخطيط ،جامعة الملك فيصل،المملكة العربيه السعوديه،مجلة المستقبل العربي -مركز دراسات الوحدة العربيه العدد/263، 2001
- Abel ,Chris , "Architecture And Identity" , Architecture press Great Britain , first published ,1997
- Lynch,Kevin, "A theory of Good City Form "M.I.T press,1981
- Mercer,Colin, "Cultural Planning for Urban Development and Creative Cities" ,2006
- Paul, Edward, Encyclopedia of Philosophy , editor in chief , New York, London; Macmillan publishing, collier Macmillan ; Part 3 ,1967
- <http://www.iraq-lg-law.org/ar/node/239> ,المكتبة القانونية العراقية للحكم المحلي
- نظام الطرق والابنية رقم (44) لسنة 1935 وتعديلاته ،وزارة الشؤون البلدية والقروية،مجموعة القوانين والتشريعات البلدية 1968 .
- www.iraq-lg-law.org/ar/content
- (قانون-التصميم-الاساسي-لمدينة-بغداد-رقم-156-لسنة-1971، جريدة الوقائع العراقية رقم (2125) في 18/4/1971)
- www.amanatbaghdad.gov.iq/uploads/mandoor%20baghdad/11.doc
- قانون الطرق العامة رقم (1) لسنة (1983) ،جريدة الوقائع العراقية ،رقم (2920) ، 1983/1/17

قانون استغلال الشواطئ رقم (59) لسنة 1987 ، جريدة الوقائع العراقية رقم (3231) في 1987/12/5

(مجموعة التشريعات والقرارات ، امانة بغداد ، urbplandep.alriyadh.gov.sa/Uploads/Articles/AA1_95.pps ، بغداد ، الانترنت)

• www.amanatbaghdad.gov.iq/uploads/mandoor%20baghdad/11.doc

• وزارة العدل ، المجموعة التشريعية العراقية ، مجموعة قرارات ، بغداد ، من سنة (1979-2003)

• www.iraq-lg-law.org/ar/content

• قانون-

ادارة- البلديات- رقم-165- لسنة -1964- المعدل ، جريدة الوقائع العراقية ، مجموعة القوانين والانظمة ، عدد 1033 ، تاريخ

(1964/11/22 ، ص904).

11- الجداول والأشكال :-

جدول رقم (1) تقسيم الاراضي وتحويلها من زراعي الى سكني في المحلة (336)حي الربيع-بغداد، (المصدر / الباحثان ، مسح ميداني 2015 ، آذار)				
محلة	المساحة	اصحاب الدخل المرتفع	اصحاب الدخل المتوسط	
336	150 م ²	بناء 120م ² الباقي في حديقة ومماشي	تقسيم المساحة الى ثلاثة دور دون حدائق	
	200-400 م ²	البناء في احيانا بين 250-350م ²	تقسيم الاراضي يصل الى 50م ²	
	600م ²	390م ² بناء والباقي حديقة	تقسيم الاراضي الى 100م ² او اقل من 50م ²	
جدول رقم (2) استخلاص المؤشرات التأثيرية للعامل التشريعي (المصدر/ الباحثان)				
ت	عامل التأثير	مفردات العملية التأثيرية	مؤشرات التأثير	توصيف التأثير
1	التشريعي	- التشريعات التخطيطية	النسب والتناسب	ان غياب التشريعات والمراقبة التغيير في هيكل الحكومة المحلية او القيادة التقليدية وتنظيم القوانين واملاك الاراضي (ادارة التشريعات) وضعف المتابعه امكن من التجاوز في البناء و في حدود القطعة السكنية فضلا عن اختيار اشكال والوان ومواد غير ملائمة للمنطقة
2		- القوانين والأنظمة البنائية	الجوهر والمظهر	ان سوء تطبيق التشريعات والضوابط والقوانين ادى الى ظهور ابنية سكنية لاتحمل هوية عمرانية وبالتالي ادى الى تشوهات وأختلالات بين جوهر المبنى ومظهره وسمح بظهور بروتات في الطوابق المتكررة فضلا عن تدخل العامل الاقتصادي فيما تتعلق باقتصاديات الارض وتعظيم العوائد المالية لاصحاب العقارات تدفعهم الى استغلال الحد الاعلى المسموح ضمن الضوابط والقوانين. أن فقدان السيطرة وقلة القرارات السياسية تؤدي الى عدم قدرة في تحسين البيئة العمرانية
3		-الضوابط والمحددات	خط البناء وخط السماء	الاعتماد على القوانين لتحقيق الاستمراريه والوحده البصرية والتأكيد على اهمية السكن وحتى خطية واتجاهية الشارع،الأن الأهتمام بالمبالغة بالتفاصيل وغيرها من مواد مختلفة والوان مبهرة ساعدت في اغتراب الهوية وضياح الخصائص العمرانية في المدينة الأ ان عدم مراعاة الحد الاعلى الذي يمكن ان تصل الية حافة البناء عن حدود قسيمة الارض في الطابق الارضي ، وعدم مراعاة خط السماء هو الذي ساهم في خرق الاستمراريه في الابنية السكنية والشوارع وفي عدم اعطاء بنية متكاملة ، فالأختراق واضح بين تفاعل خط السماء الزرقاء مع الوحدات السكنية البنية اللون أو من الوان اخرى ،لنصل الى مشهد شارع يحمل صفات واشكال والوان ومواد متنوعه والذي أكدت على العلاقة المشتتة بين الروح و الماده ، فالعلاقة بين الارض والسماء مهمه وازلية من القديم الى يومنا هذا والتي تتمثل بالجوامع والكنائس وغيرها والذي بدأ بالغياب تدريجياً.
4	الأشراف والمراقبة على تطبيق التشريعات	المقياس والحجم	تغير فضاءات المسكن او الغاء فضاءات ادى الى فقدان المسكن لهويته	
5		الشرفية والتستر	عدم الاهتمام بخصوصية المساكن المجاورة وخاصة في بناء ابنية اجتماعية وترفيهية بقرب المساكن واشرافها على الدور السكنية بشكل واضح ومباشر	
6		الانفتاحية والاحتوائية	الانفتاحية هي التي تسيطر على اغلب الدور الحديثة	

جدول رقم (3) المقارنة بين الفضاءات السكنية بين مرحلتين في المثلثين (334) و(336) في حي الربيع / بغداد ، (المصدر / الباحثان من المسح الميداني ، آذار، 2015)

الفضاء السكني	معدل المساحة ثمانينات في المحلة (334)	معدل المساحة بعد 2005 في محلة (336)
المعيشة	2م42-12	2م24-12
المطبخ	2م35-8	2م20-4
الطعام	2م20-10	لا يوجد فضاء محدد
الاستقبال	2م60-20	فضاء مفتوح 2م30-16
النوم	2م30-22	2م20-12
حمام +تواليت (دمج)	لا يوجد مساحة معينة	2م9-5
حمام	2م9-3,5	2م3-1,5
مرافق	2م5-1,5	2م1 لا يوجد دمج الفضائين
مدخل	2م8-2	لا يوجد
مخزن	2م4	لا يوجد
حديقة	2م50-8	لا يوجد 2م1 (البناء فيها)
موقف السيارة	2م40-15	لا يوجد - 2م15
المساحة النهائية	180-120	120-90

جدول رقم (4) فضاءات الوحدة السكنية الموجودة والملغاة والمدمجة في محلة (336) حي الربيع- بغداد من عددها وبحجم عينة 35 وحدة سكنية ، (المصدر / الباحثان من المسح الميداني ، آذار، 2015)

الفضاء	موجود	ملغى	دمج الفضاءات
المدخل	%10	%90	-
الاستقبال	%47	-	%53
المعيشة	%30	-	%70
المطبخ	%83	-	%14
فضاء نوم (طابق ارضي)	%74	%26	-
فضاء نوم (طابق علوي)	%100	-	-
الحمام	%14	-	%86
تواليت	%15	-	%85
المخزن	%5	%95	-
مخزن (سرداب)	%36	%64	-
حديقة	%14	%86	-
موقف سيارة	%33	%67	-
موقف سيارة (سرداب)	%27	%73	-

جدول رقم (5) علاقة مساحة المدخل بالفضاءات الاخرى للمساكن ، (المصدر / الباحثان من المسح الميداني، آذار، 2015)

علاقة المدخل بالفضاءات الداخلية	مدخل رئيس	مدخل منكسر
محلة 336، حجم العينة 35 فإن المداخل تفتح على فضاءات داخلية بصورة مباشرة عدا نسبة قليلة من المداخل تفتح على الخارج:		
فضاء مفتوح	%75	%25
الاستقبال والمعيشة	%56	%44
المطبخ والحمامات	%25	%75
غرف النوم	%35	%65
النسبة الى عدد الوحدات الكلي	%48	%52
محلة 334، حجم العينة 25 فإن المداخل لا تفتح على فضاءات داخلية بصورة مباشرة عدا نسبة قليلة من المداخل :		
فضاء مفتوح	%60	%40
الاستقبال والمعيشة	%83	%17
المطبخ والحمامات	%64	%36
غرف النوم	%52	%48
النسبة الى عدد الوحدات الكلي	%63	%37

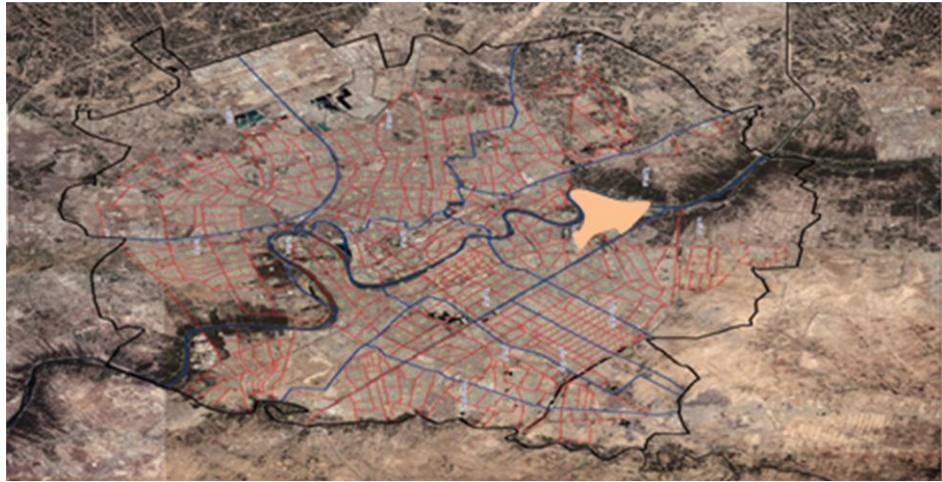
جدول رقم (6) معدل المساحات ونمط الوحدة السكنية، (المصدر / الباحثان، من المسح الميداني ، آذار، 2015)

الفترة	نمط الدور السكنية	معدل المساحة الاجمالية	معدل المساحة الصافي	معدل الارتداد
--------	-------------------	------------------------	---------------------	---------------

4,5م	² 120م	² 285م	1- غالبية السكن من نوع شبه منفصل 2- بعض الدور من النوع المنفصل	2005-1988
3م	70-50	² 100-90م	1- غالبية الدور من النوع المتصل 2- بعض الدور من نوع الشقق السكنية	2014-2005

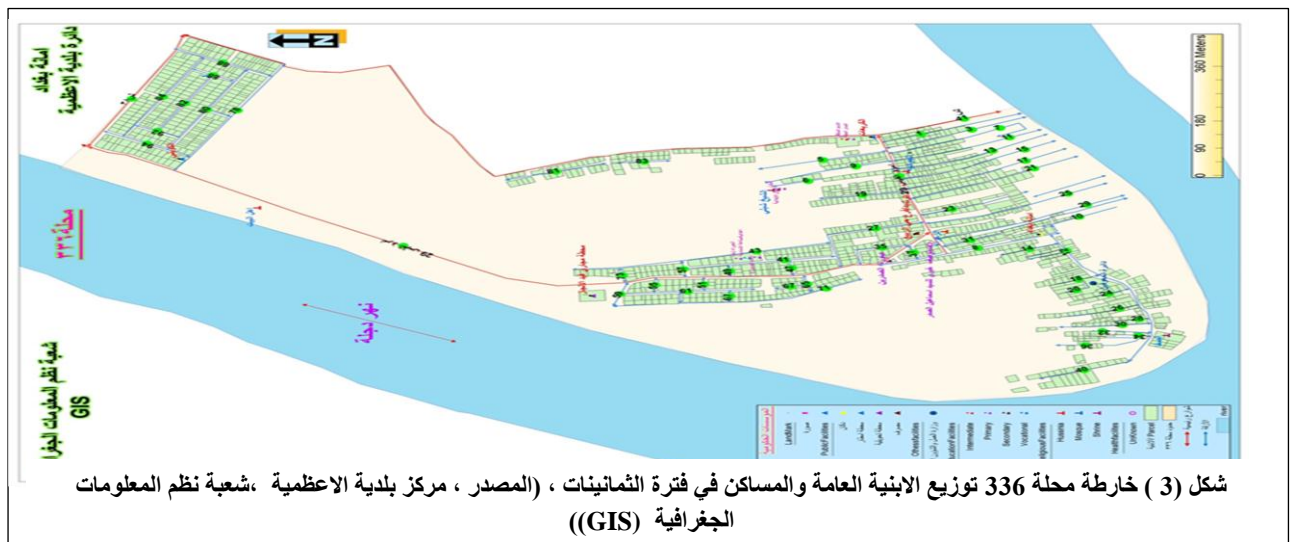
شكل رقم (1)

يوضح موقع حي
الربيع من ضمن
خارطة بغداد
(المصدر ، مركز
بلدية الاعظمية ،
شعبة نظم
المعلومات GIS)



شكل (2)

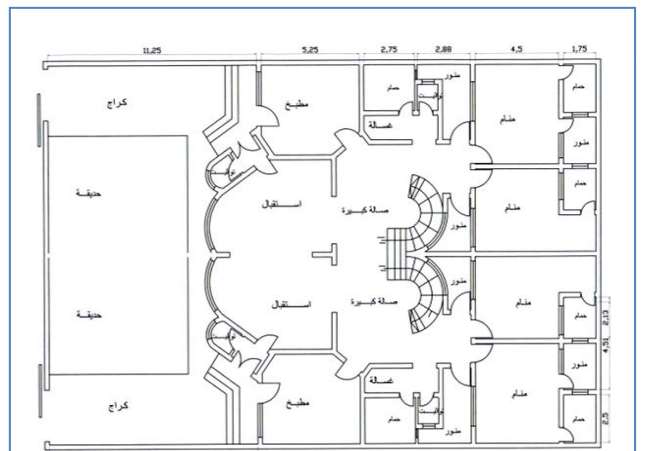
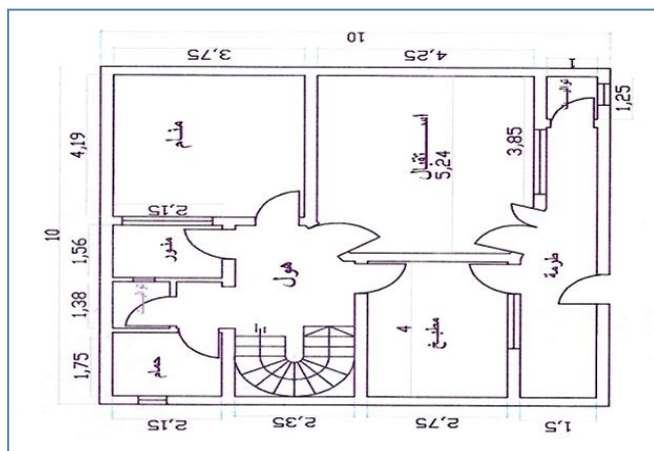
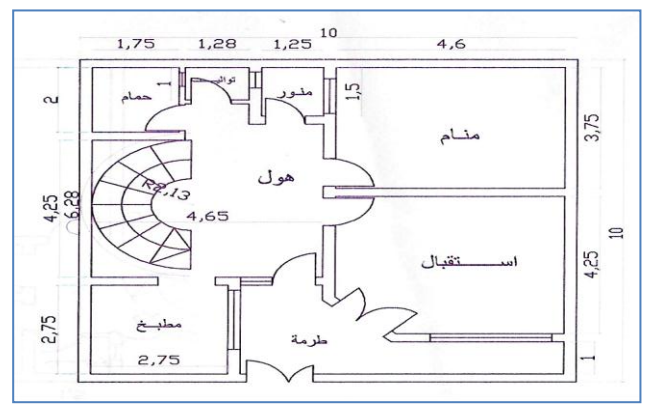
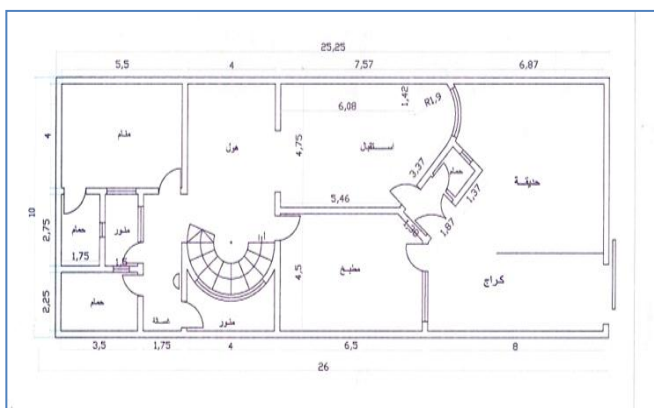
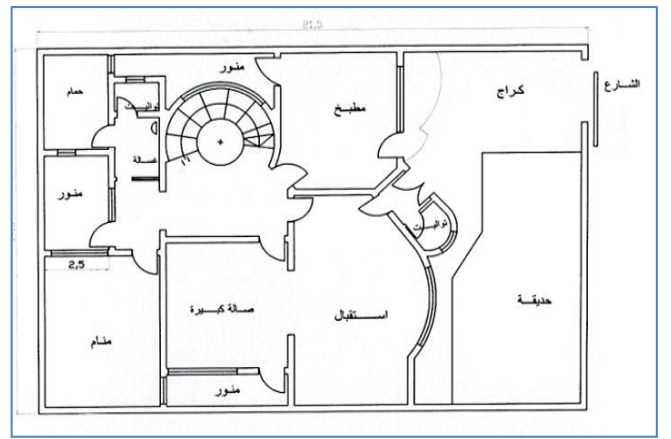
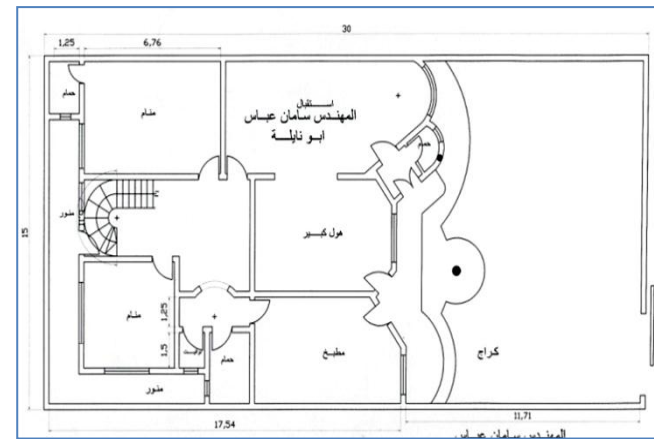
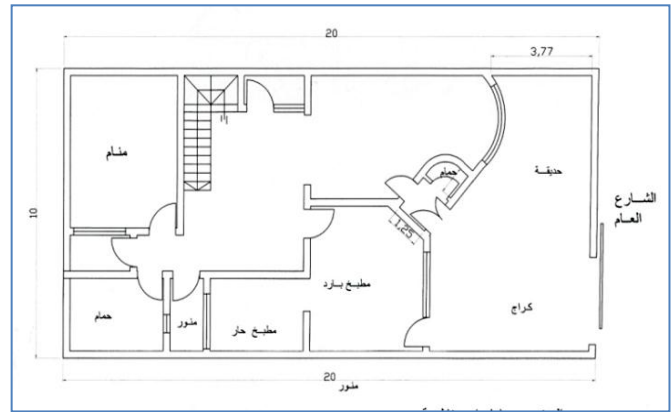
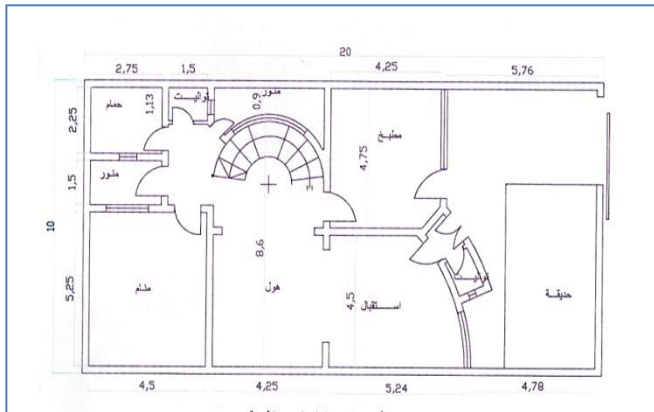
خارطة محلة (334)
توزيع الابنية العامة
والمساكن في فترة
الثمانينات ، (المصدر ،
مركز بلدية الاعظمية
،شعبة نظم المعلومات
(GIS)



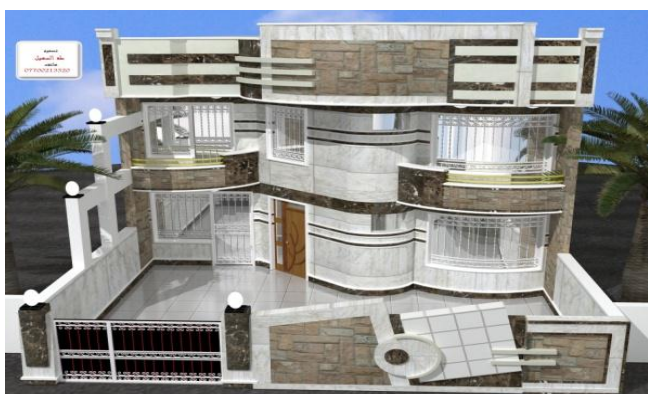
شكل (3) خارطة محلة 336 توزيع الابنية العامة والمساكن في فترة الثمانينات ، (المصدر ، مركز بلدية الاعظمية ،شعبة نظم المعلومات الجغرافية (GIS))



شكل (4) عدد من الدور السكنية القديمة في مرحلة الثمانينات في محلة (334)



شكل (5) مخططات سكنية في المحلة (336)



شكل (6) استخدام اللون ومواد مختلفة وتفاصيل في محلة 336.

12- الملاحق



شكل (1) ملحق رقم (1) الأزقة الرئيسة في محلاتي 334 و 336 في حي الربيع

اثر الحاجة النفعية لأبراج خزانات المياه العالية على استدامة الحياة في المدينة

الدكتور أمجد محمود عبد الله البديري
مدرس
جامعة بغداد - كلية الهندسة
قسم هندسة العمارة

الخلاصة

لقد أصبحت المنظومة الخدمية ضرورة حياتية في المدن العصرية لتضحي اهم المستلزمات الاساسية للإنسان المعاصر، كونها تشكل القاعدة الكبرى التي تستند عليها استدامة الحياة في المدينة ومعيار يقاس من خلاله درجة رفاية وتقدم الشعوب المتحضرة ومدى تفاعلها مع البيئة المحيطة، مما جعل قطاع الخدمات ضرورة لا خيار، فكلما اتسعت المدن سكانا ومساحة كلما بات توفير الخدمات والارتقاء بمستواها كما ونوعا اكثر الحاحا، الامر الذي جعل موضوع الخدمات يأخذ المساحة الاكبر من اتجاهات وتفكير المخططين الحضريين والقائمين على رسم سياسات المدن ومساراتها. وعلى اعتبار ان منظومة معالجة ونقل المياه بكل مكوناتها (المحطات - الخزانات - انابيب النقل والتوزيع) هي من اهم اجزاء منظومات الخدمات في المدينة، فقد باتت تشكل عنصرا اساسيا من شرايين اقامة الحياة فيها، ولاعتبارات عدة اهمها (خزن الماء وامداده بضغط متوازن مستمر غير متذبذب عند ساعات الذروة النهارية مع توفير الماء الضروري لمكافحة الحرائق، كذلك تأمينه لقطاعات المدينة وقت صيانة اجزاء منظومة الماء او لحدوث عطل فيها، مع ضرورة تأكيد عامل حفظ وتوليد الطاقة بصورة متجددة)، فأن هذا كله ولغيره جعل من ابراج المياه العالية ركنا اساسيا من اركان منظومة المياه التي لا يمكن الاستغناء عنها في تزويد واسناد شبكة التوزيع، وعلى اعتبار ان الحالة الدراسية تخص عاصمتنا بغداد وما تعانيه من مشاكل توزيع الماء وضغطه المتقطع، لهذا يهدف البحث نحو توضيح الفكرة من ان خزانات المياه العالية قد أصبحت عنصرا فاعلا و جزءا مهما من اجزاء منظومة معالجة ونقل الماء في المدينة، وان وجودها فيها بتوقيع مدروس وسعات خزنية واعداد وافية سيقفل من كلف المنظومة الخدمية ومشاكلها ويوفر ضغطا مستمرا غير متقطع مخلصا المدينة من مشاكل التجاوز على الشبكة، مع تلافي المشاكل التي تعانيها من الانقطاعات في عملية امداد الماء خصوصا عند فصل الصيف، الامر الذي سيجعل الخزانات منشآت ضرورية واساسية وعناصر جذب للفعاليات الترفيهية ونقاط دالة ارشادية داخل المدينة.

الكلمات الرئيسية: ابراج المياه ، خزانات المياه العالية ، الادارة المائية ، سعة التخزين ، خزانات المياه المركبة ، خزانات المياه متعددة الاعمدة ، خزانات المياه ذات العمود المخدد.



The Effect of The Utilitarian Need For the High Water Tanks Towers to Sustain Life in the City

Dr. Amjad Mahmoud a. Albadry

Teacher

College of Engineering – University of Baghdad
Department of Architecture

ABSTRACT

The service system has become a necessity of life in modern cities to be the most basic necessities of modern humans, they constitute a major base, which is based on the sustainability of life in the city and a standard measured through the degree of well-being and progress of civilized peoples and their interaction with the surrounding environment, making the services sector as a need not be an option, whenever the cities widened in population and space whenever provision of services and upgrading the quality and quantity more pressing, which made the subject of the services takes the biggest area of the trends and thinking of urban planners and those who in charge of drawing the cities policies. Considering that the processing and transfer of the water system with all its components (stations – water tanks -transmission and distribution pipelines), it is one of the most important parts of the services systems in the city. It has become a key element of the arteries of the establishment of life, but for several considerations of most important (like storage of water and supplied with constant pressure that balanced without wobbling at the peak daytime hours with the necessary provision of water to fight fires , as well as secured it to the sectors of city in the maintenance time of the parts of the water system or the occurrence of a failure, with the need to confirm the save and generate energy factor in renewable way). For this in whole and others, the elevated water towers cornerstone of the pillars of the water system was made that can be indispensable in providing outsourcing and distribution network , and on the grounds that the case study concerning our capital Baghdad and its suffering of the water distribution and pressure intermittent problems, this research aims to clarify the idea of the elevated water tanks have become an important actor and is a part of the process and transport of the water in the city's system, and that its presence in a thoughtful siting and storage capacities and sufficient numbers will reduce the cost of the service system and its problems and provides continuously a constant pressure is to rescue the city from the overtaking problems on the network, while avoiding the problems experienced by interruptions in the water supply process, especially in the summer, which will make the water tanks as a necessary structures and essential elements of attractions for recreational activities and benchmarks functions within the city.

Key words:- water towers, elevated water storages, water management, storage capacity, composite elevated storage tanks, multi-column elevated storage tanks, fluted elevated storage tanks.

1 – المقدمة :-

تحتل خزانات المياه العالية (ابراج المياه) اهتماما كبيرا لدى كل من المهندسين المصممين والانشائي والمائي لضرورتها ولزومها في المشاريع الحياتية ، على اعتبارها جزءا من منظومة معالجة ونقل المياه التي هي من اهم

اجزاء منظومات الخدمة في المدينة¹ . اذ ان التطور والزيادة في المشاريع السكنية والاقتصادية (الصناعية، الزراعية، ...الخ) جعل من خزانات المياه العالية (وحتى الارضية) منشآت ضرورية واساسية لإدامة الحياة (تافي، 1992، ص3) . حيث ان اعمال توزيع المياه في المدن (بعد تنقيتها من الرواسب بالترشيح ومن البكتيريا بمعالجتها بالأوزون وبالأشعة فوق البنفسجية والكلورين)، سوف تضخ الى محطات الضغط العالي ومنها الى الخزانات الارضية والخزانات العالية (ابراج المياه)² ، والتي سيستلزم بناءها على ارتفاع عال من اجل توليد (والاحتفاظ) بضغط كافي ومتوازن لنظام توزيع المياه في المدينة (www.tryengineering.org) ، (اذ يتولد الضغط بالجاذبية كلما ارتفع خزان المياه اكثر - حيث ينتج عن ارتفاع 30 م ضغطا يقارب 300 كيلو باسكال - وهو كاف لتوفير الضغط المطلوب لمتطلبات نظام توزيع المياه للأغراض المنزلية والحياتية التي تقع ضمن ارتفاع ما بين (6-8) طوابق تقريبا، مع تأمينه لمنظومات اطفاء الحريق لكل القطاع المخدوم من المدينة). (www.people.howstuffworks.co) . وهذا ما اشارت اليه كثير من الدراسات الى ان عدم وجود ابراج المياه ضمن شبكة المدينة سيخضع بعضا من انظمة امداد المياه للضغط السلبي (مبدأ عمل المرحاض) ، وهذا سيؤدي الى سحب المياه الجوفية الضحلة الى شبكة المياه (خصوصا عند قدمها او حدوث الكسور غير المنظورة) وتلويثها بالكائنات المجهرية (www.ar.wikipedia.org)، كذلك فان الاستعاضة عن ابراج المياه بالمضخات المنزلية الموضوعة على انابيب الماء (وهي الحالة الموجودة في بلدنا خصوصا العاصمة)، سيؤثر سلبا على الصحة العامة في حال قلت كفاءة المضخات مقللة ضغط الماء داخل الانابيب، مما سيسبب تجمع الملوثات والرواسب ملوثا الماء (علاوة على صرفها الكبير للكهرباء)، الامر الذي سيجعل من وجود الخزانات في المدينة امرا ضروريا لتأمين الضغط اللازم.

2- المشكلة البحثية والهدف :-

تكمّن مشكلة البحث الرئيسة في :- توضيح اثر وجود الخزانات في المدينة وتأثيرها على ادامة امداد الماء فيها، وما لها من عامل فاعل في المحافظة على ضغط الماء بشكل مستمر متوازن وغير متقطع (خصوصا عند ساعات الذروة النهارية)، مع توفيرها للخزين المائي الكافي للقطاع المخدوم وقت اجراء الصيانة على المنظومة المائية أو اجزاءها. **وهنا يهدف البحث الى :-** توضيح الكيفية التي تعمل بها خزانات المياه العالية وانواعها واعادها المطلوبة لعاصمتنا بغداد ، وآليتها في تحقيق الضغط المطلوب مع التخلص من مشاكل توزيع الماء (كالتذبذب والانقطاعات او انخفاض الضغط) التي تعاني منها المدينة، مع بيان اهمية الخزانات في امكانيتها لحمل وظائف ترفيهية ونشاطية وخدمية واعلانية ضمن هيكلها المستدام العملاق، وما لها من اثر بالغ في تشكيل وتغيير خط سماء المدينة لتكون كنقاط دالة وعلامات فارقة.

3- ضرورة سعة التخزين :-

ان سعة التخزين في المدن السكنية في حال انعدام وجود الخزانات العالية تحسب بان تؤمن امداد المياه بما لا يقل عن (3-4) ساعات (عند ساعات الذروة)، مع ضمان استمرار المحطات والمرشحات بالعمل ليل نهار، والغرض من ذلك هو الموازنة بين دفع محطة التنقية الذي يكاد يكون ثابتا طوال اليوم واستهلاك المدينة (دفع محطات الضغط العالي) الذي يتغير خلال ساعات النهار، ومن يوم ليوم في الاسبوع وعلى مدار العام، مما

¹ تشمل منظومة الخدمة/منظومة معالجة ونقل المياه/منظومة تصريف ومعالجة المياه الثقيلة/منظومة الطاقة الكهربائية/منظومة الاتصالات)

² وتسمى خزانات المياه (أو ابراج المياه) عربيا بال(حاووز)، والكلمة مأخوذة عن اللغة التركية من الكلمة العربية (حوض) التي يلفظها الاتراك(حوز)، او قد ترجع الى الفعل (حاز - يحوز - حاووز) أي جامع للمياه، وعلى هذا يكون (حاووز الماء) مكان حيازة وجمع الماء.(مطاوع، 2011، 144).

سيستهلك كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية، ليجعل من تواجد الخزانات ضرورة لضمان الامداد المستمر للمدينة بالمياه وبضغط متوازن في حالة تعطل محطة التنقية او محطة الرفع الواطئ لفترة ما، كذلك فان توقيع الخزانات المدروس وتوزيعها المتناسب مع الطلب في ارجاء المدينة، سيعمل على تقليل كلف المنظومة الخدمية لأنها ستتيح امكانية تصميم محطات المعالجة والخطوط الناقلة والرابطة على ضوء متطلبات الذروة اليومية وليس الساعوية، فضلا عن توفيرها طاقة خزن استيعابية (إشغالية وللطوارئ) تغطي الحاجة لمدة (12-48) ساعة حسب السعة المحسوبة والكلف المرصودة للمنظومة عامة. (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد، 1998، ص 7-10). ولهذا فقد ذهبت بعض المصادر الى ضرورة ان يرتفع الخزان الى (80m) ليكون بمثابة مصدر التغذية السائد والرئيس لشبكة المياه العامة، مما يستلزم ان يكون بسعة مدروسة لخزن الكمية المطلوبة والاحتياطية من المياه المرشحة والمعقمة لسد حاجة الاستهلاك التي تزيد اثناء ساعات الذروة النهارية عن المعدل. (لجنة توحيد شروط السلامة والاشراف الوقائي بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي، 2006، ص 43) (www.people.howstuffworks.com)، مع ضرورة ان تكون سعة الخزان كافية لاستقبال الماء الزائد عن معدل دفع محطات الضغط العالي عن معدل استهلاك المياه في المدينة، ليعود الفائض الى اليها عندما يقل معدل دفع تلك المحطات عن معدل استهلاك المياه في المدينة. (www.startimes.com).

4- تصنيف خزانات المياه العالية :-

تعتبر الخزانات منشآت هندسية تستخدم لتخزين المواد المختلفة خصوصا السائلة منها (مياه الشرب والمياه المالحة والنفط وغيرها)، وقد تطورت بشكل متنوع على مستوى التصميم والحجم والسعة والاستعمال، لكنها وبشكل عام تكون هذه الخزانات موضوعة اما على سطح الارض (او مغمورة جزئيا او كليا في التربة) او قد تكون عالية عن سطح الارض (كالخزانات العالية)، (تافي، 1992، ص 5). ويمكن تصنيف الخزانات وفقا لـ :-

1. شكل الخزان :- ومنها الخزانات المربعة والمستطيلة والاسطوانية والخزانات ذات الاشكال الهجينة.
2. التغطية والتغليف :- وفيها تصنف الى الخزانات المفتوحة والخزانات المغطاة. (www.momra.gov.sa)، (www.faculty.ksu.edu.sa).
3. التموضع والتجميع :- ومنها الخزانات ذات الاشكال البسيطة، والخزانات المتجاورة المتلاصقة، والخزانات المترابطة فوق بعضها، والخزانات المتجاورة المترابطة فوق بعضها.
4. الاستعمال :- وفيه تصنف الى خزانات تجميع المياه او السوائل المختلفة / احواض معالجة المياه / احواض السباحة / خزانات ضخمة توضع على سطوح الابنية. (تافي، 1992، ص 14).
5. الارتفاع عن الارض :- وضمنها تصنف الى خزانات عملاقة تستند مباشرة الى الارض وخزانات ضخمة تستند على اعمدة ذات ارتفاع عال ، وهي :-
6. الخزانات الارضية :- تكون عبارة عن خزان ماء اسطواني من مادة الستيل الكربوني (Carbon-Steel) مبني على قاعدة ارضية من اساس كونكريتي مسلح، الامر الذي قلل كلف انشاؤه وجعله مناسباً للبيئات والاماكن ذات الارضية غير الثابتة (كالزلازل)، وسهلا عند عملية تفكيكه ونقله او تغيير استيعابيته . كذلك فانه سريع الانشاء وقليل وسهل الصيانة ، ويمكن ان يكون محطا للإعلانات والتزيينات اللونية والشكلية، خصوصا وان تشكيلة سقفه الهيكلية المتنوعة ما بين القباب والاشكال المخروطية او البيضاوية تتيح ذلك. ان هذا النوع من الخزانات يمكن ان يكون باستيعابية كبيرة جدا تصل الى (m^3)

(28,700) ، اعتمادا الى طبيعة تصميمه المعماري والانشائي وحاجة المجتمع المخدوم اليه.(شكل-1). (www.momra.gov.sa)، (www.faculty.ksu.edu.sa).

7. خزانات المياه العالية المركبة (Composite Elevated Storage Tank)(CET):-

تتكون من خزان ماء من مادة الستيل الكربوني (Carbon-Steel) غير قابل للصدأ عالي الكثافة (غير مغلف) محمول من قبل برج كونكريتي ذا قطر انشائي كبير مميز بشكل جدار قصي (shear wall) يمتد (وبدون تغليف خارجي او داخلي) من الاساس بشكل عمودي وصولا الى ان يحمل الخزان (ليأخذ تفاصيله المعمارية من خلال الطبقات السطحية عليه وفقا لما يريده المصمم، وكذلك بوجود فتحات النوافذ لفعالياته المختلفة المطلة الى الخارج). ولهذا يستعمل هذا النوع في الاماكن حيثما يكون العنصر الجمالي مطلوبا، كما انه ونظرا لهيكله الانشائي المتكامل (انشائيا ومنشئيا) بدون اضافات او مغلفات (حتى الاصباغ منها)، فانه سيكون مناسباً للبيئات القاسية (خصوصا ذات الاجواء التي يغلب عليها الملحوظة والرطوبة العالية) ، هذه المميزات جعلت هذا النوع يمتاز بالشكل الاخاذ وقلة الصيانة وبدوامية عالية للهيكل الانشائي (لكل من الخزان ذا مادة الستيل الكربوني غير المغلف وللهيكل الكونكريتي الضخم الداعم)، مما جعله قادرا على ان يحمل خزان ماء بسعات عالية تتراوح ما بين ($4546 \text{ m}^3 - 13640 \text{ m}^3$) وبقطر خزان يتراوح ما بين (15m - 35m) على التوالي. ان هذه السعة العالية التي تزيد عن (4546 m^3 = مليون كالون) ستجعله اقتصاديا وفقا لمعادلة كبر الهيكل الانشائي الى الغرض المؤدى منه ، لتصنفه ضمن انواع خزانات المياه ذات الكلفة المتوسطة (شكل-2). (www.caldwellwatertanks.com) .

8- خزانات المياه العالية متعددة الاعمدة (multi column Elevated Storage T.)(LEG):-

تتكون من خزان ماء من مادة الستيل الكربوني (Carbon-Steel) غير قابل للصدأ عالي الكثافة (غير مغلف) محمول على سلسلة من الاعمدة مدعمة باسلاك الشد العرضية (وكلا المادتين من الستيل الكربوني)، يكون العمود الوسطي مخصص لنقل الماء من والى الخزان ولحمل المصاعد والسلالم والخدمات. تكون هذه الخزانات من اكثر الانواع اقتصادية (رغم انها من الانواع متوسطة الكلفة) بسبب صغرها ومتوسط سعتها التي تتراوح بين ($220 \text{ m}^3 - 8800 \text{ m}^3$) ، بتصميم انشائي قياسي يعتمد على (4-14) عمود على التوالي، الامر الذي يجعل من السهولة معرفة سعة الخزان من خلال معرفة عدد الاعمدة الحاملة. كذلك فإنها تمتاز بسرعة تنفيذها العالية وتكلفتها الاقل قياسا ببقية الانواع، كما انها قابلة للتشكل والتلون لتكون واجهة اعلانية لموقعها (او مدينتها) من خلال صبغها او بتشكيل جسم الخزان (ليرمز الى شكل ما). (شكل-3). (www.faculty.ksu.edu.sa).

9- خزانات الماء العالية ذات الشكل الكروي (Pedosphere Elevated Storage T.)(PED):-

تتكون من خزان ماء حديدي كروي من مادة الستيل الكربوني (Carbon-Steel) غير قابل للصدأ عالي الكثافة (غير مغلف) محمول على حمالة منفردة عمودية (مصنوعة من مادة الستيل الكربوني) ذات شكل اسطواني تضم الحركة العمودية للمستخدمين وانابيب الماء ، تنتهي بتاج علوي ذا قاعدة مخروطية تنتج انفتاحيتها الى الاعلى لحمل الخزان - وعند زيادة حجوم هذا النوع من الخزانات يصار الى تجهيزها بقاعدة خزن ارضية للدفاعات ولزيادة حجم الخزن . وعموما تتراوح سعتها الخزنية ما بين

(230 m^3 - 6820 m^3) بقطر (7.5 m الى 26 m) على التوالي . وبهيكلها هذا ستكون فعالة عند المناطق التي يكون تحمل التربة فيها غير متوازن (خصوصا عند مناطق الزلازل)، ممتلكة لمظهر جذاب وبسيط بسطوح ناعمة ومستمرة مقللة من المساحة العامة الخارجية المعرضة، موفرة لعامل السهولة في صيانة عموم البرج. الامر الذي جعلها تكون ضمن تصنيفات الابراج المائية الاكثر جمالية واناقة والاقل كلفة على الاطلاق من بين بقية الانواع ، لبساطة شكلها المناسب وتأثيرها على خط سماء المدينة، وخيالها الانيق والجميل الملقى على الاراضي المجاورة، فضلا عن امكانياتها في حمل الاعلانات شكلية كانت او لونية.(شكل-4).(www.caldwellwatertanks.com).

10- خزانات المياه العالية ذات العمود المخدد (FLC)(Fluted Column Elevated S. T.):

تكون عبارة عن خزان ماء حديدي مكون من مادة الستيل الكربوني (Carbon-Steel) غير قابل للصدأ عالي الكثافة (غير مغلف) بسعة ما بين (1150 m^3 - 13650 m^3) وبقطر (7.5m - 27m) على التوالي، مرفوع ومستند على عمود تحميل منفرد ذا سطح مموج (Corrugated) ويقوام هيكل حديدي (مصنوع من مادة الستيل الكربوني) بقطر كبير يعتمد في تصميمه على تخديد سطوحه، ليجمع ما بين صلادة الهيكل الضخم والمظهر المعماري اللطيف والقوام المتناسق هندسيا، فضلا عن حمله للخدمات الناقلة في داخله (الانابيب وعناصر الصعود والاجهزة والمعدات)، مما اكسب كتلة الخزان تناسبا لطيفا ما بين شكل المخروط وقاعدته مع قشرة العمود والقبة المشكلة للسقف. ان هذا التراكب الهيكل المتعدد، قد جعلته من اعلى انواع الخزانات كلفة، الا انها اكسبته مظهرا ضخما ليكون محطا للرسومات الاعلانية والتزيينات الخطية التي تعبر عن مكون ما او اسم معين في ذلك الموقع، ليكون الخزان ايقونة الموقع المعبرة.(شكل-5).(www.caldwellwatertanks.com).

5- الهيكل الانشائي لخزانات المياه العالية :-

ان الانواع الاكثر شيوعا من الخزانات العالية الحديثة قد انشأت باعتماد ان تكون الاعتبارات الجمالية هي الجزء الاهم في عملية التصميم سواء انشأت من الحديد او من الكونكريت او من كليهما. ولتصميم وتنفيذ أي نوع منها يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار المؤثرات الاساسية لدراسة الخزانات، وهي (اعتبارات الوزن الذاتي للخزن وملحقاته/ وحمولة السائل المحتوى فيه والحمولات الاستثمارية المصممة (كالقاعات والملاعب وغيرها)/ مع دراسة التغيرات الحرارية واثر النقل والزحف الانشائي (على اعتبار تضمين المصادر لضرورة ارتفاعها ما لا يقل عن (40 m) لتأمين الضغط/ كذلك المؤثرات المناخية الاخرى كالرياح والرطوبة /بالإضافة الى الاهتزازات الارضية).(www.epa.gov)،(www.en.wikipedia.org).

وانشائيا تتألف الخزانات العالية من المكونات الاتية :-

أ- الخزان :- يكون بأشكال متنوعة (منها المستطيل/الاسطوانى/المخروطي/وغيرها)، ويتألف شكل الخزان من ثلاث مكونات هي (الغطاء/الجدران/الارضية)، وجميعها تتخذ اشكالا مختلفة اعتمادا الى طبيعة التصميم المعماري والانشائي وسعة الخزان وارتفاعه وموقعه.(تافي،1992،ص22).

ب- الهيكل الحامل :- يستند الخزان الى عناصر عمودية قد تكون اعمدة شاقولية او مائلة، او قد يستند الى اسطوانة عملاقة او تراكيب حاملة، او يمكن ان تستخدم الجدران القشرية (Shear wall) في حمل الخزان (تافي،1992،ص23)، والتي يفترض فيها عامل امان عال جدا لمقاومة حمولة الوزن

والتأثيرات الميكانيكية (كالرياح والاهتزازات المائية والارضية وغيرها)، فضلا عن امكانيتها في حمل العناصر الخادمة (كالأنابيب والامدادات الكهربائية والميكانيكية وعناصر الصعود العمودية). (لجنة توحيد شروط السلامة والاشراف الوقائي بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي، 2006، ص43) .

ان الخزان العالي ونظرا لحجمه وهيكله الذي لا يستهان به (فضلا عن وظائفه المتراكبة لخرن الماء واحتواء المطاعم والملاعب وغيرها)، سيكون قابلا لان يعاد تدوير وظيفته (بدون الحاجة الى هدمه) بعد انتهاء عمره الافتراضي كخزان للماء (بعد 20-25 سنة) او لأي سبب كان، ليكون قابلا ان يتحول الى وظيفة اخرى كالسكن مثلا، او ان يديم الوظائف التي يحويها (عدا خزن الماء) كالمطاعم او محطات البث والمرصد او غيرها من الفعاليات الترفيهية، وهذا الامر يعد اكبر مسوغ لتدخل به الخزانات حقل الاستدامة والتدوير، مما جعلها عناصر جذب في حياة المدينة. (شكل-6)، (شكل-7)، (شكل-8). (www.en.wikipedia.org).

6- التغطية والتغليف لخزانات الماء العالية :-

ان الظروف المناخية وطبيعة ونوع السوائل في الخزانات وضرورة تأمين عدم تسربها ، مع اهمية حماية نظام التوزيع وتجنب تلوث الماء (مهما بقى من فترة زمنية داخل الخزان) وصولا الى المستهلك، يتطلب تنفيذ وتأمين ما يأتي :-

أ- التغليف الداخلي :- ان هدف التغليف الداخلي هو لتأمين الكتامة اللازمة لمنع تسرب الماء، اضافة الى منع ضرر وتلوث تماس الماء المخزن مع الالوجه الداخلية للخزان وبالعكس (خصوصا الخزانات الكونكريتية)، التي يستعمل فيها لتحقيق ذلك عدة طرق، منها اضافة بعض المركبات الكيميائية التي لا تنقص مقاومة الكونكريت، الا انها تزيد الكتامة وتؤمن مناطق التقاء الانابيب به كالمواد المليئة والمصمتة للخرسانة- مثل فاندكس (vandex) و اديكور (adecor) (www.startimes.com) ، مع استعمال الاسمنت المصقول مخلوطا بمواد مانعة للرشح بشكل طبقة عازلة للسطوح الداخلية، ثم تدهن بالبيتومين الساخن لكل السطوح المغمورة بالماء. بصورة عامة ولجميع انواع الخزانات (الكونكريتية والحديدية) تستعمل الطلاءات البيتومينية والريزينية، كذلك طلاءات بلاستيسول (plastisol) كمادة عازلة لتجنب الصدأ وتأمين منع نمو الحشرات والطحالب، مع تقليل عامل الاحتكاك والتراجع (fluctuation) الذي يؤثر سلبا على نظام توزيع المياه بالكامل. (www.momra.gov.sa) ، (www.buwatec.com)، (www.epa.gov).

ب- التغطية الخارجية :- ستعمل على تأمين العزل الحراري على مدار السنة، على اعتبار ان تعرض الخزانات للإشعاع الشمسي (خصوصا الكونكريتية منها) سيؤدي الى حدوث شروخ هيكلية (رغم ان تغير درجات الحرارة الخارجية لا يؤثر كثيرا في الخزانات التي سعتها اكبر من 1000 m^3) نظرا لسماكة سطوحها وحجم الماء الذي تحويه)، مما يستلزم حمايتها (كتغليفها بجدران مزدوجة الطبقات الكونكريتية - مفرغة او محشوة بمواد عالية الادائية الحرارية كالقرميد الناري او مملوءة بمواد عازلة كالبولستيرين او الكونكريت الرغوي او الستيروبور وما شابه). (تافي، 1992، ص23-24).

7- مبدأ استدامة ابراج المياه وتوفير الطاقة :-

نظرا لأهمية ابراج المياه فقد اخذت حيزها لتصمم كصروح شاهقة بأشكال وحجوم وتفاصيل مختلفة، ونشاطات متنوعة لم تقتصر عند خزن وتوزيع الماء، بل تعداه في نواح عدة ليدخل نطاق توليد الطاقة النظيفة بتوظيف مصادر الطاقة المتجددة، كتغطية اسطح البرج بالألواح الشمسية او الحرارية، او اجلاس التوربينات

التقليدية أو النانوية (www.ar.wikipedia.org)، أو قد يتم تغليف واجهاته واسطحه بأنواع من الاعشاب البحرية التي تساعد على توليد الكهرباء من خلال عملية التحليل الحيوي لتساعد في تخفيف ظاهرة الاحتباس الحراري من جهة ولتخفف وتلطف الاجواء في البيئات الحارة من جهة أخرى (شكل-9). (www.evolous.com). إضافة الى امكانات استثمار سطوحه الافقية العلوية لإقامة الفعاليات الحيوية كالحدايق المعلقة والمطاعم وغيرها مهينة مشهدا بانوراميا خلابا للمدينة من نقطة عالية ، متداخلة مع الحدايق والفعاليات التي يمكن اقامتها عند اسفل البرج لتعمل كمنظومة متكامل يمكنها العمل على جمع وتنقية مياه الامطار والسقي الفائض واعادة ضخها الى الخزان لتستخدم في ري الحدايق العلوية وتوليد الرطوبة المطلوبة لتلطيف الاجواء في الاوقات الحارة، ليكون برج الماء نظاما متكاملًا وبقونة دالة ومرشدة لموقعها ضمن المدينة حتى وان انتهى عمره الافتراضي ليبقى مديما لفعالياته الأخرى(كالسكن او الوظائف الإدارية والقاعات العامة). (شكل-6)، (شكل-7)، (شكل-8)، (شكل-10). (www.en.wikipedia.org)، (www.ar.wikipedia.org). (www.recyclenation.com).

8- تأثير الخزانات العالية على خط سماء المدينة :-

ان تنوع تصاميم وهياكل ابراج خزانات المياه قد اتاحت للمعماريين والمستفيدين على حد سواء بان يجعلوا منها علامات دالة ونقاط جذب بصرية مرشدة، بان يعمد الى استلهاهم تصاميمها من طبيعة المهمة الموكلة اليها في الموقع، او من نوع النباتات والثمار التي يشتهر بها موقعها او الصناعة التي تخدمها، لتأخذ اشكالا جذابة وملفتة للانتباه(شكل-11). (www.en.wikipedia.org). او ان يصار الى يكتب عليها بأحرف عملاقة تشير الى اسم المدينة او الموقع لتستثمر كعلامة لتوجيه الطيارين وسائقي السيارات خصوصا في القرى والمدن الصغيرة المتباعدة (تصل في بعض الاحيان الى اضعاف روح الدعابة) (شكل-12)، او ان تخصص لتحمل اسماء الشركات والصناعات التي يخدمها الخزان، لتضفي مسحة من الفخر والاعلان عن تلك الصناعة او المدينة(شكل-13). (www.tryengineering.org)، (www.wonderopolis.org). ففي الولايات المتحدة الاميركية تستعمل ابراج المياه العالية لتوجيه السواح والمستخدمين الى حيث الاماكن المهمة والمقصودة، وكذلك توظيفها لتكون الموضع الامثل لنصب هوائيات البث ولاقطات المحطات ونظم الارشاد الاليكتروني للعناوين (PAS) وكاميرات المراقبة العامة وصفارات انذار الاعاصير (Tornado sirens) ومراقبات الطقس وما شابه. (www.people.howstuffworks.com). بهذا ستكون خزانات المياه وسيلة بسيطة وسهلة وعلامة دالة ومرشدة ضمن المدينة بسبب كبر حجمها وارتفاعها، مما يتيح رؤيتها بسهولة من الارض والسماء، عليه فان تعددها عند اكثر من مكان وبالألوان والاشكال والكلمات المتنوعة سيجعل منها نقاط توجيه على مستوى التخطيط العام للمدينة وقد تضفي اسمها على ذاك المكان. (شكل-14).

9- تأثير الخزانات العالية على استهلاك الكهرباء :-

ان علو وحجم برج المياه سيؤمن الضغط المستدام لنظام تجهيز الماء، ليوفر ويديم معدل استمرارية الضغط المتوازن في المنظومة، بدل التعويل على المضخات الرئيسة لتجهز تنوع الطلب اليومي على الماء، مما سيجعل برج المياه عامل تقليل الحاجة الى استهلاك الكهرباء من قبل المضخات الرئيسة، وسيكافي اعطاء الضغط المطلوب عند معدلات السريان الاعلى للماء (ساعات الذروة ووقت مكافحة الحرائق)، وهو ما قد تعجز عنه المضخات، التي تصمم وفق مبدا ملائمة مستوى الطلب المتوسط (average) وليس الطلب الاعلى الذي سيوفره

خزان المياه وقت النهار، ليعترك للمضخات الرئيسة والثانوية مهمة اعادة ملئه وقتما ينخفض الطلب على الماء¹.
(www.en.wikipedia.org).

فضلا عن هذا، فان تقليل عمل المضخات بسبب تواجد الخزانات وتوفيرها للضغط المتوازن، سيؤدي الى انعدام الحاجة الى المضخات الصغيرة المركبة عند البيوت والمحلات التجارية والمعامل، مما سينتج عامل ثان في تقليل صرفيات الطاقة بسبب انتفاء الحاجة لها، ويحل مشكلة التجاوز على الشبكة العامة للماء. هذا من جهة، ومن جهة ثانية، سيوجه عامل كمية الكهرباء الموفرة، نحو تشغيل اجهزة التبريد الجاف بدل تشغيل اجهزة التبريد التبخيري (المبردات) والتي تستهلك كميات كبيرة من الماء وصلت تقديراتها الاستهلاكية الى (30%) من عموم حصة الفرد المجهزة (اضافة الى تشويهاها للمنظر العام ومضارها الصحية وتأثيرها السلبي على زيادة الرطوبة)، مما سيقفل من هذه الحصة المحسوبة للمدينة (فبدل ان تكون حصة الفرد 300 لترايوم، ستكون 230 لترايوم). (أزمات المياه في مدينة الرياض، 2003، ص17). الامر الذي سيشكل فارقا كبيرا جدا سينعكس ايجابيا على عامل تقليل صرف الماء وهو من اهم عوامل الاستراتيجيات المستدامة لإدارة الموارد المائية.

10- توظيف نظام المعلومات الجغرافية (G.I.S.) لإدارة منظومة المياه :-

ان معظم شبكات المياه في الدول النامية تعاني مشاكل انعدام الانتظامية والتقطع في توزيع الماء بسبب تقادمها والاهمال في صيانتها. ونظرا لان المشكلة قديمة ومتراكمة، فقد اقترحت ونفذت بعض المؤسسات (ومنها العربية) توظيف برامج نظم المعلومات الجغرافية (G.I.S.) كوسيلة لبناء المعلومات عن الانظمة والشبكات المستخدمة في المدينة (ولد علي، ابو الرب، 2010، ص1).

ان تطبيق تكنولوجيا (G.I.S.) للتصميم والادارة الفعالة لشبكات توزيع المياه بفوائده الشاملة، قد اكد على ضرورة البدء بالانتفاع منه لما يقدمه من خدمات كبيرة ونظرة شاملة، والتي تنصب قيمتها بشكل كبير عند معادلة زيادة عدد السكان ونقص الخدمات (ومنها الماء)، لتساعد وتسيطر بصورة متكاملة على ادارة وتشغيل شبكات المياه بفاعلية عالية، وفي وضع خطة طويلة المدى للتوقعات (ومنها المالية) لتطوير موجودات الشبكة وصيانتها وتحسين ادائها، مع العمل على توفير تغطية لحياة شبكات المياه (من مرحلة التخطيط وحتى وقت التبديل)، من خلال اجراء عملية تحليل شاملة لإدارة الموجودات تمتد فترتها ما بين (10-40 سنة)، تضمن خلالها كفاءة عالية لإدارة الشبكات خصوصا اذا ما ارتبطت مع بقية برامج تصميم وإدارة انظمة الخدمات العامة في المدينة ضمن مفهوم استدامة المياه. (ولد علي، ابو الرب، 2010، ص7-8).

11- مفهوم استدامة المياه :-

تعني استدامة المياه ممارسة ادارة الطلب على المياه لتلبية احتياجات البشر على المدى البعيد لتعويض ودعم والمحافظة على المياه للأجيال القادمة، ولحماية المياه ومنظوماتها بشكل واع وضمن الخطط الشاملة لتطوير اقتصاد البلد. اذ ان المدن تستهلك الكثير جدا من الجهد والموارد لتوفير المياه لذلك العدد المتزايد من السكان، لذا لابد من اعداد استراتيجيات جديدة لحفظ المياه وادارة الطلب عليها، ترتكز على مبدأ الادارة المتكاملة النابعة من التدخل المدروس ما بين التخطيط الحضري ونظام ادارة الخدمات (والمياه على وجه الخصوص)، مع

¹ ان خزانات المياه ستوفر كذلك ضغطا اعلى مما توفره المضخات، والتي قد ينخفض ضغطها لاي سبب (خصوصا الاعطال) مؤديا الى ادخال مسببات الامراض الى داخل نظام توزيع الماء في المدينة.

استثمار التقنيات الحديثة وتثقيف المستهلك لتحقيق تغيير متقدم في المدينة يقصد القيمة الاعلى والاقتصاد الامتن والحياة المخدومة المزدهرة. (www.envirocitiesmag.com).

12- تأثير الخزانات العالية على الاستهلاك اليومي :-

12-1- تنوع الطلب اليومي :-

ان الطلب اليومي على الماء لمجتمع ما يتنوع خلال السنة لعدة اسباب منها (طبيعة المناخ السائد/نظم توزيع الماء/حجم المدينة/مستوى معيشة الفرد/اسعار المياه/وقت الذروة، كذلك العادات والتقاليد والمعتقدات الخاصة بالمجتمع). (www.site.iugaza.edu.ps).

ان معدل التنوع بالساعات للطلب على الماء خلال النهار اكبر من المعدل للطلب اليومي، وذلك بسبب اختلاف الطلب عند فترة الذروة الصباحية وفترة ما بعد الظهر. (www.samsamwater.com). ولهذا فان ثمة معاملات للذروة هي (معامل الذروة الساعوية -phf Peak hour factor) و (معامل الذروة اليومية -pdf Peak day factor)، والاخير هو الاكثر اعتمادية في حسابات التقديرات الاستهلاكية، وبحسب عادة كنتيجة لقسمة (ذروة الطلب اليومي خلال السنة) على (معدل الطلب اليومي منها). وقد اعتمد الرقم (1.41) في العراق كقياس لمعامل الذروة اليومية. (جدول-1). (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد، 1998، ص10-5).

اما معامل الذروة الساعوية فله اسلوبان في الاحتساب، فأما يكون بقسمة (طلب ساعة الذروة اليومية) على (معدل الطلب اليومي) لينتج (2.26)، او بقسمة (طلب ساعة الذروة اليومية) على (طلب الذروة اليومية) لينتج (1.60). (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد، 1998، ص10-5). وعند ضخ وتوزيع الماء، فان معامل الذروة الساعوية (phf) سيعتمد على حجم وطبيعة المجتمع، حيث سيكون عاليا جدا في المجتمعات الصغيرة كالقرى، وصغيرا نسبيا في المجتمعات الكبيرة (كالمدن) بسبب الحاجة المتنوعة الى الماء، والذي سينتج عن تشكل حالة التذبذب في الطلب وضغطا على محطات الضخ، لذا فان وجود خزانات المياه العالية سيعمل وبشكل كبير على خفض عامل الذروة الساعوية (phf) لعملها على توفير الضغط المنتظم والمتوازن على مدار الساعة من النهار. (www.samsamwater.com).

12-2- موازنة الخزن :-

ان وجود خزان المياه في المناطق المخدومة سيجعل من مصدر التجهيز قادرا على منع التذبذبات (Fluctuations) في الطلب على الماء من المجتمع (خصوصا خلال ساعات الذروة)، والتي تعتبر ظاهرة غير اقتصادية وضارة بالمنظومة وعملية التوزيع. لهذا فان حجم الخزن يجب ان يكون محسوبا ليؤمن وبصورة ملائمة العلاقة ما بين الطلب والتجهيز، مما يستلزم ان يكون الخزان محسوبا بما لا يقل عن (20-40%) من نسبة طلب الذروة اليومي ليؤمن ذلك. (www.samsamwater.com).

مما يحتم ان يرفع الخزان عند اعلى نقطة جهد الامكان ليعطي ضغطا مستقرا وكافيا، على ان يكون على خط التجهيز الرئيس من المحطة، وبموضع يجعله يتوسط الابعاد بين نقاط الاستهلاك وباقل المسافات لتقليل فقد الطاقة (شكل-15) (سلسلة محاضرات ادارة وحسابات خزانات المياه، 2005، ص18)، مما سيؤثر الى ضرورة توزيع خزانات عديدة في مواقع مختلفة من المدينة لزيادة واستقرار الضغط، الامر الذي سيزين المدينة بها ويجعلها علامات دالة. (شكل-16).

12-3- معدلات الاستهلاك في بغداد:-

ان حجم الاستهلاك للمياه المعالجة وحجم المنظومة الانتاجية وطاقتها تقرر وفقا لاعتبارات عدة (كطبيعة حال الحجم السكاني/معدل الاستهلاك للفرد/نمط التوزيع المكاني لاستعمالات الارض داخل المدينة)، وقد اوضح مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد (2015)، ان المخطط الانمائي المتكامل قد وضع ثلاث احتمالات للنمو السكاني المستقبلي للمدينة، لتكون بحدود (4.22 مليون عام 1995) و(4.65 مليون لعام 2000) و (5.95 مليون لعام 2015). (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد، 1998، ص 10-4). والاخير هو المهم اذ انه مقارب جدا مع ما موجود حاليا لسكان بغداد. وقد عد بانتشار متوسط (Medium dispersal) على (74) منطقة تخطيطية تغطي المساحة الجغرافية لمدينة بغداد بما يقارب (455) محلة قياسية.

وقد تم اعتماد معدلات الاستهلاك لعام (2000) ب (500 لتر/شخص/يوم) لمركز المدينة و(400 لتر/شخص/يوم) للضواحي، وذلك انطلاقا من فرضية الاستهلاك للاستعمالات المختلفة لقطاعات المدينة (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد، 1998، ص 10-4)، وهي معدلات استهلاك عالية جدا اذا ما اخذ بعين الاعتبار ضرورة تطبيق سياسات التنمية والادارة المائية التي تؤكد اهمية خفض معدلات الاستهلاك .

وعلى اعتبار ان منظومة ماء بغداد المستقبلية قد صممت لتتطابق اسقاطات الطلب الاعلى وفي ضوء معدل ذروة يومية يساوي (1.41)(جدول-1)، فان الدراسات تشير الى ان هنالك خلل واضح في معادلة العرض والطلب بدأت تظهر ملامحها منذ عام (1990)، وما تزال في تنامي مستمر نتيجة توقف المشاريع وتقادم المنظومة وكثرة اعطالها وعجزها عن الايفاء بالطلب مع تزايد اعداد السكان وتقسيم بيوت المحلات. وهذا ما يقتضي ضرورة تبني سياسة تعنى بخدمة المستهلك وتنقيفه، مع المراجعة والاسراع بتنفيذ الاستراتيجيات المرحلية لمنظومة الماء بأركانها (منشآت المعالجة/خطوط النقل والتوزيع/مستودعات وخزانات الماء). (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد، 1998، ص 10-9)، مع تأكيدنا على البدء بالأخيرة باعتبار ان خطوة انشاء الخزانات في مناطق مختلفة من بغداد (مع احياء الموجودة منها ان امكن) سيجعل من عملية التجهيز المستمر بضغط متوازن ممكنة، وسيفي بمطالبات الطلب اليومي للمدينة، وسيتيح الوقت لصيانة وتبديل مواضع الخلل في الشبكة دون انقطاع للماء.

13- حجم و سعة الخزانات العالية واعدادها :-

13-1- حجم الخزانات المطلوبة :-

لحساب سعة الخزانات بأنواعها يجب الاخذ باعتبار ثلاث كميات مطلوبة من المياه (سلسلة محاضرات ادارة وحسابات خزانات المياه، 2005، ص 8-16) هي :-

أ- الكميات الموازنة :- حيث ان التغير في الكميات المسحوبة من المستهلك يختلف من ساعة لساعة ومن فصل لفصل، وعلى اعتبار ان الضخ من المصدر (محطة التنقية) ثابت، فان هذا سيقود الى ضرورة ايجاد مخزون يوازن متطلبات الاستهلاك المتغيرة.

ب- كميات الصيانة الطارئة:- وهي الكميات التي تعوض النقص عند حدوث أي خلل في الشبكة يؤدي الى تسرب كميات من المياه، بسبب الاعطاب الطارئة او نتيجة الاعطال التي يمكن ان تكون بسيطة وتحتاج لساعات من الاصلاح او قد تكون كبيرة وتستلزم اياما، وبهذا يكون من الضروري وضع مخزون احتياطي يسد الحاجة ليوم او يومين.

ج- الكميات المطلوبة للحريق:- هنالك طريقتان للتعامل مع متطلبات الحريق، اولهما ان يتم التزويد بشبكة منفصلة عن الشبكة العامة ويوضع عليها صنادير الاطفاء، وثانيهما هو بتوفير المطلوب للحريق من الشبكة الاصلية، وهو الاسلوب المتبع في معظم بلدان العالم لتقليل الكلف.

13-2- سعة الخزانات المطلوبة :-

ان سعة الخزان مهمة جدا لتجعل من نظام توزيع الماء فعالا، لهذا يجب ان يكون الخزان كافيا ليلائم معدلات الطلب على الماء باختلافها على مدى اليوم، فضلا عن تنوعها خلال السنة (اذ ان استعمال الماء في الاوقات الحارة يختلف عنه عند الاوقات الباردة).

ولتصميم وحساب سعة الخزان، يجب اولا تحديد عدد سكان المجتمع المخدم (باستخدام الاستبيان او التعداد)، مع التأكد من معلومات التعدادات القديمة لحساب معدل النمو خلال السنوات الماضية ولتحديد النمو المستقبلي المتوقع، على اعتبار توقع ان يخدم الخزان لـ (20-25 سنة) قادمة. (جدول-1) (8ص5).

ان الخطوة الاساسية لحساب سعة الخزان تكمن في تحديد الطلب اليومي الكلي مع تحديد طلب الذروة (Peak) (الذي هو المعدل الاعلى للطلب على الماء خلال النهار والمخصوص عند فترة بداية الصباح وفترة ما بعد الظهيرة). ان طلب الذروة يحسب من خلال اضافة نسبة (20-40 %) لمعدل الطلب اليومي، حيث يضرب معدل الطلب اليومي بـ (1.2) او (1.4). وهنا تعتمد القاعدة العامة بان سعة الخزان يجب ان تستوعب هذه النسبة من طلب الذروة على الماء خلال النهار. (www.lifewater.org).

وهنا يمكننا وبموجب هذه القاعدة، وعند الرجوع الى شروط استراتيجيات التنمية وادارة المياه والتي تؤكد (كما سبق) على ضرورة ان يعتمد رقم (300 لترايوم/شخص) كقاعدة تصميمية لمنظومة الماء عموما، وعند الاخذ نظريا بأن المحلة القياسية تتكون من (2400-2600) فرد¹، عندها حاجة المحلة من الماء يوميا (عند اخذ القيمة الاعلى للطلب اليومي وللنسبة المضافة) ستكون :-

$$-(2600 * 300 \text{ لترايوم} = 780,000 \text{ لترايوم/محلة})$$

* وكما تقدم، فان الذروة خلال النهار ستكون بإضافة (20-40 %) لمعدل الطلب اليومي، وبأخذ النسبة الاكبر ستكون حاجة المحلة اليومية الى الماء هي :-

$$-(780,000 \text{ لترايوم/محلة} * 1.4 = 1,092,000 \text{ تقريبا } 1,100,000 \text{ لتر})$$

* وعلى اعتبار ان سعة الخزان تتراوح ما بين (20-40 %) من طلب الذروة، ستكون حصة كل محلة من الخزان وبأخذ النسبة الاكبر هي :-

$$-(1,100,000 \text{ لترايوم/محلة} * 0.4 = 440,000 \text{ لتر ما يقارب } 450 \text{ m}^3)$$

* وعلى اعتبار ان حجوم الخزانات العالية للمدينة ولكي تكون اقتصادية من حيث كلف الانشاء والخدمات المقصودة يجب ان لا تقل سعتها عن (مليون كالون أي ما يقارب $4,546 \text{ m}^3$) (تقرير التصميم الانمائي الشامل لمدينة بغداد، 1973، ص103)، فان هذا سيجعل من كل خزان بهذه السعة ممكن ان يخدم تقريبا (10) محلات قياسية :-

$$-(4,546 \text{ m}^3 \text{ حجم الخزان} \div 450 \text{ m}^3 \text{ حصة المحلة} = 10 \text{ محلات تقريبا})$$

¹ ان الاعداد الحقيقية لسكان مدينة بغداد اكبر بكثير من هذه الارقام القياسية، نتيجة قدم المحلات وزيادة عدد سكانها وما طرحته مشكلة أزمة السكن من تقسيم للبيوت واكتظاظ للأعداد داخل المحلة الواحدة.

* وإذا ما علمنا ان عدد محلات بغداد تقارب الـ (450 - 500) محلة بين نظامية وغير نظامية (باختلاف كثافتها)، سيكون :-

- (500 محلة \ 10 = 50 عدد الخزانات المطلوبة ذات سعة ($4,546 \text{ m}^3$))
- (أو = 38 عدد الخزانات المطلوبة ذات سعة ($6,000 \text{ m}^3$))
- (أو = 28 عدد الخزانات المطلوبة ذات سعة ($8,000 \text{ m}^3$))

وهذه الاعداد مقارنة لما جاء في تقرير (التصميم الانمائي الشامل لمدينة بغداد حتى سنة 2000 - طبعة سنة 1973) والذي اكده تقرير (مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد 2015 - طبعة سنة 1998 وما تلاها)، من ان هنالك حاجة ماسة لإنشاء (38) خزانا سعة (مليون كالون = $4,546 \text{ m}^3$)، باعتبار الفترة الممتدة من سنة (1973 لغاية 2000)، ويعدد متوقع لسكان بغداد يصل ما بين (5.5 - 6.5 مليون نسمة) وهو مقارب لحالتها اليوم، وقد اشارت التقارير الى ان الخزانات الـ (38) المقترحة هي بمعدل حاجة يومية تقارب (300 لتر) وهو المرصود ضمن بحثنا الحالي .

لذا فان اقتراحنا لإنشاء ما بين (28-50) خزان (حسب السعة)، انما يأتي ليوافق ما هو مخطط ومحسوب لشبكة ماء بغداد بتصميمها الاساس، ولجعل من تواجد الخزانات ضمن مناطق وتقاطعات واحياء العاصمة علامات فارقة ونقاط جاذبة ودالة بتصاميمها المتنوعة والوانها المختلفة وعلاماتها واساراتها الاعلانية، وحاملة لوظائف متنوعة ترفيهية كالمطاعم وقاعات الملاعب والرصد البصري، مع امكانية حملها لابرار ومحطات البث وكاميرات المراقبة والحركة المرورية، فضلا عن خدمتها لشبكة العاصمة مخصصة اياها من مشاكل تذبذبات الدفع والانقطاعات الجزئية والمستمرة، ومزودة المدينة بالماء عند فترات الصيانة او الاعطال، وحالة لمشاكل صعود الماء الى النقاط العالية بتوفيرها للضغط الكافي لأداء الفعاليات وحافطة الطاقة الكهربائية، مما سيدعم وينعش الحياة في المدينة بصورة افضل.

14- الاستنتاجات :-

- اعتمادا الى ما تقدم، توصل البحث الى جملة من الاستنتاجات والتوصيات، يمكن اجمالها بما يلي :-
 - 1- تشكل خزانات المياه العالية (اذا ما اجيد توقييعها وقدرت سعتها الملائمة) جزءا اساسيا من عناصر منظومة خدمة توزيع المياه في المدينة، لما تؤديه من وظيفة خزن المياه وتأمينها للمستخدمين بصورة مستمرة عند الفترات الاعتيادية والأوقات الطوارئ.
 - 2- ان تصميم هياكل الخزانات بارتفاع عال متوافق مع مباني المنطقة المخدمية، سيؤمن ضغطا كافيا لإمداد شبكة مياه المدينة بالماء الضروري بشكل مستمر لإقامة الحياة، مما يستلزم ان تكون الخزانات بسعة كافية وحسب الحاجة المطلوبة.
 - 3- ان ارتفاع هياكل الخزانات العملاقة قد قاد المصممين لضرورة استثمارها ليس لخدمة تخزين الماء وحسب، وانما لأجل توظيف خدمات حياتية اجتماعية اخرى (كاحتواءها للقاعات والمطاعم والمراسد وكاميرات المراقبة، او لاستقبال مرسلات البث وصافرات انذارات الطوارئ وما شابه). الامر الذي مكنها من ان يصنف هيكلها من الهياكل العملاقة المستدامة بسبب بقاءه لإدامة تلك الفعاليات حتى بعد انتفاء الحاجة لعامل تخزين المياه.

4- ان برج المياه يمكن ان يتخذ اشكالا وتصاميم واللوان مختلفة، اعتمادا الى طبيعة المكان الذي يخدمه. كذلك فان اسطحة الخارجية يمكن ان توظف لتحمل عناصر توليد الطاقة الشمسية او الحرارية والرياح وما شابه من عناصر توليد الطاقة المستدامة المتجددة، الامر الذي جعل الخزانات تشكل عنصر استدامة الموقع ونقاط جاذبة ومرشدة للمدينة، مما سيغير من خط سماءها ويعيد تنظيم مشهدها الحضري.

5- ان احتواء الخزانات لكمية كافية من المياه، وبسبب عملها على مبدأ الجاذبية الارضية (وموازنة الخزن) في تزويدها الى المدينة، سيعمل على حفظ عامل استهلاك الكهرباء، نظرا لعدم الحاجة الى استمرار عمل المضخات الرئيسية ليل نهار .

6- ان منظومة ماء بغداد وكما مرسوم لها في المخطط الاساس ومقترحات المخطط الانمائي الشامل، قد كانت وافية لتغطية الحاجة المحلية لغاية عام(2015)، لكنها لم تنفذ بكل مراحلها، مما فاقم ازمة الماء الى وقتنا الراهن بسبب الظروف السياسية والاقتصادية وتوقف المشاريع فضلا عن تقادم المنظومة وعجزها عن تلبية الطلب. الامر الذي يؤكد على ضرورة الاسراع بتنفيذ العدد والسعة المطلوبان والمحسوبان نظريا في بحثنا الحالي من الخزانات العالية كمرحلة اولى، لمواءمة مشكلة الطلب ودرئ حالات الطوارئ، وتزويد الماء عند انقطاع الكهرباء عن المضخات الرئيسية او لأي عطل كان، او عند اجراء الصيانة على الشبكة.

7- ان تنفيذ العدد والسعة المطلوبة من خزانات المياه العالية فضلا عن ايفاءها بالماء اوقات الذروة النهارية (خصوصا عند فصل الصيف)، سيكون عامل تفعيل الحفاظ (وتقليل استخدام) الكهرباء عند امرين، الاول بانتقاء الحاجة الى المضخات الصغيرة في البيوت والمحال التجارية والمعامل وغيرها، وثانيهما بعدم الحاجة المستمرة لتشغيل محطات الضخ الرئيسية لتوافر الضغط المطلوب والمتوازن والمستمر في الشبكة.

15- التوصيات :-

1- يوصي البحث لأجل الايفاء بتقديم الخدمات في المدينة، بضرورة تبني منهج متكامل لتوزيع المياه واستراتيجية شاملة لتدوير واعادة استخدامها (مواكبة للممارسات العالمية في الاستخدام العمراني لها)، مما سيقبل من تكاليف وزمن تقديم الخدمة وتجاوز الازمات. وهذا يستلزم اهمية المراجعة الدورية والتخطيط للمشاريع الرئيسية ضمن خطوة تبني سياسات تخطيطية للخدمات عامة والمياه خاصة على المستوى الحضري.

2- يوصي البحث كذلك بضرورة اجراء دراسات ميدانية، ووضع توقعات للاحتياجات المائية لمدينة بغداد، لوضع خطة محكمة لواقع توزيع السكان على المناطق بشكل عام (اعداد السكان/حجم الكثافات/طبيعة استخدام الارض)، مما سيحدد امكانية توقع الاحتياجات لعدد وساعات وحجوم الخزانات ضمن كل من تلك المناطق المخدومة بشكل دقيق وواقعي.

16- المصادر :-

مصادر الشبكة (النت):-

- www.tryengineering.org / water tower challenge.
- www.people.howstuffworks.com/water.htm/howwatertowerworks.
- www.caldwellwatertanks.com/tank-overview.html .
- https://en.wikipedia.org/wiki/water_tower/free_encyclopedia.
- www.epa.gov/.../2007_05_18_disinfection_tcr_whitepaper_tcr_st.
-

ww.buwatec.com / water technology .

- www.evolo.us/competition/freshwater_factory_skyscraper/architecture_magazine .
- www.wonderopolis.org/wonder/how-do-water-tower-work.
- www.samsamwater.com/library/tp40_21_water_distribution.pdf .
- www.lifewater.org/resources/san2/san2d1.pdf.
- ارشيف العلوم الهندسية / أعمال توزيع المياه بعد تنقيتها في المدن www.startimes.com/
- www.momra.gov.sa/generalsrev/specs/spec0024-3.asp .
- تركيبات صحية/المحاضرة الاولى/د.حاتم جلال www.faculty.ksu.edu.sa/hatem /
- www.wikipedia.org/wiki/برج_مياه_الرياض
- www.envirocitiesmag.com/.../sustain_green_art6.pdf.
- www.site.iugaza.edu.ps/namara/files/.../10_المحاضرة_10.pdf.
- www.google.com.sa/search.
- www.recyclenation.com/2011/03/water-towers-recycle-houses#sthash.v2TjAoom.dpuf.

- المصادر العربية :-

- تافي، د.محمد سليمان - "خزانات المياه العالية والارضية " - سلسلة المنشآت البيوتونية المسلحة - دار الغدير للطباعة والنشر والتوزيع -حلب- 1992.
- مطاوع ، حاتم - " حاووز الماء: بين قصة الماضي والحاجة المتجددة " - مجلة رؤى تربوية - العددان الرابعون والحادي والاربعون - مركز القطان للبحث والتطوير التربوي، فلسطين، 2011.
- مشروع التنمية الحضرية لمدينة بغداد (2015)، المرحلة الاولى(التقرير النهائي)، قسم الهندسة المعمارية/جامعة بغداد وامانة بغداد/دائرة التصميم، 1998.
- لجنة توحيد شروط السلامة والاشراف الوقائي بدول مجلس التعاون لدول الخليج العربي، " الاشتراطات الخاصة بمعدات الاطفاء والانذار"، الجزء الثاني، وزارة الداخلية، المملكة العربية السعودية، 2006 .
- أزمات المياه في مدينة الرياض/ سبل تجنبها وطرق مواجهتها، مسودة التقرير النهائي، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية، 2003.
- ولد علي، ابراهيم- ابو الرب، محمد، "ادارة شبكات توزيع المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية.G.I.S-حالة دراسية : شبكة توزيع المياه لمدينة لحول"، دائرة الهندسة المدنية والمعمارية، كلية الهندسة والتكنولوجيا، جامعة بوليتكنك ، فلسطين ، 2010.
- سلسلة محاضرات ادارة وحسابات خزانات المياه، المحاضرة 7، المحاضرة 8، جامعة فلسطين، 2005
- تقرير التصميم الانمائي الشامل لمدينة بغداد حتى سنة 2000، الفصل الثاني، امانة العاصمة ، 1973.



(شكل-2) خزانات المياه المركبة
(www.google.com.sa/search)



(شكل-1) خزانات المياه الارضية
(www.google.com.sa/search)



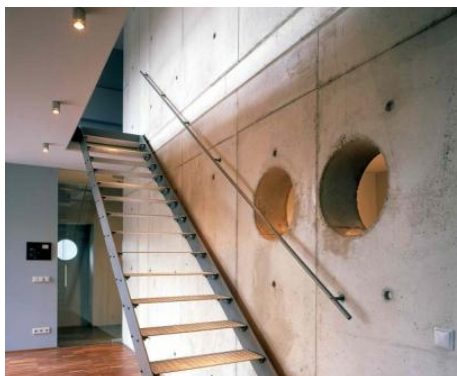
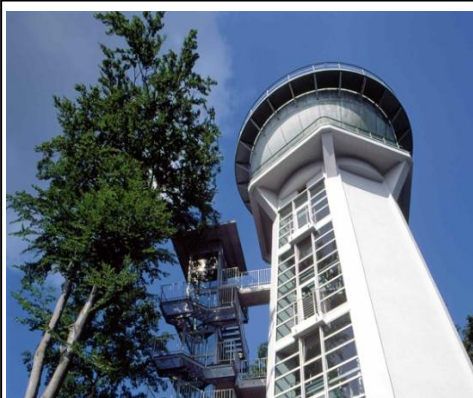
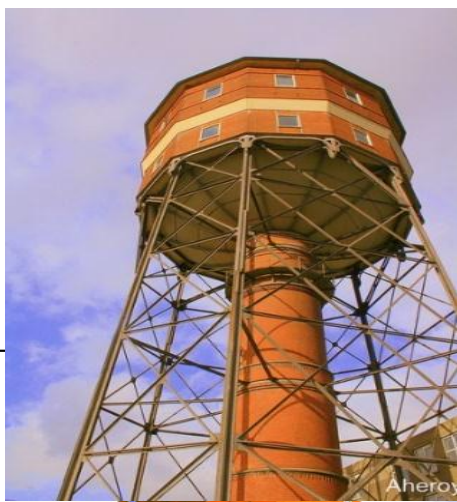
(شكل-3) خزانات المياه متعددة الاعمدة Multi column – تصمم وفقا لقابليتها للنشك والتلون لتكون واجهة اعلانية ونقطة دالة لموقعها. (www.google.com.sa/search)



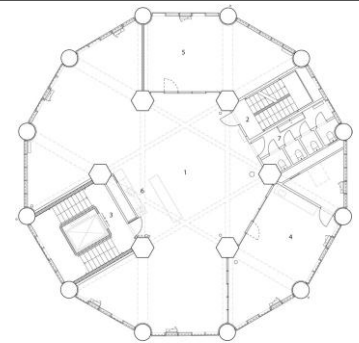
(شكل-5) خزان المياه المخدد Fluted
(www.google.com.sa/search)



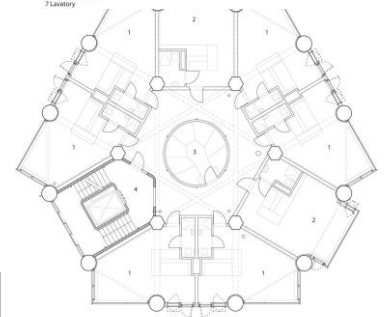
(شكل-4) الاشكال المتنوعة لخزان المياه الكروي Pedesphere .
(www.google.com.sa/search)



(شكل - 8) برج خزان ماء ايزن / مدينة بريديا / المانيا. تم تحويله الى مبنى اداري بسنة طوابق، مع تحويل الخزان الى قاعة عامة.
(www. Recyclenation.com/recycle-houses)



مخطط طوابق الخزان
(الفضاءات العامة)



مخطط طوابق عمود
الخزان (الشقق السكنية)

(شكل - 6) برج خزان ماء جايجيسبورك / مدينة جينتوفي / الدنمارك. تم تحويله الى شقق سكنية لطلبة الأقسام الداخلية وبسعة (40) شقة، وذلك باضافات هيكلية وتقطيعات داخلية دون المساس بالهيكل الرئيس للبرج.

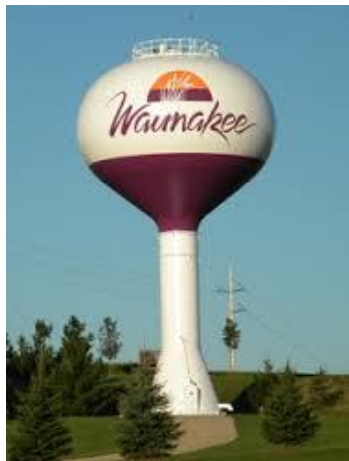
(www. Recyclenation.com/recycle-houses)



(شكل-10) تداخل تصميم خزان المياه مع الموقع
ليديم الفعاليات الاجتماعية.(خزان مياه الرياض)
(www.wikipedia.org/wiki/)



(شكل-9) توظيف الاعشاب البحرية في الخزانات لتوليد الكهرباء.
(www.evolo.us/competition/freshwater_factory)



(شكل-13) توظيف اشكال الخزانات
للإعلان عن الصناعة المخدومة.
(www.google.com.sa/search)



(شكل-12) توظيف الاشكال الفنتازية
في تصميم الخزانات.
(www.google.com.sa/search)



(شكل-11) استلهم اشكال الثمار في
تصميم الخزانات.
(www.google.com.sa/search)

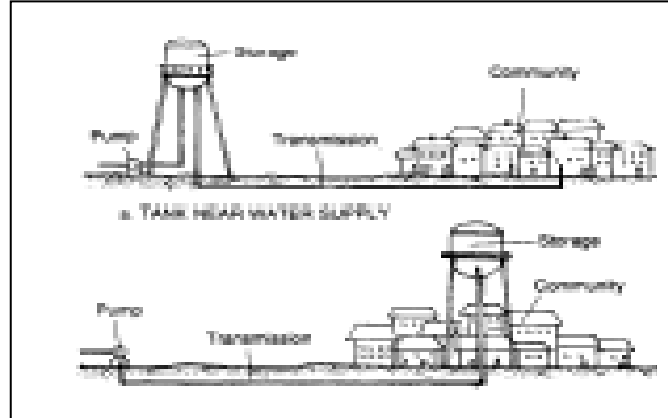


(شكل-14) تأثير خزان المياه على تسمية المكان.(خزان ساحة الطيران/بغداد)(خزان جازان/العربية السعودية)(خزانات
الكويت/الكويت)(مع توظيفها لحمل المرسلات الاذاعية). (www.google.com.sa/search)

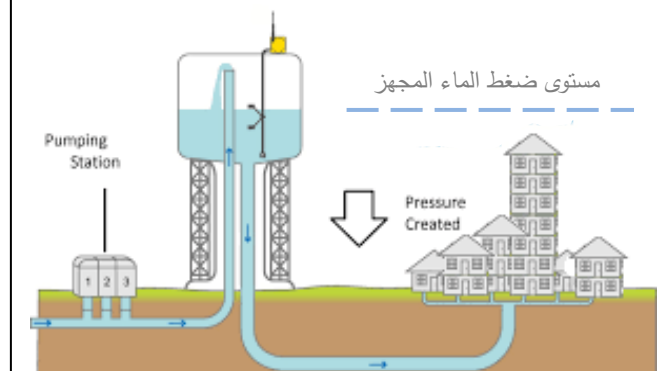


(شكل-16) تشكيل خزانات المياه العالية بأشكال واللوان وحجوم مختلفة مع توظيفها لحمل الاعلانات عن المكان المخدم، لتكون نقطة بارزة مرشدة وعلامة دالة عن موقعها.

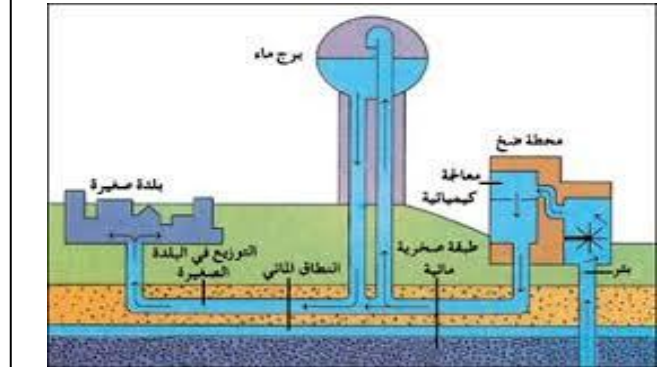
(www.google.com.sa/search)



علاقة موقع الخزان من المدينة - يفضل قربه من المباني



موقع الخزان يجب ان يقع على خط التجهيز وقريب من المباني



(شكل-15) علاقة الخزان بالمدينة - ضرورة قربه من المباني

ووقعه على خط التجهيز الرئيس للمياه.

(www.google.com.sa/search)

(جدول-1) عوامل النمو السكاني- معدل الذروة اليومية لبغداد (www.lifewater.org/resources/f)

سنوات دورة التصميم	معدل النمو السنوي (%)					
7	1.5	2	2.5	3	3.5	4
10	1.1	1.15	1.19	1.23	1.27	1.32
15	1.16	1.22	1.28	1.34	1.41	1.48
20	1.25	1.35	1.45	1.56	1.68	1.80
25	1.35	1.49	1.64	1.81	1.99	2.19

الاستثمار المستدام في مباني التراث العمراني (دراسة تحليلية لنماذج عربية)

شذى فالح حسين

مدرس مساعد

قسم الهندسة المعمارية / جامعة اوروك

دنيا نصير طارق

مدرس مساعد

قسم الهندسة المعمارية / جامعة اوروك

الخلاصة

يعد التراث ثروة حضارية وثقافية تراكمت عبر القرون لأي حضارة ، اما التراث العمراني فيعتبر الشاهد المادي على تلك الحضارة ومحصلة لتراكم الأفكار والخبرات ، تضاعفت في الأونة الاخيرة الجهود حول اهمية الاستثمار المستدام بشكل عام و اهمية الاستثمار المستدام في التراث العمراني بشكل خاص .

ظهرت المشكلة البحثية " عدم وجود معرفة كافية حول مفهوم الاستثمار المستدام وتطبيقاته على التراث العمراني " ، لذا يهدف هذا البحث الى دراسة العلاقة بين الاستثمار المستدام والتراث العمراني والوصول الى استراتيجيات التعامل معه ، و يتم ذلك من خلال دراسة ثلاثة محاور المحور الاول : التراث العمراني ، اما المحور الثاني الاستثمار المستدام في التراث العمراني ، واخيرا المحور الثالث الذي يستعرض ثمانية نماذج لتجارب عربية التي طبقت مناهج مختلفة للاستثمار المستدام في التراث العمراني ، وفي الختام يقدم البحث النتائج المستخلصة من تلك التجارب وبعضاً من التوصيات لتفعيل دور الاستثمار المستدام في التراث العمراني.

الكلمات المفتاحية : التراث العمراني ، الاستثمار ، الاستثمار المستدام ، مصادر التمويل ، ESG .

Sustainable Investment In Architectural Heritage Buildings (Analytical Study Of Arabic Models)

Donia Naseer Tareq

Ass.Lectural / Uruk Un.

eng_don_arch@yahoo.com

Shatha Faleh Hussein

Ass.Lectural / Uruk Un.

Shatha_8815@yahoo.com

ABSTRACT

Heritage is considered as the civilization and cultural wealth accumulated over the centuries, whereas architectural heritage is the physical witness of that civilization. Despite the fact that architectural heritage is the most important effort for economic development of any community, it suffers from deterioration and neglect especially in the Arab communities. Recently awareness has increased about the importance of investing on architectural heritage generally and sustainable investment particularly. The goal of investment process in heritage areas is to revive economic activity in addition to attempt to revive the heritage and community values. Research aims to examine the relationship between sustainable investment and architectural heritage, and this is done through the study of the three points, **Architectural Heritage, Sustainable Investment In Architectural Heritage, Reviews Eight Models Of Arabic Experiences That Implemented Different Approaches For Sustainable Investment In Urban Heritage**. Finally research presents

conclusions from those experiments and recommendations for activating the role of sustainable investment in architectural heritage.

مقدمة :

يعد الاهتمام بالتراث العمراني اهم محرك لتحقيق تنمية اقتصادية للمجتمع ولكنه في الواقع يعاني من التدهور والاهمال في البلدان العربية عموما والعراق خاصة ، جاء الاهتمام بمفهوم الاستثمار المستدام في التراث العمراني (البيئة المشيدة) ، اذ يوفر مثال لاستدامة الاموال الطويلة الامد التي تلبي الحاجة في الشعور بالهوية وبذلك تصبح رموز ثقافية مؤثرة على جوانب الاستدامة (البيئية ، الاجتماعية ، الادارية). يمكن الوصول الى مفردات الاستثمار المستدام في التراث العمراني من خلال التطرق الى مفهوم التراث العمراني من جهة ، ومفهوم الاستثمار المستدام من جهة اخرى وتطوره عبر الزمن واختلاف وجهات النظر حوله وصولا الى دراسة تطبيقات عملية مختارة من نماذج عربية .

1. المحور الأول: التراث العمراني :

تعد الابنية التراثية من أهم العوامل التي تعبر عن المجتمع بذلك يتمثل هدف المحور في تعريف نبذة مختصرة عن التراث والتراث العمراني وتحديات التراث العمراني وأهميته .

1.1 مفهوم التراث :

يجسد التراث ثقافة تشمل الفرد، الجماعة، المجتمع والأمة، اذ ان التراث بمجمله يعد المعبر الصادق عن الانجازات الفكرية والثقافية والحضارية المحلية والدولية ، فشواهد ومعالم التراث المعمارية المتجسدة في المباني والمدن التاريخية والمواقع الأثرية تمثل الرمز المادي الذي يجسد تاريخ الأمم وتراثها الحضاري والعمراني بأبعاده التاريخية والثقافية والجمالية والفنية المؤثرة في الشعوب التي تستقي منه الأجيال ثقافتها وخصائصها وانتمائها الحضاري مما يعزز هويتها الثقافية (الزهراني،2012) ، وقد تنوعت تعريف التراث فقد يعرف على انه نتاج الفكر الإنساني الذي تركه الأجداد ويعبر عن ثقافة المجتمع وتاريخه وقيمته في فترات تاريخية متباعدة (راشد،2013) ، وقد يعرفه البعض بأنه " صورة الماضي وتاريخه الذي طوى الزمان صفحاته وبين طياته أصالة الشعوب بانتمائها للمكان ومعاصرتها للزمان " وأيضا هو "إنتاج فترة زمنية تقع في الماضي وتفصلها عن الحاضر مسافة زمنية تشكلت خلالها فجوة حضارية " (سلطان،2013)، أما البعض الآخر فقد يعرفه على أنه مجموع قيم ومعتقدات وآداب وفنون ومعارف ونتاجة عن تراكم خبرات المجتمع وهو شاهد على تاريخ الامة وأحوالها ويتميز بأنه مكون من بُنى مترابطة ومتكاملة الأجزاء ومتداخلة في كثير من الأوقات ومنه ما هو ثابت ومنه ما هو متغير ، ويعد التراث الثقافي والطبيعي ثروة لا تقدر بثمن ولا يمكن أن تعوض، سواء للدول التي وجد فيها أو للبشرية جمعاء (الزهراني،2007) .

2.1 تصنيفات التراث :

يصنف التراث الى فئتين استنادا الى (سلطان،2013) :

- **تراث مادي :** يتضمن المباني والعناصر المادية ذات الأهمية المعمارية والتاريخية.
- **تراث غير مادي :** يتضمن الفنون الشعبية، المعارف التقليدية، الطقوس والشعائر، التظاهرات الاحتفالية، الفنون البصرية والأدائية، الأدب واللغة واللهجات (سلطان،2013) ، كما موضح في الجدول التالي :

الجدول (1) تصنيفات التراث المادية وغير المادية (ابوغزالة، 2013)

تصنيف	أشكاله	صوره
مادي	التراث المبني	المدن والمباني
	التراث الأركيولوجي	المواقع الأثرية
	التراث المنقول	القطع الأثرية النقدية والحجرية
	التراث المكتوب	الوثائق والمخطوطات
غير مادي	التراث المسموع	الروايات والحكايات الشعبية
	تراث العادات والتقاليد	المواسم الدينية والزواج التقليدي
	تراث الفنون الشعبية	الفلكلور الشعبي

3.1 مفهوم التراث العمراني:

يمثل التراث العمراني الجانب المادي من التراث الحضاري الذي يعد شاهدا حيا على العمران وارتباطه الوثيق بالبيئة المحلية والعادات والتقاليد المتوازنة، وهو يعبر بصدق عن الإرث الاجتماعي والثقافي والحضاري، ويعكس عمق التفاعل الايجابي مع الظروف المناخية والبيئة السائدة ومواد البناء المحلية (الزهراني، 2012)، ويعبر مفهوم التراث العمراني عن مجموعة المباني والمنشآت التي نتجت من العلاقة بين المباني والفضاءات والمحتوى والبيئة التي استمرت وأثبتت أصالتها وقيمتها في مواجهة التغير المستمر عبر العصور إلى أن أصبحت هي السجل الحي والمرجع البصري الذي يجسد مجموعة القيم والعلاقات في المجتمع (راشد، 2013)، فالتراث العمراني هو تتابع لتجربة وقيم حضارية واجتماعية ودينية بين الأجيال وتولدت عنها معان وقيم وهوية عمرانية، أو هو مجموع المباني والتشكيلات والتكوينات العمرانية التي استمرت وأثبتت أصالتها وقيمتها في مواجهة التغير المستمر، وتوفر لها، نتيجة لهذا القبول العام والاحترام (ابوغزالة، 2013).

4.1 تعريف المنظمات للتراث العمراني:

تتوزع تعريفات التراث العمراني من قبل المنظمات العربية والعالمية و يمثل الجدول التالي ملخصا لكافة التعريف :

الجدول (2) تعريف المنظمات العالمية للتراث العمراني (المصدر : الباحثين بالاستناد الى (احمد، 2010)، (يوسف، 2014)، (الزهراني، 2012)، (سلطان، 2013)).

اسم المنظمة	تعريفها للتراث العمراني
منظمة الإيكومس (ICOMOS) ¹	بأنه كل ماشيده الإنسان من مدن وقرى و أحياء تاريخية أو نتائج ثقافية .
منظمة اليونسكو (1972م)	بأنه مبان أو آثار أو معالم تاريخية أو مدن قديمة مأهولة أو غير مأهولة .
لجنة المعايير المحاسبية الدولية للقطاع العام	بأنه الأصول ذات الأهمية البيئية أو التاريخية وتشمل المباني والتماثيل التاريخية والمواقع الجيولوجية والمناطق البيئية لحماية الطبيعة أو المخلوقات والأعمال الفنية حيث تتمتع بالخصائص الأساسية التالية: تتخطى قيمتها المضافة (من الناحية الثقافية أو التاريخية) قيمتها الاقتصادية ، ويوجد عليها قيود تشريعية لتحديد من حرية الملاك في التصرف بها ولا يمكن استبدالها ، و قيمتها الاقتصادية تزيد مع الزمن عكس حالتها الفيزيائية (عوامل الإهلاك) التي تتدهور بمرور الزمن ، يصعب تقدير عمرها الافتراضي لتغطية مئات السنين.

¹ منظمة الإيكومس (ICOMOS) منظمة عالمية غير حكومية منبثقة عن منظمة اليونسكو تعنى بالحفاظ على التراث العمراني.

مسودة ميثاق المحافظة على التراث العمراني وتنميته الصادر عن الجامعة العربية في مادته الأولى	هو كل ما شيده الإنسان من مدن وقرى وأحياء ومبان وحدائق ذات قيمة أثرية أو معمارية أو عمرانية أو اقتصادية أو تاريخية أو علمية أو ثقافية أو وظيفية ، ويتم تصنيفها وتحديدتها وفقا لما يأتي: المباني التراثية و مناطق التراث العمراني و مواقع التراث العمراني .
الغرفة الصناعية بالرياض	أنه تلك المباني المعمارية الشاخصة فوق سطح الأرض ، التي قام الإنسان بإنشائها وعماريتها وتشمل: القصور والمباني التاريخية والقرى والأحياء التراثية ومراكز المدن القديمة .

يمكن الوصول الى التعريف الاجرائي لمفهوم التراث العمراني اذ يمثل "الجانب المادي من التراث الذي يرتبط ارتباطا وثيقا مع الارث الاجتماعي والثقافي والحضاري وتولدت عنه معاني وقيم وهوية عمرانية تواجه التغير المستمر عبر السنين ، اذ تزيد قيمتها الاقتصادية عبر الزمن " .

5.1 التحديات التي تواجه مباني التراث العمراني :

يوجد العديد من العوامل التي أدت إلى تدهور مناطق التراث العمراني، منها عوامل طبيعية، وبشرية، واجتماعية، واقتصادية، وثقافية، وعمرانية، وإدارية . سوف يتم تناول أهم هذه العوامل بشكل مختصر:

- **العوامل الطبيعية:** هي العوامل الناتجة من خصائص البيئة الطبيعية المتمثلة في الإشعاع الشمسي ، والمناخ من حرارة ورياح وأمطار وكوارث طبيعية وغيرها.
- **العوامل البشرية:** يمثل اعتداء البشر على المباني التاريخية مثل الحرائق وأعمال الهدم والتخريب والسرقة والترميم الخاطئ والحروب وغيرها.
- **العوامل الاجتماعية:** مثل غياب الوعي الثقافي والاجتماعي بأهمية القيمة التاريخية والتراثية والجمالية لتلك المناطق وغياب الإحساس بالانتماء بالإضافة الى النمو السكاني المتزايد والتحول الاجتماعي².
- **العوامل الاقتصادية:** منها إهمال الصيانة الدورية اللازمة لحفظ المباني التراثية وهدم المباني التراثية نتيجة القيمة العقارية المرتفعة في تلك المناطق (سلطان، 2013) .

يتضح من خلال تناول مفاهيم التراث العمراني أن مفهوم التراث العمراني يحوي العديد من القضايا الأساسية التي يمكن أن تختصر الى ما يلي :

- 1- يعد مفهوم التراث العمراني مفهوما حديثا نسبيا بالمقارنة مع أنواع أخرى من التراث و يرتبط ارتباطا وثيقا بالبعد الاقتصادي والاجتماعي داخل المجتمع.
- 2- عدم وضوح مفهوم التراث العمراني يتمثل في قصوره على المعابد والمباني الدينية والتاريخية القديمة دون غيرها ، وهذا الفهم في كثير من الأحيان لا يشمل المناطق السكنية التاريخية ومراكز المدن التاريخية التي تمثل تراثا عمرانيا.
- 3- يلعب التراث العمراني دورا رئيسيا في التنمية المحلية مما يتطلب إعادة تعريف مفهوم التراث العمراني من أجل تقييم الواقع الاقتصادي والاجتماعي المؤثر في أساليب إدارة التراث العمراني (سلطان، 2013) .

² قد أثبتت العديد من الدراسات أن عدم الإلمام بالتراث وأهميته يسهم بقدر كبير في فقدان العديد الشواهد التاريخية و فقدان الثقة لدى المواطنين في إمكان الاستفادة منها ، مما يؤكد على أهمية نشر ثقافة التراث من خلال إقامة المؤتمرات والندوات والمعارض (ابو غزالة، 2013، ص291).

نستنتج مما سبق بأن العوامل (الطبيعية ، البشرية ، الاجتماعية والاقتصادية) تمثل تحديات تواجه التراث العمراني ، كما يعد مفهوم التراث العمراني مفهوما حديثا نسبيا ، وان هنالك فهم خاطئ لهذا المفهوم يتمثل في انحسار المفهوم على المباني التاريخية القديمة .

6.1 أهمية التراث العمراني:

تتنوع أسباب أهمية التراث العمراني حيث يحمل أهمية متنوعة للمجتمع ويمكن شرحها في المحاور التالية :

1,6,1 الأهمية الثقافية للتراث العمراني : يعد التراث العمراني لبنة مهمة لبناء صروح وحدة الأمم وتماسكها، فالتراث العمراني يعكس جانبا من جوانب الهوية الوطنية للدول، وذلك من خلال إبراز دورها التاريخي و أصالة شعبها وحضاراتها، مما شجع العديد من الدول على المحافظة على تراثها العمراني، ويمكن قياس الأهمية التاريخية للتراث العمراني من خلال مؤشرين أساسيين هما:

- 1- المؤشر الزمني: ويعبر عنه تاريخ إنشاء المبنى، حيثما يزداد أهمية هذا المؤشر بزيادة عمر المبنى التراثي.
- 2- المؤشر الرمزي: الذي يرتبط بعدة عوامل، مثل: مدى تعبير المبنى التراثي عن عصره وتاريخه، ندرة المبنى وتميزه مقارنة بمباني أخرى لنفس الفترة الزمنية، ومدى أصالة مواد المبنى ونسبة التغيرات فيه (الزهراني، 2012) ، وبشكل عام يمكن حصر الأهمية الثقافية للتراث العمراني في الجدول التالي:

الجدول (3) الأهمية الثقافية للتراث العمراني (المدحجي، 2013).

القيمة	دلالتها	انعكاسها العمراني
الزمنية	التعبير عن حقبة زمنية معينة ذات طبيعة معينة، وتراكم زمني ومواد معبرة عن تاريخ الإنشاء، وتميز طراز المبنى بالنسبة لمحيطه الحيوي والأشمل.	مباني تراثية .
الهوية	إدراك خصائص الهوية لشعب ما.	ملامح ومميزات وخصائص تعكس شخصية متفردة.
الدينية	يكتسب المبنى قيمته من التاريخ وعلاقته بالدين أو مذهب المجتمع	المباني الدينية المتنوعة (مساجد، جوامع، ضرائح)، بالإضافة إلى المعالجات المعمارية في المباني السكنية (كالخصوصية).
الوظيفية	معرفة وظيفة المباني المعبرة عن النمط الاجتماعي والاقتصادي سواء كانت هذه الوظيفة ما زالت قائمة أو كانت في وقت ما ثم انتهت	مبان تراثية مستخدمة حتى الآن او غير مستخدمة .

2,6,1 الأهمية الاجتماعية للتراث العمراني: تبرز أهمية التراث العمراني من المنظور الاجتماعي في المنافع والفوائد الاجتماعية المتعددة والمتنوعة، حيث يغذي التراث وينمي روح الانتماء والهوية للشعوب بتمسكها بحضارتها و أصالة تراثها ، وبذلك تكون محصلتها النهائية منافع اقتصادية عندما تستغل هذه المعالم كموارد ثقافية في صناعة السياحة والاستثمار السياحي مما يعني إعادة الحياة إلى المواقع والمباني التاريخية و ربط المجتمعات بتراثها وثقافتها (الزهراني، 2012).

3,6,1 الأهمية العمرانية والفنية للتراث العمراني: تتبع أهمية مواقع ومعالم التراث العمراني من أنها تحوي مباني قديمة ذات مفردات وعناصر عمرانية نادرة ومنفردة، مستمدة من أصالتها ومهارة صناعتها ، والقيمة الجمالية هي المعيار الأكثر موضوعية لتحديد الأهمية ، ومن خلال هذه القيمة والأهمية يمكن تفسير انجذاب العديد من الناس لمناطق ومواقع التراث العمراني ، ويضم التراث العمراني الكثير من الأسس والمبادئ العمرانية التي لا بد من الوقوف عندها والقياس عليها للمساعدة في تطوير البيئة العمرانية المعاصرة ، على مستوى المدن والتخطيط العمراني، وعلى مستوى الابنية المفردة (الزهراني،2012) ، ويمكن حصر أهم هذه القيم في الجدول التالي:

الجدول (1-4) الأهمية العمرانية و الفنية للتراث العمراني (المدحجي،2013).

القيمة	دلالتها	انعكاسها العمراني
العمرانية	تمثل المبنى وتفاصيله والمعنى التاريخي له.	عناصر جذب كبيرة في المباني والتشكيل والتكوينات العمرانية والرمزية.
الفنية	ترتبط بالمعايير الخاصة بالإبداع والمدارس التصميمية والمعايير الخاصة بالطرز المعمارية.	اشكال المباني وتكويناتها وزخارفها ومعالجتها المعمارية و خط السماء والملاحم العمرانية

4,6,1 الأهمية الاقتصادية للتراث العمراني: من أهم السمات التي ميزت المناطق التراثية على مر العصور، الجانب الاقتصادي الذي أعطاها تميزا فاحتوت على مناطق الإنتاج مثل النحاسين ... أو مناطق التوزيع والأسواق كالعطارين ... لذا يجب أن تراعى عمليات الاستثمار على الاستفادة من هذا الجانب مرة أخرى ويجب ألا يقتصر هذا النشاط الاقتصادي على الجوانب السياحية فقط ، بل يجب أن تكون هناك منظومة اقتصادية متكاملة ، ويرجع الهدف من العملية الاستثمارية بالمناطق التراثية إلى محاولة إحياء القيم التراثية والمجتمعية لهذه البيئات وليس الهدف منها الربحية فقط ، على أن يكون هناك جزء من العائد الاقتصادي لعملية الاستثمار بهدف الترميم والصيانة للمباني وهو الهدف الرئيسي من عملية الاستثمار (راشد،2013) ، ومن خلال تتبع التطور السياحي الدولي يمكن القول بأن السياحة ساهمت بشكل كبير في اقتصاديات كثير من الدول، حيث أصبحت السياحة عاملا من عوامل التنمية الاقتصادية المهمة نتيجة للعوائد الاقتصادية (الزهراني،2012) ، في الواقع هناك أهمية وقيمة اقتصادية عالية للتراث العمراني ويتضح ذلك فيما يلي:

- 1- **التراث العمراني أحد الموارد المستدامة:** من الخصائص المميزة لمباني التراث العمراني القائمة أنها تمثل موارد يمكن استثمارها بدلاً من إنشاء مباني جديدة لتعود بالفائدة على المستثمر بتوفير قيمة الإنشاءات وفي الوقت ذاته حافظت على التراث العمراني في الموقع .
- 2- **التراث العمراني وسيلة لتوفير المزيد من فرص العمل:** أن الاستثمار في مواقع التراث العمراني يؤدي إلى الكثير من المنافع الاقتصادية والاجتماعية والثقافية الناتجة من مشاريع إعادة تأهيل وتوظيف العديد من المباني التراثية ، وبالتالي استقرار السكان نتيجة ارتباطهم بوظائفهم التي أتاحها لهم مشاريع استثمار التراث العمراني .
- 3- **التراث العمراني وسيلة لإحياء المهن والحرف التقليدية:** تنشأ في الموقع التراثي المستثمر أو إلى جواره ورش ومصانع صغيرة لصناعة ما يتطابق (أو حتى يتشابه مع ما هو قديم وتراثي) مثل التحف و المشغولات اليدوية وغيرها مما تُوجد فرص عمل للمجتمع المحلي (الهيئة العامة للسياحة والآثار،2010).

- 4- **جاذب لاستثمارات القطاع الخاص:** يعتبر استثمار القطاع الخاص لمباني التراث العمراني القائمة أحد المجالات الاستثمارية المطبقة على المستوى العالمي، سواء كانت مباني التراث العمراني مأهولة بالسكان كلياً أو جزئياً أو غير مأهولة.
- 5- **أهمية المشاركة الشعبية أو المجتمعية:** يشجع التراث العمراني المجتمع المحلي على الاستثمار في ترميم مباني التراث العمراني ومع اكتمال تنفيذ المشروع تتحقق للمجتمع فرص عمل لتشغيله، سواء كان مشروع نزل / فندق تراثي أو مطعم أو مقهى.. إلخ (يوسف، 2014).
- نستنتج بأن هناك ضرورة للاهتمام بالتراث العمراني لما يحتويه من المميزات التاريخية المساهمة في تكوين شخصية المجتمع والاهتمام بجميع مقومات التراث العمراني (الثقافة والاجتماعية والفنية والعمرانية والاقتصادية) ، وتوعية افراد المجتمع حول الاهمية الاقتصادية للتراث العمراني بشكل خاص.

2. المحور الثاني : الاستثمار المستدام (SI) (Sustainable Investment) :

ان مفهوم الاستثمار المستدام ليس بالمفهوم الحديث فقد ظهر الاهتمام بهذا المفهوم في الحضارات القديمة وذلك من خلال الاعمال التجارية التي تهتم بالنواحي الاجتماعية والبيئية ، وبشكل عام لا يوجد تعريف واضح وثابت لهذا المفهوم ، وذلك بسبب اختلاف وجهات النظر على مر العصور (Norup، 2011) .

يمكن الوصول الى تعريف شامل لمفهوم الاستثمار المستدام من خلال التطرق الى تعريف مفهوم الاستدامة من جهة ، وتعريف الاستثمار من جهة اخرى ، ثم التطرق الى تعريف مفهوم الاستثمار المستدام وتطوره عبر الزمن واختلاف وجهات النظر حوله .

1,2 تعريف مفهوم الاستثمار المستدام (SI) (Sustainable Investment) :

تعرف الاستدامة Sustainable بأنها مصطلح بيئي يصف كيف تبقى النظم الحيوية البيئية متنوعة ومتجددة مع مرور الوقت، فالاستدامة بالنسبة للبشر هي القدرة على حفظ نوعية الحياة التي نعيشها على المدى الطويل وهذا بدوره يعتمد على الحفاظ على العالم الطبيعي والاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية (ابوغزالة، 2013) ، اما الاستثمار Investment يمثل العملية التي تحدث بواسطة الإنسان من أجل خلق رأس مال لاشباع الحاجات والرغبات المختلفة ، كذلك يمثل اي إنفاق للحصول على سلعة رأسمالية بهدف تحقيق ربح في النهاية او انه أنفاق ذلك الجزء من الدخل الذي لا يخصص لشراء السلع والخدمات التي تلبي المتطلبات الاستهلاكية مباشرة ، بل الذي يؤدي إلى زيادة وسائل إنتاج تلك السلع والخدمات (موسوعة العلوم الالكترونية) ، من هنا يمكن ملاحظة ان كلا المفهومين لا يتداخلان في الاهداف ويتم الوصول لهذه الاهداف من خلال الاستثمار المستدام .

يعرف الاستثمار المستدام (SI Sustainable Investment) بأنه اسلوب استثمار او وسيلة التزام مالي تجمع بين الاهداف المالية للمستثمرين مع مراعاة القضايا البيئية والاجتماعية والادارية (Eurosif، 2012) ، ويمثل عملية استثمار الاموال بطريقة تحقق التوازن بين احتياجات كوكب الارض والناس والرياح (Blue & green tomorrow، 2014) .

كما يعرف الاستثمار المستدام³ بأنه الاستثمار الذي يدمج بين الاعتبارات الاجتماعية و البيئية و الاخلاقية في اتخاذ القرارات الاستثمارية من خلال اختيار مجموعة معايير (اخلاقية، بيئية، اجتماعية) لتحديد الجوانب الاستثمارية بالاضافة الى

³توجد نظرتين بشكل عام لمفهوم الاستدامة احدهما يراها بأنها منهج عملي في التفكير والتطبيق ، والاخر يراها منهج فكري مثالي ، مثل استخدام الطاقة النووية فالبعض يراها منهج غير مستدام (بسبب الاضرار الناجمة عنها) ، اما البعض الاخر يراها الحل الامثل لمشكلة الطاقة (استثمار مستدام)

المشاركة المجتمعية (Kerkhof, 2014). جاء في تعريف Freedman للاستثمار المستدام بأنه مجموعة من الاستراتيجيات التي تدمج الاعتبارات الاقتصادية مع اعتبارات الاستدامة ESG⁴ (بيئي ، اجتماعي ، اداري) والتي تسعى للوصول الى تحقيق الاثر البيئي والاجتماعي الايجابي الى جانب العوائد المالية والتقليل من مخاطر الاستثمار على المدى الطويل (Freedman, 2015) اما تعريف مؤسسة GSIA⁵ له بأنه استثمار يتخذ منهج مرجعي لعوامل ESG في اختيار وإدارة الاستثمارات (GSIA, 2013). عرفت منظمة CPP⁶ الاستثمار المستدام بأنه اتخاذ القرارات الاستثمار مع الاخذ بنظر الاعتبار العوامل البيئية والاجتماعية والادارية على المدى الطويل وذلك لخلق قيمة مستدامة ، ويمكن تحليل الاستثمار من خلال عوامل ESG بدلا من القضاء عليه (CPP, 2013).

يمكن التعرف على تطور مفهوم الاستثمار المستدام على مر السنين من الجدول التالي :

جدول (4) : يوضح تطور مفهوم الاستثمار المستدام (المصدر : الباحثين بالاسناد الى (Freedman, 2015) (Norup, 2011)

الفترة الزمنية	تطبيق مفهوم الاستثمار المستدام SI	تعريف مفهوم الاستثمار المستدام SI
1980-1920	تأسيس صندوق لتمويل المستثمرين .	لا يوجد تعريف واضح لمفهوم الاستثمار المستدام
	تأسست Pax World Funds كأول الصناديق المشتركة (سيتم تناول الصناديق المشتركة ضمن محاور البحث لاحقا)	
1990-1980	تأسيس منتدى الاستثمار الاجتماعي لتعزيز ممارسات الاستثمار ضمن الاعتبارات البيئية والاجتماعية والادارة .	هو استخدام اموالك في استثمارات التي سوف تدر عائداً مالياً لك ولكن لا تدعم مجالات التجارية التي لا ترغب بها .
2000-1990	مبادرة انشاء وثائق عالمية واول وثيقة هي The Domini Social Index.	هو ممارسة المعايير الاخلاقية والاجتماعية في اختيار وإدارة الاستثمار ، او هو جميع انواع الاستثمارات التي تميز الناحية الاخلاقية مع الدوافع والاهداف المالية .
2010-2000	تطلق الأمم المتحدة مبادئ للاستثمار المسؤول بهدف إنشاء نظام مالي مستدام .	هو استخدام معايير غير مادية من قبل المستثمرين في اختيار قراراتهم الاستثمارية .
	اعد المجلس الدولي International Council تقارير لتعزيز عمل شركات الاستثمار من جميع الجوانب ، او هو مصطلح عام يشمل اي نوع من عملية الاستثمار التي تجمع بين الاهداف المالية للمستثمرين مع مخاوفهم على القضايا البيئية و الاجتماعية و المخاوف على مستوى الدولة.	هو تلك الاستراتيجيات الاستثمارية التي تعتبر العوامل الاجتماعية كجزء من عمليات الاستثمار او عملية الاستثمار التي تدمج الاعتبارات الاجتماعية و البيئية والاخلاقية في اتخاذ القرارات الاستثمارية .

يمكن الوصول الى التعريف الاجرائي لمفهوم الاستثمار المستدام اذ يمثل " الاستثمار الذي يعتمد مجموعة من الاستراتيجيات التي تعتبر وسيلة التزام لتحقيق عوائد مالية طويلة الامد جنباً الى جنب مع اعتبارات الاستدامة ESG (بيئي ، اجتماعي ، اداري) مع التقليل من مخاطر الاستثمار واستنزاف الطاقات " .

⁴ ESG : الاعتبارات البيئية Environment ، الاعتبارات الاجتماعية Society ، الاعتبارات الادارية governance .

⁵ GSIA : مؤسسة الاستثمار المستدام العالمي (Global Sustainable Investment Alliance) .

⁶ CPP : منظمة المنح الكندية (Canada Pension Plan) .

2,2 الاسباب التي تدفع اصحاب المصلحة (Stakeholders) نحو الاستثمار المستدام :

1. **تحسين مخاطر الاستثمار المتوقعة Improved expected portfolio risk** : يعتبر الدافع الاساسي لتحقيق استثمار على المدى الطويل (لان المستثمرين يضعون خطط على المدى القصير)، وبالتالي الوصول الى فرص نمو الاستثمار والاعمال الاقتصادية .
 2. **التأثير الايجابي Positive impact** : يكتسب هذا النوع من الاستثمار ممارسات اجتماعية او بيئية ايجابية وبالإضافة الى الادارة الجيدة (توليد اثر اجتماعي وبيئي ايجابي الى جانب العوائد المالية) .
 3. **توافق القيم Values alignment** : يرتبط هذا السبب مع استراتيجية الاستبعاد (تذكر لاحقا ضمن استراتيجيات الاستثمار المستدام) للشركات او المستثمرين الذين يضعون خطط لا تتوافق مع قيم الاستثمار المستدام (Freedman, 2015) .
 4. **استثمار للنمو والتطور** : احد انواع الاستثمار لتحقيق ربح مستقبلا ، ويتلائم مع المستثمرين المهتمين بمجال البيئة لحل المشاكل مثل تغير المناخ وتلوث الهواء ونقص المياه .
 5. **استثمار من اجل الدخل** : يحصل المستثمر على دخل (فصلي او شهري) من الاموال المستثمرة والذي يتأثر بمتطلبات السوق .
 6. **استثمار من اجل المستقبل** : ان هدف الاستثمارين السابقين (الاستثمار للنمو والتطور و الاستثمار من اجل الدخل) هو رغبة المستثمر في ترك شي لاولاده و احفاده بالمستقبل وهذه الرغبة تتسجم مع مفهوم الاستثمار المستدام (Blue & green tomorrow, 2014) .
- نستنتج بأن هذه الاسباب (مخاطر الاستثمار المتوقعة ، التأثير الايجابي ، قيم التوافق ، استثمار للنمو والتطور وتحقيق الدخل اضافة الى استثمار من اجل المستقبل) دفعت المستثمرين نحو الاستثمار المستدام للتقليل من المخاوف من مخاطر المستقبل سواء كانت على مستوى الارباح المادية او على مستوى التطور والنمو والاجيال القادمة ، والوصول الى فرص استثمار طويلة الامد .

3,2 تحديات ومحددات تواجه الاستثمار المستدام⁷:

- يواجه الاستثمار المستدام عدد من التحديات التي تواجه اصحاب المصلحة سواء على مستوى التمويل او الخبرات او اعداد الخطط وغيرها التي سيتم تناولها كالتالي :
1. صعوبة اعداد خطة متكاملة (قصيرة الامد أو طويلة الامد) ذات نتائج ايجابية مادياً و اجتماعياً .
 2. عدم وجود استشاريين لديهم خبرة كافية في الاستثمار المستدام طويل الامد (Eurosif, 2012) .
 3. تجنب استنزاف الموارد الطبيعية لان الاستثمار المستدام يبحث في الحفاظ على مستوى التوازن البيئي (Blue & green tomorrow, 2014) .
 4. عدم رغبة المؤسسات المالية في تمويل الاستثمار المستدام (سلطان, 2013) .
 5. تضارب المصالح بين ادارة الاعمال الاستثمارية المستدامة وبين الادارات المصرفية للشركات .

⁷ يمكن تطبيق مبادئ الاستدامة ومواجه التحديات من خلال الربط بين ثلاث مجالات اساسية (النمو الاقتصادي ، الحفاظ على موارد البيئة والتوزيع العادل للعوائد لتحقيق العدالة الاجتماعية) (الجزاوي, 2013).

6. يعتبر النمو السكاني من اهم التحديات التي تواجه الاستثمار المستدام (يصل التعداد الى سبعة مليارات نسمة في العالم ومن المرجح ان يصل الى تسعة مليارات نسمة في عام 2050) والذي يهدد بالخطر على مبادئ الاستدامة ESG وفرص الاستثمار على المدى الطويل (GSIA، 2013) .

نستنتج بأن هذه التحديات تجعل المستثمر امام عدد من العوائق التي يجب اخذها بنظر الاعتبار كـ (الخطط ذات النتائج الايجابية ، خبرة الاستشاريين ، التمويل ، تضارب المصالح والنمو السكاني) ، تهدد هذه العوائق الاستثمار على المدى الطويل مراعي اعتبارات الاستدامة (الهدف من الاستثمار المستدام) .

4,2 الاستثمار المستدام SI في التراث العمراني :

يتناول هذا المحور مفهوم الاستثمار المستدام وكيفية التعامل مع التراث العمراني ضمن هذا المفهوم من حيث الاستراتيجيات وبرامج الاستثمار المستدام ،... الخ ، والتي سيتم تناولها تفصيلا كالتالي :

1,4,2 استراتيجيات الاستثمار المستدام SI في التراث العمراني :

يوجد خمسة استراتيجيات رئيسية للتعامل مع التراث العمراني وهي :

1. فحص الاستثمار Screening of investments : ويحتوي على ثلاث استراتيجيات ثانوية وهي :
 - الاستبعاد Exclusionary : يعني استثناء او اقصاء عدد من الشركات المساهمة في الاستثمار المستدام في التراث العمراني او جميعها ، يعتمد هذا النهج على مجموعة من المعايير القياسية ، وتسمى هذه العملية بالفحص السلبي Negative screening (Freedman، 2015) .
 - اختيار الافضل Best-in-class : يتم اختيار الشركة ذات الاداء الايجابي مع مقومات الاستدامة ESG بالنسبة لاقترانهم من الشركات الاخرى للتعامل مع التراث العمراني ، وتسمى هذه العملية بالفحص الايجابي Positive screening .
 - وفق معايير الفرز Norms-based screening : تخضع الشركات الى فحص الاستثمار في التراث العمراني دون الحد الأدنى من المعايير القائمة على المعايير الدولية .
2. التكامل Integration : تجمع بين الاستدامة والتحليل المالي من خلال خطط وتقنيات خاصة بالتراث العمراني تجمع بين ESG و الاعتبارات المالية التقليدية ، يتم الجمع بين الاستراتيجيتين (2&1) في اكثر الممارسات العملية في الاستثمار المستدام .
3. تأثير الاستثمار Impact Investing : جعل الاستثمار يسعى لتحقيق تأثير واضح على الجانب الاجتماعي والبيئي في التراث العمراني فضلا عن العوائد المالية (GSIA، 2013) .
4. الاستدامة تحت عنوان الاستثمار Sustainability themed investing : يمثل الاستثمار وان كان في التراث العمراني ، يعني في مواضيع واصول تخص على وجه التحديد الاستدامة (مثل الطاقة النظيفة ، التكنولوجيا الخضراء ، ... الخ) .
5. مشاركة الشركات وفعالية اصحاب المصلحة Corporate engagement and shareholder action : يمكن اعتبار هذه الاستراتيجية ضمن المميزات الاساسية في عملية الاستثمار المستدام (Freedman، 2015) ، اذ توظف قوة

اصحاب المصلحة (المساهمين) للتأثير على سلوك الشركات من خلال تقديم الاقتراحات التي تتصل بالمبادئ التوجيهية الشاملة للاستدامة (GSIA، 2013) .

بشكل عام تعتبر استراتيجية الفحص السلبي هي المنهج الأكثر شيوعا في جميع انحاء العالم وبكثرة في اليابان ، بينما في امريكا يتم استخدام استراتيجية تأثير الاستثمار المستدام بكثرة وشهدت تطور كبير وتوقعات لنمو الاستثمار مستقبلا . كما تشير الدراسات الى مساهمة الشركات ومساهمة اصحاب المصلحة كاستراتيجية للاستثمار المستدام الاكثر شيوعا في الولايات المتحدة وكندا مقارنة مع باقي الدول (GSIA، 2013) .

نستنتج بأن تعدد استراتيجيات الاستثمار المستدام اعطت المستثمر مجالات غير محدودة للتعامل مع التراث العمراني وكيفية الوصول الى اهداف ذلك الاستثمار والتقليل من المخاطر من خلال فحص الاستثمار ، التكامل او من خلال تأثير الاستثمار ، ربط الاستدامة بالاستثمار او مشاركة الشركات وفعالية اصحاب المصلحة ، اذ يمكن دمج اكثر من استراتيجية واحدة للوصول الى اهداف المستثمرين من التراث العمراني استثمارا مستداما .

2،4،2 نوعية التمويل⁸ في الاستثمار المستدام SI للتراث العمراني :

يوجد نوعين اساسيين للمنظومة الاقتصادية في التراث العمراني احدهما التمويل وما يحتويه من تدفقات وادارة مالية المشروع ، والاخر يتناول مانتاوله البنك الدولي ومراعاة الارتفاع في التركيبة الاجتماعية مع اعادة صياغة النشاط الاقتصادي والتي تعمل من خلال التالي (يوسف، 2014) :

اولا : قانون العرض والطلب : يتمثل في اقتصاديات السوق الحرة بحيث يكون التسويق (العرض) موجه بشكل اساسي ليغطي كافة التكاليف لاعادة الاستثمار (الطلب) .

ثانيا : المؤسسات والدولة : يتم اللجوء اليه عند فشل او عجز قانون العرض والطلب ، ويكون من خلال التدخل المباشر (تقوم الدولة بشراء المكان ليصبح ملكية عامة وتتولى ادارته وتطويره والحفاظ عليه) ، او من خلال مشاركة الدولة في الحفاظ (دون ان يكون لها دور في الاعمال التنفيذية) وتكون بشكل منح او قروض او اعفاءات ضريبية .

تتنوع مصادر التمويل الى عدد كبير والتي يمكن تلخيصها كالتالي :

1. التمويل الخاص : يمثل هذا النوع مدى كبير من المنظمات والمؤسسات والشركات التجارية التي تعود لاشخاص معينين

(مستثمرين) سواء على المستوى الدولي او القومي او المحلي (مثل مطوري المشاريع العقارية او شركات الائتمان وغيرها) (المنشأوي، 2013). او يمكن تعريفه بانه استثمار القطاع الخاص بانواعه المختلفة (يوسف، 2014) .

2. التمويل العام : هو تمويل يخص الدولة مباشرة من خلال الموازنة العامة للوزارات واللجان المختصة .

3. التمويل المختلط : هذا النوع من التمويل يجمع بين النوعين السابقين والذي يستخدم بكثرة في تمويل مشاريع الاستثمار المستدام للتراث العمراني (يوسف، 2014) .

4. منظمات ومؤسسات دولية : تعد تلك المؤسسات احد مصادر التمويل في الاستثمار المستدام للتراث العمراني منها (منظمة

اليونسكو، الايكوموس ، الايكروم ، مركز التراث العمراني ومؤسسة الاغا خان (سعادة، 2009) ، بالإضافة الى هيئات اخرى كالوكالة الدنماركية للتنمية وغيرها (يوسف، 2014) .

⁸ يوجد نوعين من التمويل احدهما مادي (يمثل تمويل التراث العمراني بالمعونات والمنح والقروض الطويلة والقصيرة الاجل) ، والاخر معنوي (والذي يتمثل بتقديم الدعم والخبرات التقنية والتكنولوجية التي تقدم بصفة خاصة لمشاريع الاستثمار المستدام للتراث العمراني) (سلطان، 2013).

5. **منظمات غير دولية** : تشمل هذه المنظمات الصناديق الخيرية (صناديق تخضع لتنظيم قانوني لتحقيق المنفعة العامة وحماية التراث) ، اضافة الى الشركات ذات المسؤولية المحدودة (تمثل الشركات الهادفة الى تحسين صورتها العامة من خلال حماية التراث العمراني بواسطة استثماره) (سلطان، 2013) .
6. **المنح والقروض الدولية** : تشمل عدة اطراف منها المنح المباشرة والقروض الميسرة او القروض ذات المخاطر العالية والتي تتم من خلال (البنك الدولي ، اتفاقات التجارة الدولية ، الامم المتحدة ، الاتحاد الاوروبي وصندوق البنك الدولي) بالاضافة الى هيئة التنمية الدولية البريطانية وغيرها (يوسف، 2014) .
7. **الصناديق الاسلامية** : ظهر هذا النوع من التمويل في ماليزيا واندونيسيا ، اذ قامت الدولة بدعم نشاط هذه الصناديق . تعرف بأنها صناديق تدار وفق احكام الشريعة الدينية والتي تتطلب مبادئ فحص اضافي لادارة الاصول التقليدية (كاستبعاد الاموال التي يتم الحصول عليها من الكحول لان هذه الصناديق على اساس مبادئ دينية) (GSIA، 2013) .
- يشمل التمويل جميع هذه الانواع الا انه يمكن الاعتماد على عدد من هذه الانواع دون الاخرى او تقسيمها الى اصول مختلفة تكون هذه الانواع ضمنها ، اذ قسمت مصادر التمويل في امريكا الى اربعة فئات رئيسية وهي (بنوك التنمية المجتمعية ، الاتحاد الائتماني لتنمية المجتمع ، صناديق الاقتراض وصندوق رأس المال الاستثماري) (Napolitano، 2015) .
- يوجد تحدي في النظام العالمي الناشئ للمستثمرين استثمارا مستداما ، اذ يوجب الحفاظ على جميع فئات الاصول (التمويل بكافة اشكاله) سواء كان على مستوى الاصول النقدية او الاسهم والسلع والعقارات ، هذا يؤدي الى تحفيز الابتكارات بالرغم من استمرار استنزاف الطاقات (موقع البوابة الالكتروني) .
- من الجدير بالذكر ماتتاوله في مشروع البنك الدولي فإنه يهدف الى احياء التراث العمراني ، اذ اعد البنك الدولي تقرير حول مشروع تطوير تبليسي في جورجيا عام 2004 ، اشار الى ان المشروع كان له اثر ايجابي في تنشيط المنطقة من خلال تحفيز الاستثمار وتشجيعها من استثمارات القطاع الخاص والتأثير على الوعي العام بأهمية التراث للمجتمع . كما قد طلبت حكومة مقدونيا عام 2000 من البنك الدولي المساعدة من اجل تحسين الادارة والحفاظ على الاصول الثقافية (يعتبر محاولة للاستثمار المستدام للتراث العمراني في مقدونيا) ، اذ يهدف هذا الاستثمار الى تلبية الحاجات الاقتصادية اضافة الى حاجة المستخدمين للشعور بالهوية وبذلك تصبح رموز ثقافية مؤثرة على جوانب الاستدامة ESG (Throsby، 2012) .
- يمكن الربط بين مصادر التمويل للتراث العمراني من خلال عدة عقود وهي (يوسف، 2005) :
1. **التحديث/التطوير/التشغيل او نقل ملكية** : هو عقد يلزم القطاع الخاص بتحديث وتطوير وإدارة التراث العمراني لفترة محددة ثم نقل الملكية الى القطاع العام .
 2. **اعادة التاهيل والصيانة والتشغيل ونقل الملكية** : يماثل العقد السابق الا انه يحتمل القطاع الخاص مخاطر اعادة التاهيل والارتقاء .
 3. **التشغيل والصيانة** : هو عقد يلزم القطاع الخاص بالتشغيل والصيانة فقط .
 4. **عقد الامتياز** : هو عقد يعطي القطاع الخاص حق حيازة المبنى (التراث العمراني) واخذ العوائد خلال فترة العقد (يوسف، 2005) .

نستنتج بأن تعدد مصادر التمويل يعطي للمستثمرين امكانيات في تحقيق اهداف الاستثمار المستدام والحفاظ على التراث العمراني وتحقيق الحاجات الانسانية كالهوية بالاضافة الى العوائد الاقتصادية ودمجها مع اعتبارات الاستدامة ، بالاضافة الى وجود عدد من العقود مثل (التحديث والتطوير والتشغيل او نقل الملكية ، اعادة التأهيل والصيانة والتشغيل ونقل الملكية ، التشغيل والصيانة وعقد الامتياز) التي تحقق امكانيات وخطط متعددة لتحقيق اهدافهم .

2,4,3 برامج الاستثمار المستدام SI في التراث العمراني :

يمثل التراث العمراني (مباني ، مواقع ، القرى والمناطق والبيئات) ثروة اقتصادية ، اذ يعتمد استثماره زيادة في قيمته التراثية والتاريخية من خلال استغلال امكانياته بشكل يزيد الاهمية الاقتصادية للمبنى اضافة الى تحقيق الجانب الاجتماعي مع مراعاة الجانب البيئي (يوسف،2014) . تتعدد برامج الاستثمار المستدام في التراث العمراني ويتخذ اشكالا متعددة وفقا لنوع التراث العمراني (مباني ، مواقع ، القرى والمناطق والبيئات) والتي تنفرع الى برامج ثانوية والتي توضح كالتالي :

1. **المباني :** تأسيس شركة لاستثمار مباني التراث العمراني (يمكن استثمار هذه المباني من خلال شركات تنشأ لهذا الغرض ، والذي يحدد بواسطة ضوابط معينة لتحقيق الاستفادة من هذه المباني)، وتوظيف مباني التراث العمراني كمباني سكنية (التي يجب ان تحدد بمعايير الاقامة السكنية في الفنادق وغيرها ، ان استخدامها يتطلب تهيئة وترميم وصيانة بصورة تلقائية لهذه المباني)، او توظيفها كمتاحف تراثية او مطاعم لاعداد اكالات شعبية او معامل للرسم والفنون التشكيلية (يوسف،2014) .
2. **المواقع :** توظيف مواقع التراث العمراني كاسواق شعبية والتي تنعكس على سلوك المستخدمين للمنتجات في هذه الاسواق والتي ترتبط بقيمتها بقيمة المواقع نفسها ، او توظف كاماكن لمزاولة الاعمال الحرفية ، اذ تعتبر هذه الاعمال تكاملا مع طبيعة المواقع التي تنشأ فيها . (راشد،2013).
3. **القرى والمناطق :** استثمار الدولة لهذه القرى والمناطق لفترة زمنية محدودة وتأسيس شركات للتطوير ، او ايجاد صندوق تنمية القرى التراثية (يوسف،2014) .
4. **البيئات :** اقامة أنشطة استثمارية او عرض فعاليات الجذب الجماهيري في الساحات المفتوحة (راشد،2013) ، وتخصيص مناطق للمشاة تحتوي على رموز تشجع الجميع على السير بالاضافة الى اماكن للخدمات العامة في مناطق معينة او اقامة مراكز خدمية وتجارية في الساحات والاماكن المفتوحة في تلك البيئات (الهيئة العامة للسياحة والآثار،2010) .

نستنتج بأن تصنيف التراث العمراني الى اربع مجاميع (المباني ، المواقع ، القرى والمناطق والبيئات) وكيفية التعامل مع كل نوع منها ووجود تصنيفات ثانوية لهذا التعامل والتي يمكن تطويرها وتغييرها وفق امكانيات وخطط المستثمرين واهدافهم لتحقيق استثمار مستدام والحفاظ على التراث العمراني واهميته .

2,4,4 الشراكة في عملية الاستثمار المستدام SI للتراث العمراني :

تعرف الشراكة بأنها عملية دمج الخبرات والتخصصات اللازمة من قبل اصحاب المصلحة لمعالجة مشكلة ما واتخاذ الاجراءات الخاصة باستثمار التراث العمراني والوصول الى النتائج المرجوة من عملية الاستثمار المستدام على المدى الطويل، تبنى عملية الشراكة على قاعدة الحوار بين اصحاب المصالح مما يتطلب نوعا من التفاوض بين جميع الجهات المشتركة ، يمكن ان تأخذ الشراكة اشكال متعددة حسب الغرض منها ، المشاركين فيها ، مستوياتها . يمكن تلخيص هذه المراحل الى :

المرحلة الاولى : تبدأ محاولة الشركاء بالعمل معا للتغلب على الفروق بينهم ، وقد توجد حاجة للتدريب بشكل يسمح لهم بالعمل بشكل كفوء في هيكل الشراكة الجديدة .

المرحلة الثانية : تأسيس ارضية مشتركة من خلال المناقشة والمحاورة والعمل في اتجاه خلق رؤية لهذه الشراكة المرتقبة) .

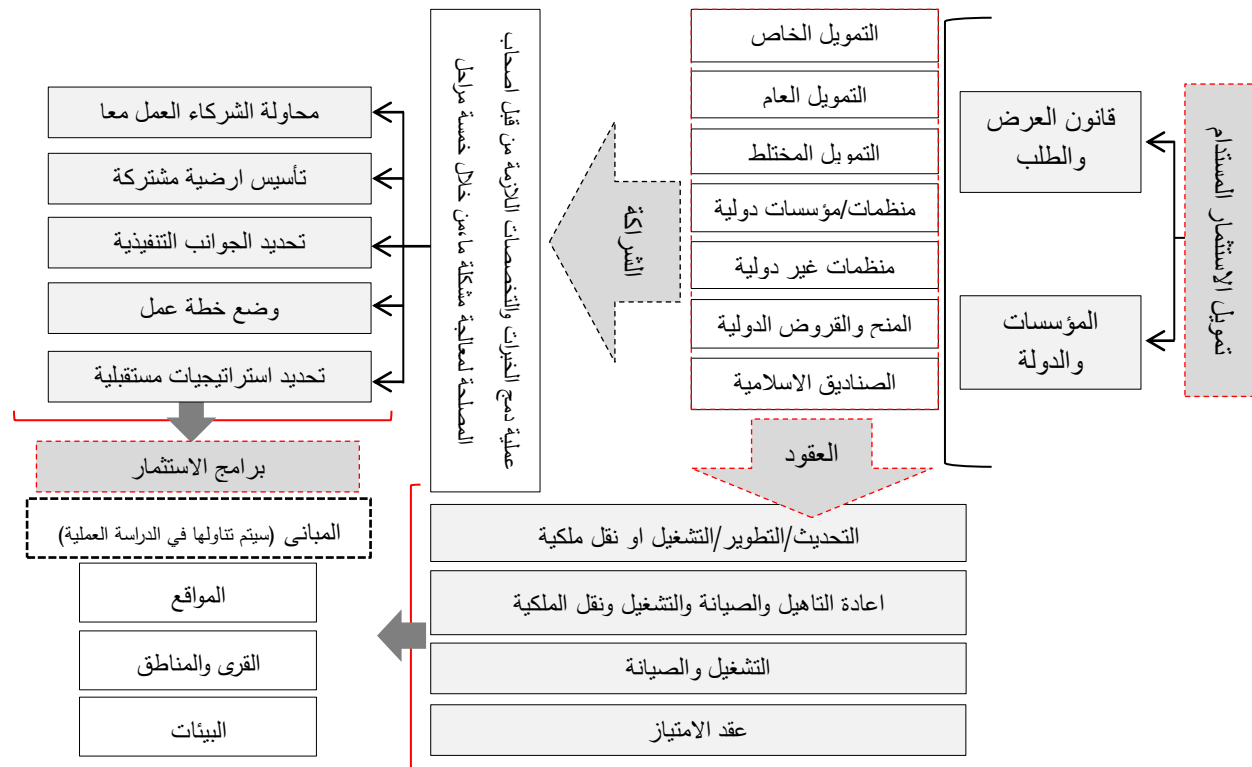
المرحلة الثالثة : يتم تحديد الجوانب التنفيذية واختيار فريق الادارة الذي سيقوم على متابعة الاعمال المقترحة .

المرحلة الرابعة : وضع خطة عمل ويقوم الجهاز التنفيذي بالتأكد من قيام جميع الشركاء بدورهم .

المرحلة الخامسة : تحديد استراتيجيات مستقبلية التي تخدم المجتمع بعد اعادة ممتلكته الشراكة الى المجتمع مرة اخرى (المنشأوي،2013) .

نستنتج بأن الشراكة في الاستثمار المستدام تعالج مشكلة ما واتخاذ الاجراءات اللازمة من خلال دمج الخبرات

والتخصصات اللازمة ، وتكون على مراحل تبدأ من محاولة الشركاء العمل معا وتبادل الخبرات ، تأسيس ارضية مشتركة ، تحديد الجوانب التنفيذية ووضع خطة عمل ، اضافة الى تحديد استراتيجيات واهداف مستقبلية .



شكل (1) يبين مصادر التمويل في الاستثمار المستدام وعملية الشراكة والعقود وبرامج الاستثمار للتراث العمراني
(المصدر : الباحثين)

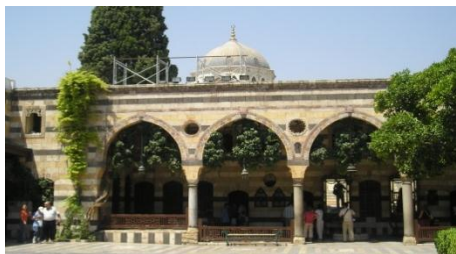
3. المحور الثالث : الحالات الدراسية

تم اختيار ثمانية نماذج لمشروعات ترميم وإعادة توظيف المباني التراثية ذات القيمة التاريخية بهدف الاستثمار من عدة دول عربية والتي سيتم تحليلها وفق مؤشرات تم استخلاصها من محاور البحث السابقة والمتمثلة بـ (الفترة الزمنية ، الوظيفة المستحدثة في الاستثمار ، مصادر التمويل ، مسؤولية التنفيذ والإشراف) ، إذ يتفرع كل منها إلى عدد من النقاط الثانوية كما موضحة في الجدول لاحقاً .

3،1 مشروع ترميم قصر رؤساء البحر (الرياس) وأستثماره (الجزائر) :

	العنوان: مدينة الجزائر ، الجزائر
	حقبة البناء: 1576م
	نمط البناء: قصر
	الوظيفة الجديدة للمبنى: مركز فنون و ثقافة
	استعمالات طوابق المبنى: يضم المبنى مكتبة وغرف إرشيف ووثائق
	تاريخ الاستثمار: 1992م
	مصادر التمويل: حكومي
مسؤولية التنفيذ والإشراف: حكومي	
<p>شكل (2) قصر رؤساء البحر (الجزائر) (موقع موسوعة ويكيبيديا)</p>	
<p>نبذة عامة عن المشروع : يعد المبنى من التجارب القليلة في إعادة تأهيل وإحياء المباني التراثية في الجزائر ويمثل أحد الآثار القليلة الباقية كشاهد على الفترة العثمانية ما بين القرن السادس عشر و التاسع عشر ، وفي عام 1992م تم إدراجه على لائحة اليونسكو للتراث الثقافي ما شجع على إعادة تأهيله ليصبح مزاراً لوفود الطلاب والمتقنين (عتمة، 2007).</p>	

3،2 مشروع ترميم قصر العظم وأستثماره (سوريا) :

	العنوان: دمشق ، سوريا
	حقبة البناء: 1725م
	نمط البناء: قصر
	الوظيفة الجديدة للمبنى: متحف تقاليد شعبية
	تاريخ الاستثمار: 1954م
	مصادر التمويل: حكومي
	مسؤولية التنفيذ والإشراف: حكومي وهيئات دولية
<p>شكل (3) قصر العظم (سوريا) (موقع موسوعة ويكيبيديا)</p>	
<p>نبذة عامة عن المشروع : يمتلك المبنى قيمة تاريخية متميزة حيث موضعه كان قسماً من صحن معبد جوبيتر القديم ، كما يمتلك خصوصية بتوفر الكثير من العناصر المعمارية التزيينية المتميزة ، وقد حاز العمل المعماري في هذا القصر على جائزة الأغاخان للعمارة الإسلامية في دورتها للعام ١٩٨٣ م في مجال الترميم ضمن ١١ مشروع من بين ٢١٦ تم ترشيحها (زين العابدين، 2010).</p>	

3،3 مشروع ترميم سبيل السلطان قايتباي وأستثماره (مصر) :

 <p>شكل (4) سبيل السلطان قايتباي (مصر) (منظمة الامم المتحدة للتربية والعلم والثقافة ،2014)</p>	العنوان: القاهرة ، مصر
	حقبة البناء:1749م
	نمط البناء: سبيل
	الوظيفة الجديدة للمبنى: مكتبة للفن والعمارة الاسلامية
	تاريخ الاستثمار:2000م
	مصادر التمويل: حكومي
	مسؤولية التنفيذ والاشراف: حكومي
<p>نبذة عامة عن المشروع:</p> <p>يعتبر هذا المبنى من أبرز مباني السلطان قايتباي في القاهرة، فبالإضافة إلى أن واجهاته تحتوي على زخارف فائقة الجمال، هو أول سبيل مستقل عن أي منشأة أخرى في مصر، وانتشرت السبل بعد ذلك وأصبحت شائعة في العصر العثماني في القاهرة (موقع ثقافي الكتروني عن الحضارة الاسلامية) .</p>	

3،4 مشروع ترميم خان الوكالة وأستثماره (فلسطين) :

 <p>شكل (5) خان الوكالة (فلسطين) (موقع بلدية نابلس الالكتروني)</p>	العنوان: نابلس، فلسطين.
	حقبة البناء:1795م
	نمط البناء: خان
	الوظيفة الجديدة للمبنى: متحف ونزل وسوق
	استعمالات
	طوابق
	المبنى
	الطابق الارضي: مخازن تجارية ، قاعة للبلدية ، كافيتريا ، خدمات اخرى
	الطابق الاول: متحف
	الطابق الثاني: منامات ، خدمات ملحقة بالمشروع
	تاريخ الاستثمار:2005م
	مصادر التمويل: هيئات دولية
	مسؤولية التنفيذ والاشراف: هيئات محلية ودولية
<p>نبذة عامة عن المشروع:</p> <p>تم انشاء المبنى في الفترة العثمانية وكان يستخدم كنزل للمسافرين والتجار وإسطبل في تلك الفترة ، فقد المبنى العديد من اجزاءه في زلزال عام 1927م ، كما تعرضت بوابة الخان الى التهديم الكامل أثر عمليات تخريبية عام 2002م ، حرصت بلدية نابلس على ترميم المبنى والإستفاده منه كمشروع تجاري استثماري يخدم المدينة ، من خلال اعادته استخداما في القطاعين التجاري والحرفي المحلي بحيث يحافظ الى حد ما على وظيفته الاصلية بما يتناسب مع تغيرات العصر بالاضافة الى توفير خدمات ثقافية ترفيهية مميزة (عثة،2007).</p>	

5,3 مشروع ترميم بيت عبدالله الزايد وأستثماره (مملكة البحرين):

	العنوان: مدينة محروق ، مملكة البحرين
	حقبة البناء: 1834م
	نمط البناء: بيت
	الوظيفة الجديدة للمبنى: مركز ثقافي
	تاريخ الاستثمار: 2003م
	مصادر التمويل: هيئات محلية ودولية ، أفراد / مستثمرين
<p>شكل (6) بيت عبدالله الزايد (البحرين) (موقع مركز الشيخ ابراهيم محمد خليفة للثقافة والبحوث)</p>	مسؤولية التنفيذ والاشراف: هيئات محلية ودولية ، أفراد / مستثمرين
<p>نبذة عامة عن المشروع:</p> <p>تم بناء البيت عام 1834م وأضيف اليه المجلس عام 1925م ، ويتوسط البيت مجموعة من البيوت التراثية المرممة ابتداء من بيت الشيخ عيسى الى مركز الشيخ ابراهيم بن محمد آل خليفة للثقافة وعينات ناجحة لترميم المباني التراثية، وبالإضافة للقيمة المعمارية للبيت وأهمية موقع ضمن نسيج تراثي في مدينة المحرق فان للبيت قيمة ثقافية مرتبطة بساكنه (عبدالله بن علي بن جبر الزايد) الذي يعد أحد مثقفي البحرين وكان له أثر في إثراء البحرين من الناحية الثقافية (يوسف، 2014).</p>	

6,3 مشروع ترميم بيت سعيد آل مكتوم وأستثماره (الامارات العربية المتحدة) :

	العنوان: دبي ، الامارات العربية المتحدة
	حقبة البناء: 1896م
	نمط البناء: بيت
	الوظيفة الجديدة للمبنى: متحف
	تاريخ الاستثمار: 1996م
	مصادر التمويل: حكومي
<p>شكل (7) صور بيت سعيد آل مكتوم (الامارات) (موقع هيئة دبي للثقافة والفنون الالكتروني)</p>	مسؤولية التنفيذ والاشراف: حكومي
<p>نبذة عامة عن المشروع:</p> <p>يمتاز المبنى بثراء مكوناته العمرانية وعناصره التراثية، إضافة إلى إستراتيجية الموقع، حيث يشرف المبنى على منطقة خور دبي التجارية، والتي تعد الشريان الرئيسي للحياة الاقتصادية والتجارية في إمارة دبي ، اعيد استخدامه ليصبح متحف وطني توثيقي يعرض مراحل التطور الحضاري التي شهدتها الإمارة (عتمة، 2007).</p>	

7,3 مشروع ترميم القصر الأميري وأستثماره (قطر):

	العنوان: الدوحة ، قطر
	حقبة البناء: 1901م
	نمط البناء: قصر
	الوظيفة الجديدة للمبنى: متحف
	تاريخ الاستثمار: 1975
	مصادر التمويل: حكومي
<p>شكل (8) قصر الاميري (قطر) (موقع موسوعة ويكيبيديا)</p>	مسؤولية التنفيذ والاشراف: حكومي
	نبذة عامة عن المشروع:
<p>كان قصر الاميري هو القصر و مقر الحكم لعائلة آل ثاني الحاكمة وقد تم ترميم مابقى منه واعادة بنائه ليكون نواة لمتحف قطر الوطني الذي تأسس من أجل عرض عناصر التاريخ القطري وطرق الحياة التقليدية للشعب القطري ، كما يعد المبنى الذي يقع في الطرف الجنوبي لكورنيش الدوحة في حد ذاته تحفة في فن العمارة القطرية وقد فاز المشروع بجائزة الأغاخان في مجال الترميم (الدورة الأولى 1978 – 1980) (يوسف،2014).</p>	

8,3 مشروع ترميم سكة حديد الحجاز وأستثمارها (المملكة العربية السعودية) :

	العنوان: المدينة المنورة ، المملكة العربية السعودية
	حقبة البناء: 1906م
	نمط البناء: سكة حديد
	الوظيفة الجديدة للمبنى: متحف
	تاريخ الاستثمار: 1998م
	مصادر التمويل: حكومي
<p>شكل (9) سكة حديد الحجاز (السعودية) (موقع موسوعة ويكيبيديا)</p>	مسؤولية التنفيذ والاشراف: حكومي
	نبذة عامة عن المشروع:
<p>تمثل محطة سكك حديد الحجاز واحدة من أهم المنشآت المعمارية التي تعبر عن العمارة العثمانية بالمدينة المنورة ، كما تمتلك المحطة أهمية تاريخية نظرا لما شهدته من أحداث تاريخية مهمة، فقد مثلت لدى إنشائها حلما للمسلمين في البلدان التي سيخدمها المشروع وكان افتتاح المحطة ووصول أول قطار إلى المدينة المنورة حدثا تاريخيا ، كما تمثل المحطة احد اهم المنشآت المعمارية التي تعبر عن العمارة العثمانية في المنطقة ، ادت جميع هذه العوامل الى تقدير من سكان المدينة للمبنى وتأثيره في ذاكرتهم المكانية وذلك للأجيال القديمة او الحديثة على حد سواء (البلقاسي،2013).</p>	

جدول (5) تحليل نماذج ترميم المباني التراثية واستثمارها (المصدر : الباحثين)

اسم المشروع	معايير التقييم											
	الفترة الزمنية		الوظيفة المستحدثة للاستثمار					مصادر التمويل			مسؤولية التنفيذ والاشراف	
	تاريخ الانشاء	تاريخ الاستثمار	نوع الوظيفة	ثقافية	سياحية	تجارية	تعليمية	سكنية	عام (حكومي)	خاص	هيئات محلية	هيئات دولية
قصر رؤساء البحر (الجزائر)	1576م	1992م	مركز فنون و ثقافة	✓	✓		✓		✓			✓
قصر العظم (سوريا)	1725م	1954م	متحف تقاليد شعبية	✓	✓				✓			✓
سبيل السلطان قايتباي (مصر)	1749م	2000م	مكتبة للفن والعمارة الاسلامية	✓		✓	✓		✓			✓
خان الوكالة (فلسطين)	1795م	2005م	متحف ونزل وسوق	✓	✓	✓		✓			✓	✓
بيت عبدالله الزايد (البحرين)	1834م	2003م	مركز ثقافي	✓	✓					✓	✓	✓
بيت سعيد آل مكتوم (الامارات)	1896م	1996م	متحف	✓	✓				✓			✓
القصر الأميري (قطر)	1901م	1975م	متحف	✓	✓				✓			✓
سكة حديد الحجاز (السعودية)	1906م	1998م	متحف	✓	✓				✓			✓

نتائج واستنتاجات الجانب النظري :

- يعد مفهوم التراث العمراني مفهوما حديثا نسبيا ، كما ان هنالك فهم خاطئ لهذا المفهوم يتمثل في قصور المفهوم على المباني التاريخية القديمة
- هنالك العديد من العوامل المؤثرة سلبا على التراث العمراني منها عوامل طبيعية وبشرية واجتماعية واقتصادية
- ضرورة الاهتمام بالتراث العمراني لما يحتويه من المميزات التاريخية المساهمة في تكوين شخصية المجتمع.
- ضرورة الاهتمام بجميع مقومات التراث العمراني الثقافة والاجتماعية والفنية والعمرانية والاقتصادية.
- توعية افراد المجتمع حول الاهمية الاقتصادية للتراث العمراني بشكل خاص.

- ان مخاطر الاستثمار المتوقعة دفعت المستثمرين نحو الاستثمار المستدام للتقليل من مخاطر المستقبل سواء كانت على مستوى الازياح المادية او على مستوى التطور والنمو والاجيال القادمة ، والوصول الى فرص استثمار طويلة الامد .
- ان التحديات التي تواجه المستثمر تجعله امام عدد من العوائق التي يجب الاخذ بها بنظر الاعتبار .
- تعدد استراتيجيات الاستثمار المستدام اعطت الجهات المستثمرة مجالات غير محدودة للتعامل مع التراث العمراني وكيفية الوصول الى اهداف ذلك الاستثمار والتقليل من المخاطر .
- تعدد مصادر التمويل يعطي للمستثمرين امكانيات في تحقيق اهداف الاستثمار المستدام والحفاظ على التراث العمراني وتحقيق الحاجات الانسانية كالهوية بالاضافة الى العوائد الاقتصادية ودمجها مع اعتبارات الاستدامة .
- يمكن تصنيف التراث العمراني الى اربع مجاميع (المباني ، المواقع ، القرى والمناطق والبيئات) وكيفية التعامل مع كل نوع منها ووجود تصنيفات ثانوية لهذا التعامل والتي يمكن تطويرها وتغييرها وفق امكانيات وخطط المستثمرين واهدافهم لتحقيق استثمار مستدام والحفاظ على التراث العمراني واهميته .
- تعالج الشراكة في الاستثمار المستدام مشكلة ما واتخاذ الاجراءات اللازمة من خلال دمج الخبرات والتخصصات اللازمة ، وتكون على مراحل تبدأ من محاولة الشركاء العمل معا وتبادل الخبرات ، تأسيس ارضية مشتركة ، تحديد الجوانب التنفيذية ووضع خطة عمل ، اضافة الى تحديد استراتيجيات واهداف مستقبلية .

نتائج واستنتاجات الدراسة العملية :

- تنوع الوظائف لمباني التراث العمراني وامكانية استثمارها استثمارا مستداما ووضع عدد من الحلول والخطط على المدى الطويل .
- بالرغم من تعدد الوظائف الا انه تم استثمار التراث العمراني كمباني ثقافية وسياحية بكثرة ، وذلك لسهولة توقع نتائج الاستثمار على المدى الطويل ضمن هذه الوظائف .
- ندرة استثمار مباني التراث العمراني كمباني سكنية وذلك بسبب المعايير الخاصة بالسكن والتي قد لا تتلائم مع وظيفة المبنى السابقة ، او الحالة الانشائية للمبنى لا تسمح بهذا الاستخدام .
- استخدام مصادر التمويل العامة بكثرة في تنفيذ عمليات الاستثمار المستدام من قبل اصحاب المصلحة .
- قلة الاعتماد على مصادر التمويل الخاصة والهيئات في التنفيذ لانها تحتاج الى دخل عالي ومسؤولية كبيرة (كثرة المخاطر) وبالتالي عدم وجود رؤية واضحة على المدى الطويل بالنسبة لهم .

التوصيات :

- نشر الوعي حول اهمية التراث العمراني والحفاظ عليه على المدى الطويل من خلال استراتيجيات مختلفة .
- زيادة التوعية حول اهمية الاستثمار المستدام في الجانب العمراني بصورة عامة .
- زيادة الفرص في اعداد خطط وتوقعات مستقبلية (على المدى الطويل) للتقليل من المخاطر التي تواجه العالم العمراني بسبب التطور التكنولوجي .
- زيادة فعالية مشاركة القطاع الخاص من خلال توفير توعية تراثية وفرص استثمارية مدروسة على المدى الطويل .
- انشاء مراكز لتوفير خطط واستراتيجيات للاستثمار المستدام بين جميع الوكالات او الجهات التي تقدم الدعم للتراث العمراني .

المصادر

مصادر عربية :

- ابو غزالة ، "الاستدامة كمدخل للحفاظ على الهوية المعمارية في ظل العولمة (دراسة حالة جمهورية مصر العربية)" ، ابحاث وتراث 3 ، دراسات من التراث العمراني، ملتقى التراث العمراني الوطني الثالث ، 2013 ، ص 277 ، 279 ، 280.
- أحمد ، أ.د عقابة ، أ.د قواس مصطفى ، "التعمير في وادي مزاب: بين حتمية التوسع و أولوية الحفاظ على الموروث العمراني" ، مؤتمر التقنية والاستدامة في العمران ، كلية العمارة والتخطيط، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية، 3- 6 يناير 2010م، ص248.
- البلقاسي ، د. محمد ابراهيم يوسف ، أ.د أحمد يحي راشد ، م. سماح محمد عزمي حسن ، "تراث المدينة المنورة بين الاستثمار و إعادة التوظيف (دراسة تحليلية لمشروع توظيف محطة قطار الحجاز)" ، ابحاث وتراث 3 ، دراسات من التراث العمراني، ملتقى التراث العمراني الوطني الثالث ، 2013م ، ص 147 ، 148.
- الجرزاي، راجية، "دراسة استثمار بلا تنمية مستدامة: بريح متوهم وخسائر محققة دراسة حالة لمصنع موبكو في دمياط"، المبادرة المصرية للحقوق الشخصية، مارس، 2013 ، ص5.
- راشد ، أ.د أحمد يحيى ، د.محمد ابراهيم البلقاسي ، أ.م.د. محمد فكري محمود ، "الاستثمار كركيزة لعمليات الحفاظ بالمناطق التراثية دراسة حالة شارع المعز لدين الله الفاطمي"، ابحاث وتراث 3 ، دراسات من التراث العمراني، ملتقى التراث العمراني الوطني الثالث ، 2013م ، ص 299 – 304 .
- الزهراني ، د. عبد الناصر ، "إدارة موارد التراث العمارة في الملكة العربية السعودية وجهة نظر " ، ندوة "الاتجاهات الحديثة في إدارة المصادر التراثية ، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، تونس، 2007 ، ص1.
- الزهراني ، د. عبد الناصر ، "ادارة التراث العمراني " ، الجمعية السعودية للدراسات الأثرية ، 2012 ، ص25 – ص32 .
- زين العابدين ، م.محمود ، "تقويم تجربة التوظيف المتحفي للمباني السكنية المشيدة بالعصر العثماني في سورية" ، مجلة بحوث جامعة حلب ، سوريا ، 2010 ، ص5 ، 8 ، 9 .
- سعادة ، أيمن عزمي جبران ، "آليات تفعيل المشاركة الشعبية في مشاريع الحفاظ المعماري والعمراني (حالة دراسية الضفة الغربية)" ، رسالة ماجستير ، جامعة النجاح الوطنية، نابلس، فلسطين، 2009م ، ص68 .
- سلطان ، محمد سيد ، "قضايا تمويل التراث العمراني : الإطار الاستراتيجي لتعزيز حفظ التراث وحمايته " ، ابحاث وتراث 3 ، دراسات من التراث العمراني، ملتقى التراث العمراني الوطني الثالث ، 2013م ، ص203 – ص221 .
- عتمة ، محمد علام فوزي ، "إعادة تأهيل المباني التاريخية في فلسطين حالة دراسية :تجربة مدينة نابلس منذ عام 1994" ، اطروحة ماجستير ، جامعة النجاح الوطنية ، فلسطين ، 2007 ، ص35 – ص90 .
- المدحجي ، أ.د محمد احمد سلام ، "المحافظة على استمرارية التراث العمراني الطيني أعادة تأهيله هدف تنموي و استثماري (مدينة صعدة القديمة - دراسة حالة) " ، ابحاث وتراث 3 ، دراسات من التراث العمراني، ملتقى التراث العمراني الوطني الثالث ، 2013م ، ص453 .
- المنشاوي ، د. احمد الشحات ، "شراكة القطاع الخاص في مشروعات الحفاظ العمراني" ، ابحاث وتراث 3 ، دراسات من التراث العمراني، ملتقى التراث العمراني الوطني الثالث ، 2013م ، ص491 – ص495 .
- الهيئة العامة للسياحة والآثار ، " لماذا الاهتمام بالتراث العمراني " ، الرياض، 2010م ، ص17 – ص45 .
- يوسف ، محمد محمود عبدالله ، "برامج الاستثمار في التراث العمراني ووسائل التمويل بالاستناد لتجارب عربية ودولية ، مصادر تمويل الاستثمارات البلدية في مجالات التخطيط العمراني والحركة والنقل ومدى تطور هذه الاستثمارات في مصر" ، ندوة التخطيط العمراني وقضايا الحركة والمرور والنقل في المدن العربية، المعهد العربي لإنماء المدن، حماة، سوريا، 2005م ، ص113 .
- يوسف ، محمد محمود عبدالله ، "برامج الاستثمار في التراث العمراني ووسائل التمويل بالاستناد لتجارب عربية ودولية" ، النشرة العلمية لبحوث العمران ، كلية التخطيط الإقليمي والعمراني ، جامعة القاهرة ، العدد الثاني عشر ، ابريل 2014م ، ص2 – ص12 .

مصادر اجنبية :

- Blue & green tomorrow ، “sustainable investment “ ، 4th edition ، 2014 ، P8 – P71 .
- CPP، " Responsible Investing : Investing for Long–Term Value"، Canada،2013 ، P1 .
- Eurosif، “High net worth individuals and sustainable investment 2012”،2012 ، P7 ، 20 ، 21 .
- Freedman، Stephen، " Adding value(s) to investing :Sustainable investing"، UBS Financial IServices nc.، New York، 24 March 2015 ، P7 – P16 .
- GSIA: Global Sustainable Investment Alliance، " Global Sustainable Investment"، January ،2013، P4 – P35 .
- Kerkhof، M. van de، ” Do sustainable firms induce sustainable outperformance?“ ، Master Thesis ، Department of Finance ، Tilburg University ، 2014 ، P1 ، 4 .
- Napolitano،Janet، OFFICE OF THE CHIEF INVESTMENT OFFICER OF THE REGENTS، " Sustainability impacts investing " ، University of California،march،2015 ، P29 .
- Norup، Adam ، “Socially Responsible Investing” ، Master Thesis ، Copenhagen business school ، 16th August 2011 ، P13 ، 29 .
- Throsby ، David ، “Investment in Urban Heritage Economic Impacts of Cultural Heritage Projects in FYR Macedonia and Georgia” ، September 2012 ، P5 ، 6 ، 42 .

مصادر الانترنت :

- 1- <http://www.ar-science.com/2015/02/Investment.html>
- 2- [/http://www.shaikhebrahimcenter.org/houses/abdullah-al-zayed-house-for-bahraini-press-heritage-3](http://www.shaikhebrahimcenter.org/houses/abdullah-al-zayed-house-for-bahraini-press-heritage-3)
موقع موسوعة العلوم
موقع مركز الشيخ ابراهيم محمد خليفة للثقافة و البحوث
- 3- <https://ar.wikipedia.org>
موقع موسوعة ويكيبيديا
- 4- <http://www.dubaiculture.gov.ae/ar/Live-Our-Heritage/Pages/Sheikh-Saeed-Al-Maktoum-House.aspx>
موقع هيئة دبي للثقافة والفنون
- 5- <http://www.nablus.org/?p=3465>
موقع بلدية نابلس
- 6- <http://mishwar.ps/newdetails.php?nid=710>
موقع سياحي فلسطيني
- 7- http://www.discoverislamicart.org/database_item.php?id=monument;ISL;eg;Mon01;14;ar
موقع ثقافي عن الحضارة الاسلامية
- 8- [/http://www.albawaba.com/ar/business](http://www.albawaba.com/ar/business)
موقع البوابة

ISSN 1726 - 4073



Journal of Engineering



**A Scientific Refereed Journal
Published by
College of Engineering
University of Baghdad**

**February
2017**

**Number 2
Volume 23**

List of Contents

English Section:

Page

Determine an Equation to Calculate the Annual Maintenance Cost for Public Hospitals ((Al Sader City Hospital as a Case Study). <i>Kadhim Raheem Reziej</i> <i>Nuha Hazim Al-Hilaly</i>	1-12
Remediation of Contaminated Soil with Petroleum Industrial Wastewater <i>Mahdi O. Karkush (Ph.D., CE, MISSMGE)</i> <i>Takwa A. Altaher (M.Sc.)</i>	13- 20
Ultrafiltration and Reverse Osmosis Membranes for Treating Wastewater Effluent from Gas Turbine Power Plants Using the Statistical Method of Taguchi <i>Ahmed Faiq Al-Alawy</i> <i>Mohammed Kamil Al-Ameri</i>	21- 40
Static Analysis of Laminated Composite Plate using New Higher Order Shear Deformation Plate Theory <i>Dr.Ibtehal Abbas Sadiq</i> <i>Haider Sami Abdul-ameer</i>	41 - 61
Experimental and Numerical Simulation of an Airlift Pump with Conventional and Modified Air Injection Device <i>Ali Abdul Mohsin Hasan Alasadi</i> <i>Ahmed Khalid Habeeb</i>	62 - 82
A Study on the Removal of Direct Blue 71 Dye From Textile Wastewater Produced From State Company of Cotton Industries by Electrocoagulation Using Aluminum Electrodes <i>Karim Khalifa Esgair</i>	83 - 94
Studying the Adsorption of Lead from aqueous Solution by Using Local Adsorbent Material Produced from Waste Tires by Pyrolysis <i>Hayder M. Abdul-Hameed</i> <i>Raghad Abdul-Kareem</i>	95 - 108

ISSN 1726 - 4073



مجلة الهندسة



مجلة علمية محكمة تصدرها
كلية الهندسة - جامعة بغداد

العدد 2
المجلد 23

قائمة المحتويات

القسم العربي:

العنوان

الصفحة

19 - 1

تأثير العامل التشريعي في هوية العمران السكني الحديث في العراق

الدكتور كاظم فارس ضمد
رقية باسم خزرعل

38- 20

اثر الحاجة النفسية لأبراج خزانات المياه العالية على استدامة
الحياة في المدينة

الدكتور أمجد محمود عبد الله البدري

60 - 39

الاستثمار المستدام في مباني التراث العمراني (دراسة تحليلية لنماذج عربية)

دنيا نصير طارق
شذى فالح حسين