Effects of Fuel Oil on the Geotechnical Properties of Clay Soil

Mahdi Obaid Karkush (Ph.D., CE, MISSMGE)
Assistant Professor
Department of Civil Engineering
University of Baghdad
mahdi_karkush@coeng.uobaghdad.edu.iq

Zaineb Abdul Kareem (M.Sc.)
M.Sc. Student
Department of Civil Engineering
University of Baghdad
zainebkareem68@yahoo.com

ABSTRACT

The present study highlights the effects of medium fuel oil (MFO) on the chemical, physical and mechanical properties of clay soil samples (disturbed and undisturbed) obtained from the site of the electrical power plant in the campus of the University of Baghdad at Al-Jadriah distract in Baghdad/Iraq. The soil sample has classified according to the unified soil classification system (USCS) as CL and described as lean clay of low plasticity. The medium fuel oil is an industrial wastewater disposed as a byproduct from the fuel used in the electricity power plant. The soil samples are artificially contaminated with two percentages of medium fuel oil, 10 and 20 % in related to the dry weight of soil. The soil samples had mixed with the contaminant (MFO) by the hands and then left for 4 days for homogeneity. A series of laboratory tests are conducted on both natural and artificially contaminated soil samples to measure the effects of medium fuel oil on the chemical, physical and mechanical properties of soil samples. The results of tests showed that the medium fuel oil has significant impacts on some properties of soil and slight effects on the others. Increasing the percentage of contaminant causes a slight decrease in the liquid limit and particle size distribution; on the other hand, it causes a considerable increase in the consolidation parameters and decrease in shear strength parameters. Also, there is a slight change in the chemical composition of soil samples.

Keywords: Industrial wastewater, fuel oil, soil contamination, geotechnical properties, clay soil.

تحري تأثيرات وقود النفط على الخواص الجيوتقنية للتربة الطينية

د. مهدي عبيد كركوش
استاذ مساعد
قسم الهندسة المدنية
جامعة بغداد

زينب عبدالكريم
طالبة ماجستير
قسم الهندسة المدنية
جامعة بغداد

الخلاصـــــــــة

الدراسه الحاليه تسلط الضوء على دراسه تاثير وقود النفط متوسط الكثافة (MFO) على الخواص الكيميائية والفريائية والمكانيكية لنماذج التربه الطينيه المشوشه والغير مشوشه والتي تم الحصول عليها من محطة الجادرية لتوليد الطاقة الكهربائية في مجمع جامعة بغداد/الجادرية في مدينة بغداد/العراق. تم تصنيف التربة على اساس نظام تصنيف التربة الموحد (USCS) الى تربة طينية ضعيفة منخفضة اللدونة (CL). الملوث هو وقود النفط متوسط الكثافة والذي يطرح كناتج عرضي من الوقود المستخدم في محطة توليد اطاقة الكهربائية. تم تلويث التربة مختبريا وذلك عن طريق خلط التربة يدويا مع الملوث (MFO) بنسبتين (10 و 20) % من وزن التربة الجافة. بعد ان خلطت التربة جيدا مع الملوث وبعد التأكد من تجانس توزيع الملوث في التربة تركت لمدة اربعة ايام في حافظات مغلقة لدراسة تأثير الملوث على الخواص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية للتربة من خلال اجراء الفحوصات التقليدية لقياس تلك الخواص. ومن خلال نتائج الفحوصات المختبرية اظهرت ان الملوث الصناعي (MFO) له تاثير كبير على بعض الخصائص وتاثير قليل على خصائص اخرى. أن زياده نسبه الملوث في التربة ادى الى تاثير طفيف على قيم حد السيولة واللدونة وحجم الحبيبات. ان زياده نسبة الملوث تسببت في زيادة في معاملات الانضمام ونقصان في معاملات القص للتربة. وقد لوحظ ايضا ان هناك تغير في الخواص الكيميائيه لعينات التربة.

الكلمات الرئيسية: الملوثات الصناعية السائلة، وقود النفط، تلوث التربة، الخواص الجيوتقنية، التربة الطينية.

1. INTRODUCTION

The rapid development of industrialization and urbanization generate much higher quantities of wastewater, solid wastes and gaseous wastes that resulted in polluted environment intentionally or unintentionally. These wastes do not pollute the air or water only also the soil is being polluted. Soil contamination is not harmful for the groundwater only also the occurrences of contaminants in soil above a certain level cause loss some of the geotechnical soil properties. Consequently, this led to the detriment of structures constructed on/in it due to that alteration in the geotechnical properties of soil. This alteration resulted in loss some of the bearing capacity of the soil and increase in the settlement of the foundation under the structure which causing loses the function or failure of the structure **Rahman et al. 2010**. Therefore, it is important to determine the effects of the soil contamination on the foundation of the existing structure.

The most common soil contamination are fertilizers, pesticides, petroleum hydrocarbon, heavy metals, volatile organic compounds and organic compounds. These contaminants produced from the oil fields, thermal power stations, or in most cases results accidently from the spill oil during the transportation as leakage from the pipelines and storage tanks or during oil drilling processes. Hydrocarbons have significant effects on the geotechnical properties of soil and due to the volume and the quantities resulted from the industrial wastewater is larger than other wastes. The attention of researchers was focused on investigated the effects of contamination of industrial wastewater on the engineering properties of soil. **Abdul Rasol, 1999** investigated the influence of kerosene contamination on the geotechnical properties of clayey silt soil. The results showed significant effects for kerosene on the physical properties, parameters of consolidation and shear strength of soil.

Khamehchiyan et al., 2007 investigated the geotechnical properties of clayey and sandy soil samples contaminated by crude oil. The results indicated a noticeable reduction in the shear strength, the dry density, optimum moisture content and Atterberg's limits by increasing the content of crude oil in the soil. **Karkush et al., 2013** investigated the effects of four types of contaminants on the geotechnical properties of clayey soil. The contaminants are kerosene, ammonium nitrate, copper and lead, each of them was mixed with soil in two percentages (10 and 25) %. The results showed diverse effects of these contaminants on the geotechnical properties of clayey soil. **Karkush and Resol, 2015** investigated the geotechnical properties of sandy soil synthetically contaminated with four ratios of industrial wastewater. The soil samples were contaminated synthetically with industrial wastewater by (10, 20, 40 and 100) % of solution used in the contamination process. The results showed diverse effects of industrial wastewater on the geotechnical properties of a sandy soil sample. **George et al., 2015** conducted experimental work to study the effect of diesel engine oil on the geotechnical properties of soil. The results showed that the addition of diesel engine oil has diverse effects on the geotechnical properties of the studied soil samples.

Bala et al., 2015 investigated the chemical characteristics of eight soil samples from Bangladesh. They studied effect of the contaminated on the salinity, organic content, chloride, pH, alkalinity, conductivity and moisture content. **Karkush and Abdul Kareem, 2016** investigated the geotechnical properties of clayey soil samples contaminated by industrial wastewater. The soil samples had artificially contaminated with four ratios of industrial wastewater disposed as a byproduct from thermal electricity power plant, also **Karkush and Altaher, 2017** investigated the effects of total petroleum hydrocarbons on the geotechnical properties of clayey soil samples contaminated in the field. The results showed diverse effects

of industrial wastewater on the geotechnical properties of a clayey soil sample. The present study is a trial to determine the effects of the medium fuel oil (MFO), a byproduct effluent from fuel station of supply the electricity power plant in Al-Jadriah district on the geotechnical properties of lean clay soil by conducting an efficient laboratory-testing program on intact and contaminated soil samples.

2. INDUSTRIAL WASTEWATER AND SOIL CONTAMINATION

Industrial waste, refer to the wastes generated from the production of industrial activates and resources treatment and development. The industrial wastes can be solid wastes, semi-solid wastes, wastewater and gaseous wastes that are not permitted to discharge into the environment. The solid wastes are classified into organic and inorganic wastes based on their mineral composition and into hazardous and nonhazardous wastes base on pollution characteristics. Because many industrial wastes hold hazardous characteristics, they usually receive special attention. Large quantities of industrial wastes are generated every year due to growing of industrial activities. All these are harm to the human being health and the environment components. In general, industrial wastes are classified into the following major types **Li, 2004** and **Shi, 2004:**

a) Metallurgical industry;
b) Electrical power industry;
c) Chemical industry;
d) Light industries;
e) Industrial solid wastes such as metal dross, plating sludge, construction wastes and slag from processing in other industries.

Contaminated soil with percentages above a certain level will affect the geotechnical properties of soil. Soil contamination usually results from the percolation of wastes from the sanitary landfills or percolation of contaminated surface water to subsurface strata, leakage from underground storage tanks and pipes, leaching of waste direct from of industrial wastes and application of fertilizer and pesticides to soil. The contamination of soil is not challenge for the environmental specialists only, but also cause a deterioration of geotechnical properties of soil. Cohesive soils are electro-chemically active and affected largely by wastes **Rehman et al. 2007** and **Elisha, 2012**. The flow of contaminant in the soil or in water depends on many factors such as the permeability of the soil and adsorption properties of the soil solids **Nudelman et al. 2002**. The extent of contamination in the soil depends on the properties of soil and chemical composition of the contaminant **Fine et al. 1997**. However, contaminated the soil occurrence as mentioned earlier by different ways also have different concentrations consequently will affect the geotechnical properties of soil.

3. STUDY AREA

The industrial wastewater and soil samples have obtained from the study area. The study area is the site of electrical power plant of Al-Jardiah in the campus of the University of Baghdad in Baghdad city/Iraq of georeferencing coordinates, GPS (E: 44º 22' 49.833", N: 33º 15'56.424") as shown in **Fig. 1**. A trial pit was excavated by using a mechanical shovel to reach the required depth of 2 m below the existing ground level. Two types of soil samples have obtained from this trial pit disturbed and undisturbed soil samples, the disturbed soil samples

were used to measure the effects of the contaminant on the chemical and physical properties of soil samples, while the undisturbed soil samples were used to measure the effects of MFO on the mechanical properties of soil. The soil samples put in airtight containers and labeled with necessary information then transported to the laboratory of soil mechanics. The field unit weight of soil measured according to ASTM-D2937-00 is 17.08 kN/m^3 and the natural moisture content measured according to ASTM-D2216 is 20.77 % **ASTM, 2003**. The soil is contaminated with two percentages of MFO (10 and 20) % in related to the dry weight of soil sample in the laboratory. The MFO has mixed with the soil by hands and the soil left for 4 days to allow chemical reactions between MFO and mineral composition of the oil. The medium fuel oil (MFO) is a mixture of water 30.2 % and oil 69.8 %. The density and chemical analysis of MFO used in this work have tested according to **ASTM, 2003**. The results of these tests are given in **Table 1**.

4. DRILLING AND SAMPLING

Disturbed and undisturbed soil samples were obtained from the study area. The soil samples used in this study are taken from a depth of 2 m below the existing ground level by using a shovel. The excavation process carried out by drilling a hole and then undisturbed soil samples were taken by using three Shelby tubes. The used Shelby tubes have a sharp end to reduce the disturbance of soil during the pushing of the Shelby tube into the soil. Shelby tubes were pushed vertically into the soil by using shovel and then the soil around the Shelby tubes was removed by using hand drilling to extract the tube easily, Shelby tubes were cleaned and the ends of the tubes were covered with wax to avoid the disturbance of soil samples and to keep the natural moisture content. Also, disturbed soil samples were obtained from the same depth by using hand drilling and put in plastic bags. Then, the soil samples were labeled with the necessary information and transported to the laboratory for conducting the experimental tests as shown in **Fig.2**

5. EXPERIMENTAL WORK

A series of laboratory tests are conducted on the undisturbed and disturbed soil samples. The soil samples are mixed with two percentages of fuel oil 10 and 20 % in relative to the dry weight of the soil samples used in the contamination process. The soil samples were contaminated artificially through mixing the contaminant with the soil samples by hands in the laboratory. The soil samples kept mixed with contaminant for 4 days to allow chemical reactions between the fuel oil and mineral composition of soil. Then, the soil samples are prepared to measure the effects of the contaminant on the geotechnical properties of soil. The process of mixing the contaminant with soil is shown in **Fig. 3**. The contaminated soil sample then remolded according to the field unit weight and moisture content for testing the mechanical properties of contaminated soils **Karkush et al., 2013; Karkush and Abdul Kareem, 2016.**

The soil samples studied in this work have designated as follows: intact soil is MFO0, soil contaminated with 10 % of medium fuel oil is MFO1 and soil contaminated with 20 % of medium fuel oil is MFO2. The chemical properties of soil samples play an important role in the engineering behavior of cohesive soils. The chemical and x-ray diffraction tests were carried out on the disturbed intact and contaminated soil samples. The physical properties of soil samples measured in this work are specific gravity ASTM-D854, particle size distribution ASTM-D422 and liquid and plastic limits ASTM-D4318**.** The mechanical tests conducted on

the undisturbed intact soil samples and remolded contaminated, soil samples. The tests conducted to measure the mechanical properties of soil samples are 1-D consolidation test (ASTM-D2435), unconfined compressive test, UCT (ASTM-D2166) and direct shear test, DST (ASTM-D3080) **ASTM, 2003; Head, 2006; Head, 1994** and **Head, 1992**.

6. RESULTS AND DISCUSSIONS

6.1 Chemical Properties of Soil

The results of chemical and x-ray diffraction tests conducted on soil samples are given in **Tables 2** and **3**. Sulfur trioxide increases with increasing the content of medium fuel oil, while the calcium oxide decreases with increasing the content of medium fuel oil, this reduction may be resulted from the participation of sulfate ions in a new reaction with the minerals of soil solids. Also, the value of pH increases with increasing the percentage of contaminants could be resulted from the accumulation of exchangeable bases such as Na or Ca in the soil, which causes a reduction in the exchangeable acidity and affect the cation exchange capacity.

6.2 Physical Properties of Soil

The summary of physical properties of soil samples tested in this work is given in **Table 4**. Based on these results, increasing the percentage of contaminant causes a significant decrease in the values of specific gravity due to the low density of contaminant, while this increasing in the percentage of contaminant lead to a slight decrease in the percentage of fine particles because of formation of soil clods. Also, in hydrometer test, the salts cover the soil particles will dissolve in the water and this action depends on the solubility of existing salts in the water as shown in **Fig. 4**. The liquid limit decreases with increasing the percentage of contaminants due to the participation of medium fuel oil in coating the surfaces of solid particles, but the medium fuel oil causes increased the plasticity of soil due to the viscosity of such contaminant. The first contact of the medium fuel oil was with the soil particles and not with the water due to the immiscibility of petroleum products with water. The liquid and plastic limits are the moisture contents where the soil will deform as liquid or plastic respectively. This was less when the percentage of medium fuel oil content increased, therefore, liquid limit decreases and plastic limit increases.

6.3 Mechanical Properties of Soil

The results of mechanical properties of soil proved that for the contaminant has a considerable effect on the consolidation parameters and shear strength parameters. In the consolidation test, it was noticed a significant increasing in the coefficient of volumetric change (m_v) and the coefficient of permeability (k) of soil sample MFO1 compared with that of the intact soil sample due to the rearrangement of the newly bonded soil particles into macro voids in the soil. However, for MFO2 the reduction in m_v and k is less than that of MFO1 due to the presence of fewer voids as more bonded soil matrix was formed by higher fuel oil content in the contaminated soil. The results of 1-D consolidation tests are shown in **Fig. 5** and **Table 5**.

The results of 1-D consolidation test experienced a significant increase in the compression indices and the void ratio by increasing the percentage of contaminants due to decreasing the percentage of fines as they were bonded to form pseudo-sand and sand sized particles that created large void space in the soil matrix. The medium fuel oil contamination causes reduction in the cohesion and angle of internal friction of intact soil. The lubrication property of fuel oil

lead to sliding the soil particles over others and consequently the weak bonding between the soil particles causes a significant reduction in the shear strength parameters of soil. A summary of shear strength tests is given in **Table 5**. The results of unconfined compressive tests showed decreasing the undrained shear strength, c_u by 15.7 and 31 % in soil samples MFO1 and MFO2 respectively. This reduction was corresponding to a large reduction in strain by 73 and 76 % for soil sample MFO1 and MFO2 respectively as shown in **Fig. 6**.

The results of direct shear tests showed a decrease in the value of cohesion of soil by 44 and 66 %, but the angle of internal friction decreased by 18 and 33 % for soil sample MFO1 and MFO2 respectively as shown in **Fig. 7**. It's noticed that medium fuel oil has more effects on cohesion rather than friction between soil particles. This behavior may be attributed to the coating of the surface of soil solids with MFO that causes a reduction in bonding between particles.

7. CONCLUSIONS

The medium fuel oil has negative effects on the geotechnical of lean clay soil and these effects increase with increasing the percentage of MFO in the soil. Based on the results of this work by increasing the percentage of MFO in the soil, the following actions are noticed:

1) Decreasing the specific gravity and liquid limit of soil, but there is slightly increase in plastic limit and also was noticed that the percentage of finer for the soil particles was slightly reduced which made the soil particles are coarser than in case of intact soil.
2) The medium fuel oil causes increased the initial void ratio, coefficient of volume compressibility and coefficient of permeability with increasing medium fuel oil content in the soil.
3) The effects of medium fuel oil on the shear strength parameters depend on the type of test and concentration of medium fuel oil in the soil.
4) The direct shear test significantly affected by medium fuel oil and less effect was noticed in the soil samples tested by unconfined compressive test and unconsolidated undrained triaxial test.
5) The results of unconfined compressive tests showed decreasing the undrained shear strength by 15.7 and 31 % and the corresponding strains by 73 and 76 % for soil samples MFO1 and MFO2 respectively.
6) The results of direct shear tests showed decreasing the cohesion of soil by 44 and 66 % for soil sample MFO1 and MFO2 respectively.

REFERENCES

- Rahman, Z. A., Hamzah, U., and Taha, M. R., 2010, Influence of oil contamination on geotechnical properties of basaltic residual soil, American Journal of Applied Sciences, Vol. 7, No. 7, PP. 954–961.
- Abdul Rasol, H., 1999, Some geotechnical properties of oil contaminated soil, M.Sc. Thesis, Department of Civil Engineering, College of Engineering, University of Baghdad, Baghdad.
- Khamehchiyan, M., Charkhabi, A. M., and Tajik, M., 2007, Effects of crude oil contamination on geotechnical properties of clayey and sandy soils, Engineering Geology, Vol. 89, PP. 220-229.

- 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.
- Karkush, M. O., and Resol, D. A, 2015, Studying the effects of industrial wastewater on chemical and physical properties of sandy soil, Journal of Babylon University, Engineering Sciences, Vol. 23, No. 2, PP. 434-440.
- George, S., EA, A., Sabu, B., NP, K. and George, M., 2015, Effect of diesel oil on the geotechnical properties of soil, International Journal of Civil and Structural Engineering Research, Vol. 2, No. 2, PP. 113-117.
- Bala, A. K., Bari, Q. H., Ahsan, A., ElSergany, M. M., Sathyamurthy, R., Ali Bek, M., Rowshon, M. K., Mallick, J. and Nik Daud, N., 2015, Chemical characteristics of native soil in Shrimp Gher and agricultural land, Engineering Journal, Vol. 20, No. 2, PP.1-15.
- Karkush, M. O., and Abdulkareem, M. S., 2016, Behavior of pile group subjected to cyclic lateral loading in contaminated soils, International Journal of Geomate, Vol. 10, No. 2, PP.1943-1949.
- Karkush, M. O., and Altaher, T. A., 2017, Geotechnical evaluation of clayey soil contaminated with industrial wastewater, Archives of Civil Engineering, Vol. 63, No. 1.
- Li, J., 2004, Types, amounts and effect of industrial solid wastes, Point sources of pollution: local effects and its control, vol.1. Available: https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C09/E4-11-02-03.pdf.
- Shi, H., 2004, Industrial wastewater-types, amounts and effects, Point sources of pollution: local effects and its control, vol.1. Available: https://www.eolss.net/sample-chapters/c09/e4-11-02-02.pdf.
- Rehman, H. U., Abduljauwad, S. N., and Akram, T., 2007, Geotechnical behavior of oil contaminated fine-grained soils, Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 12, Bundle. A, 0720.
- Elisha, A. T., 2012, Effect of crude oil contamination on the geotechnical properties of soft clay soils of Niger delta region of Nigeria, Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 17, Bund. M, PP. 1929-1938.
- Nudelman, N. S., Rio, I. S., and Katusich, O., 2002, Fate of the oil residuals in Patagonian soils effects of the environmental exposure time, J. Environ. Assessment Remediation, Vol.3, PP.1-8.
- Fine, P., Graber, E. R., and Yaron, B., 1997, Soil interactions with petroleum hydrocarbons: abiotic processes, Soil Technology, Vol. 10, PP. 133-153.
- ASTM, 2003, Annual book of standards-soil and rock; building; stone, peats, John Wiley & Sons.
- Head, K. M., 2006, Manual of soil laboratory testing," Whittles publishing, Scotland, UK, 3rd edition, volume I.
- Head, K. M., 1994, Manual of soil laboratory testing," John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2nd edition, volume II.
- Head, K. M., 1992, Manual of soil laboratory testing," John Wiley & Sons Ltd, UK, 4th edition, volume III.

Table 1. Density and chemical analysis of MFO.

Industrial Wastewater	Density kg/m^3	Concentration of Minerals					
		Mineral	ppm	Mineral	ppm	Mineral	ppm
MFO	991.1	Na	12.23	Pb	1.13	Cu	2.26
		K	10.11	Zn	77.66	Al	13.27
		Li	0	Si	21.09	Fe	88.26
		Mg	23.13	Cr	0.85	Mn	6.45
		Ca	1237.14	Ni	28.5	C	70.03

Table 2. Results of chemical tests.

Soil Sample	SO_3 %	Na %	Cl^{-1} %	TSS %		TDS %	CaO %	pH value
MFO0	0.26	0.79	0.15	3.1		0.72	18.75	5.0
MFO1	0.73	0.72	0.16	2.4		0.65	17.89	5.35
MFO2	1.83	0.97	0.36	2.5		0.51	16.02	7.0

Table 3. Results of x-ray diffraction tests.

Soil Sample	Minerals, %					
	Quartz	Calcite	Orthoclase	Montmorillonite	Feldspar	Dolomite
MFO0	27	14	7	25	21	7
MFO1	32	20	9	9	11	4
MFO2	20	22	1	6	47	3

Table 4. Physical properties of soil samples.

Soil Sample	Gs	Sand, %	Silt and Clay, %	LL, %	PL, %	PI, %
MFO0	2.68	7.25	92.75	33	11	22
MFO1	2.53	9.79	90.21	32	15	17
MFO2	2.45	10.34	89.66	30	17	13

Table 5. Results of mechanical properties of soil samples.

Soil Sample	1-D Consolidation			UCT	DST	
	e_o	$m_v \times 10^{-4}$ (m²/kN)	$k \times 10^{-8}$ cm/sec	c_u kPa	c kPa	φ degree
MFO0	0.54	0.6526	1.348	35	66	36
MFO1	0.64	4.1211	7.579	29.5	37	29.5
MFO2	0.74	3.6561	6.075	24	22	24

Figure 1. Satellite image of electrical power plant of Aljadriah at the campus of University of Baghdad.

Figure 2. Drilling and soil sampling in the study area.

Figure 3. Mixing the fuel oil with soil in the laboratory of the University of Baghdad.

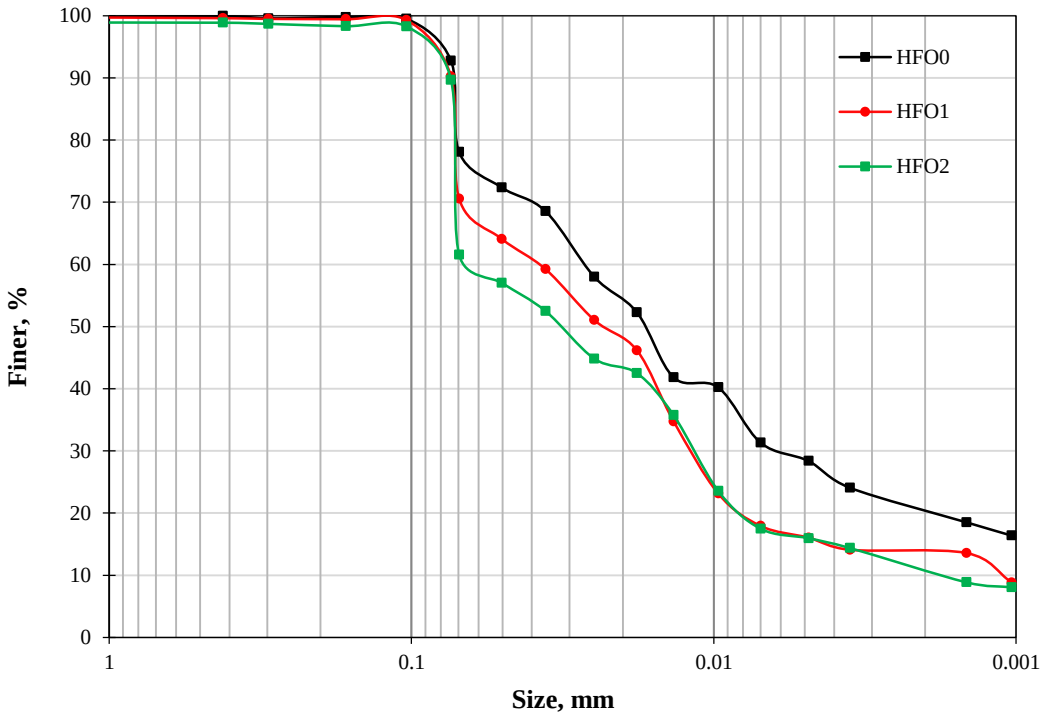


Figure 4. Particle-size distribution curves of intact and contaminated soil samples.

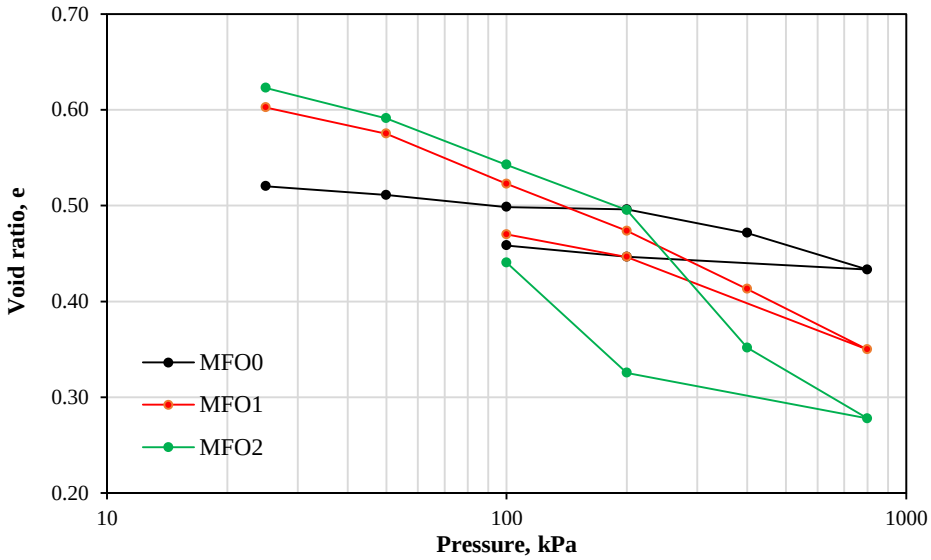


Figure 5. Void ratio versus log of pressure of intact and contaminated soil samples.

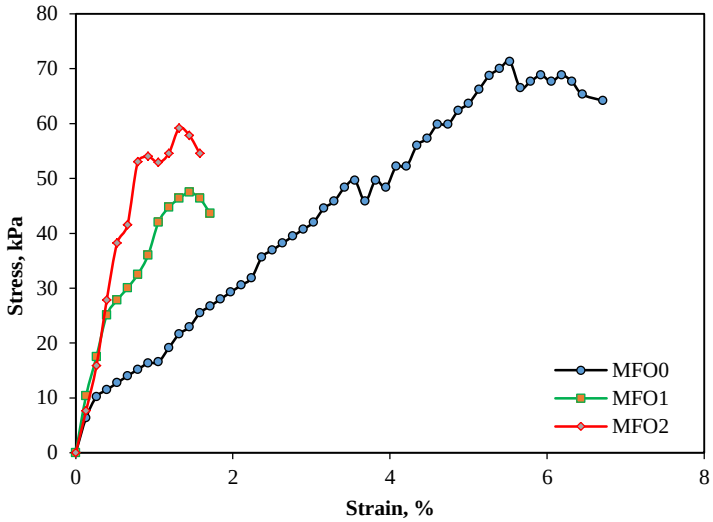


Figure 6. Stress-strain curve of unconfined compressive tests.

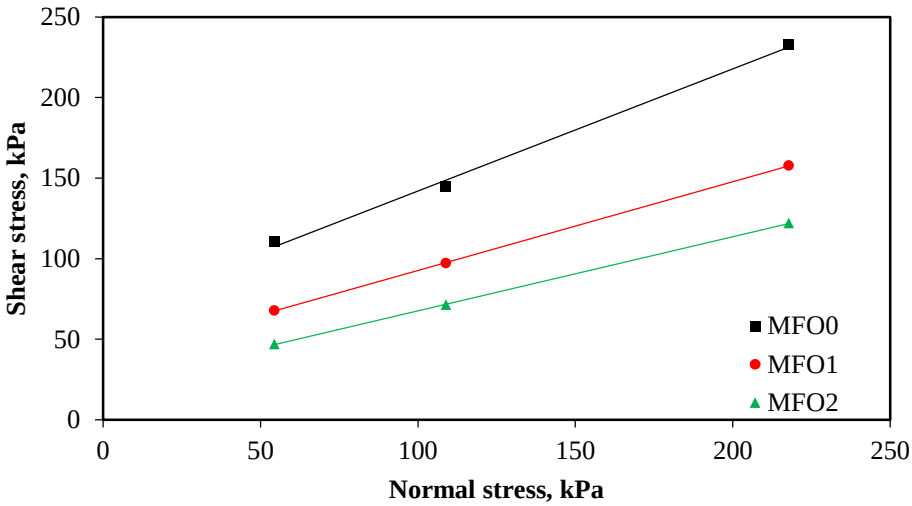


Figure 7. Normal stress versus shear stress of direct shear tests.

Assessment of Water Clarity within Dokan Lake Using Remote Sensing Techniques

Hasti Shwan Abdullah
M.Sc. in Water Resources Engineering
Faculty of Engineering /University of Sulaimani-Sulaimani-Iraq
hasti.shwan@gmail.com

Mahmoud Saheh Al-Khafaji
Assistant professor
Department of Building and Construction Engineering
University of Technology
41100@uotechnology.edu.iq

Hekmat M. Ibrahim
Lecturer
Faculty of Engineering /University of Sulaimani-Sulaimani-Iraq
hekmatmustafa1968@gmail.com

ABSTRACT

It is impractical to monitor lakes water quality by conventional field methods because of expense and time consuming. Satellite image is more convenient to be used to collect the required data for monitoring and assessing lakes water quality. This study aims to develop a water clarity estimation model based on remote sensing and GIS techniques to estimate and assess the water clarity within Dokan Lake in Kurdistan Region of Iraq. Twenty points in the lake were selected and studied at autumn and spring seasons. For assessing water clarity, the Secchi Disk Transparency (SDT) and the Trophic State Index (TSI) were used at these twenty stations in the lake. Multiple linear regression is used to obtain mathematical models for estimating the water clarity depending on spectral reflectance of Landsat 8 OLI. In this study, the new band (coastal blue) of Landsat 8 OLI has been undertaken in developing of the monitoring models. Moreover, new Independent Component Analysis (ICA) and new 7 band ratios with 16 band combinations have been investigated. The obtained highest determination coefficient values for SDT and TSI were 0.98 and 0.87 for autumn season and 0.95 and 0.97 for spring season respectively. Generally, for spring season, the performance of all models is reduced due to seasonal change, variance of parameters and other factors. The developed models were used to map the water clarity distribution within Dokan Lake. The results of the developed SDT and TSI models showed that the correlation of all bands of Landsat 8 OLI is appropriate to monitor the water clarity. These models can be effectively used to monitor the water clarity within the lake with conservation of time efforts and cost.

Keywords: Clarity, Trophic State Index, Secchi Disk Transparency, Image Processing, Landsat 8, GIS.

تقييم نقاوة المياه في بحيرة دوكان باستخدام تقنيات التحسس النائي

هاستي شوان عبد الله
ماجستير في هندسة الموارد المائية
جناح الهندسة- جامعة السليمانية – السليمانية - العراق

محمود صالح مهدي
استاذ مساعد
قسم هندسة البناء والانشاءات
الجامعة التكنولوجية / بغداد- العراق

حكمت مصطفى ابراهيم
مدرس
جناح الهندسة- جامعة السليمانية – السليمانية - العراق

الخلاصة

تعد عملية مراقبة اجزاء كبيرة من البحيرات باستخدام الطرق الحقلية التقليدية امراً غير عملياً بسبب الكلفة واستهلاك الوقت. إن استخدام المرئيات الفضائية اكثر كفاءة في جمع البيانات المطلوبة لمراقبة وتقييم نوعية المياه في البحيرات. تهدف هذهِ الدراسة الى حساب وتقييم نقاوة المياه في بحيرة دوكان من خلال تطوير وتطبيق نموذج حساب لنقاوة المياه يعتمد على تقنيات التحسس النائي ونظم المعلومات الجغرافية لبحيرة دوكان في اقليم كردسان في العراق. عشرون نقطة في البحيرة تم اختيارها ودراستها في فصلي الخريف والربيع.. تم استخدام شفافية قرص سايكي (SDT) ومؤشر الاثراء الغذائي (TSI) في

عشرون نقطة لتقييم نقاوة المياه في بحيرة دوكان. تم استخدام نموذج الانحسار المتعدد لإيجاد نموذج رياضي لحساب نقاوة المياه اعتماداً على الانعكاسية الطيفية للمرئيات الفضائية للقمر Landsat 8 OLI. في هذهِ الدراسة تم استخدام الحزمة الطيفية الجديدة (الحزمة الطيفية الزرقاء Coastal Blue) لمرئيات القمر الصناعي Landsat 8 OLI في تطوير نماذج المراقبة. فضلا عن ذلك تم استخدام تحليل المكونات المستقلة (ICA) بسبع نسب حزمية مع ستة عشر تركيبة حزمية. أن اعلى قيم معامل تحديد لل SDT و TSI تم الحصول عليها هي 0.98 و 0.87 لفصل الخريف و 0.95 و 0.97 لفصل الربيع على التوالي. بصورة عامة، تقل كفائة كل النماذج الحسابية عند تطبيقها في فصل الربيع بسبب التغيرات الموسمية وتباين العناصر وعوامل اخرى. تم استخدام النماذج المطورة في رسم خرائط توزيع نقاوة المياه في بحيرة دوكان. بينت نتائج نماذج SDT و TSI ان ترابط كل الحزم الطيفية لمرئيات القمر الصناعي Landsat 8 OLI مناسبة لمراقبة نقاوة المياه. إن تلك النماذج يمكن استخدامها بكفاءة لمراقبة نقاوة المياه في البحيرة مع توفير الكثير من الجهد والكلفة.

1. INTRODUCTION

Water quality monitoring is the systematic collection and evaluation of data about the chemical, physical, and biological quality of the water bodies, and assesses how external changes in both natural and anthropogenic affect the water quality. To get a true picture about the nature of the river and lake water, it is necessarily required to measure the quantity and quality of water through water quality monitoring, which implemented in many methods and techniques. The traditional method of water quality monitoring, is collecting and analyzing water samples and testing them in laboratory which requires more times and costs. Recently, with advance and increase in monitoring technology, new techniques and methods are developed for assessing water quality such as Remote Sensing (RS) and Geographical Information System (GIS) that overcomes through using satellite data to monitor water quality to reduce time and cost for the process, and to increase the accuracy of results. **Ming, *et al*., 1996,** established an integrated water quality monitoring system data which obtained from SPOT (French Satellite for observation of Earth: Satellite Pour l'Observation de la Terre) data with GIS techniques in central Taiwan. Also, **Olmanson, *et al*., 2002,** developed an image processing and classification procedure based on a strong relationship between Landsat TM bands 1 and 3 and Secchi Disk Transparency (SDT).

Remote sensing and GIS have a potential to monitor spatial variation in water quality over large areas. **Doxaran, *et al*., 2005,** obtained linear relationships and a high correlation between the concentrations of colored dissolved organic and suspended (total, organic and inorganic) matter and remote-sensing Reflectance (Rrs) measurements in the Tamar estuary (south-west UK). Remote sensing of lake water is often limited to high spatial resolution satellites such as Landsat, which have limited spectral resolution. The first four bands of Landsat 7-ETM satellite data were correlated by **Alparslan, *et al*., 2007,** with chlorophyll-a, suspended solid matter, SDT and total phosphate to assess water quality at Omerli dam, Istanbul city, Turkey.

Many studies have used the regression technique to correlate the water quality parameters with satellite image data. Most of studies used and tested many kind of water quality parameters such as chlorophyll – a, Secchi Disk Transparency (SDT) and phosphorous by using Landsat TM, ETM or Spot Data. **Mahdi, *et al*., 2009,** used remote sensing techniques to monitor the Trophic State Index (TSI) within Al Huweizah Marsh using satellite images of Landsat-7 TM for 1990 and Landsat-7 ETM for 2000, 2002, and 2006 the results shows that the developed model can be effectively used to estimate the TSI distribution pattern within the marsh.

Knowledge of the spatial distribution of different biological, chemical and physical variables is essential in environmental water studies as well as for resource management, **Meer, *et al*., 2006**.

Dokan Lake is one of the main sources of drinking, irrigation water and power generation in the province of Kurdistan Region, Iraq and especially to the province of Sulaimani, Therefore, this study aims to ascertain the feasibility of estimating water clarity and its spatial distribution using Landsat 8 OLI imagery combined with in situ data from Dokan Lake.
The present study focuses on modelling of SDT and Trophic State Index (TSI) using remote sensing and GIS techniques. The SDT measured to calculate TSI and developing models from Landsat 8 OLI reflectance bands which have not used before in previous studies such as Coastal Blue of Landsat 8. A new ratios and combinations of spectral bands of Landsat 8 OLI and their transforms such as Independent Component Analysis (ICA), Minimum Noise Fraction (MNF), are used in this study.

2. METHODOLOGY

Generally, the methodology of carrying out this study can be divided into two parts, theoretical approach which concerns reviewing the national and international historical background researches that used different techniques to find and evaluate the water clarity for local and international lakes and that related to the use of remote sensing and GIS techniques in this issue and experimental approach which concerns the field work and data analysis. **Fig. 1** shows the flow chart of carrying out the present study.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 Study Area

Dokan Lake is located in Iraq on the Lower Zab River approximately 295 km north of Baghdad and 65 km southeast of Sulaimani City as shown in **Fig. 2**. It is surrounded by mountains of Sara and Quasar to the southeast, Assos to the northeast, Kosrat to the southwest and Barda Rash to the northwest, **Ararat, *et al.*, 2009**. The reservoir impounded by Dokan Dam which has a total design capacity of 6.870 billion cubic meters at normal operating level of 511 m.a.s.l. (6.140 billion cubic meters is live storage and 0.730 billion cubic meters being dead storage). The current storages are less than this due to over 50 years of sedimentation, **Ali *et al.*, 2003** as cited in **Bilbas, 2014**.

3.2 Water Clarity

Water clarity, or transparency, is commonly measured by using the Secchi disk (SD) and it is reduced by the presence of suspended sediment and Marl ($CaCO_3$), bits of organic matter, free-floating algae, and zooplankton. The Trophic State Index (TSI) is an indicator of the biological productivity which can be calculated based on SDT measurements, Chl-*a* concentrations, and total phosphorus (TP) concentrations measured near the lake's surface. The TSI or the Carlson Index is developed to present the trophic classification of lakes. The TSI calculation in this study is based on the Secchi disk depth as given below:

$$\mathrm{TSI} = 60 - 14.41\,(\ell n\ \mathrm{SDT}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Where SDT is the Secchi depth in meters, and ℓn stands for the natural log of a number. Once the TSI have been calculated, it is easy to compare the results to other lakes or recalculate the value each year to see whether there appears to be any upward or downward trend in the lake, **Carlson, 1977**.

Many studies show that TSI and SDT have correlation with satellite image and can be estimated by remote sensing. The estimated SDT can be converted to Carlson's trophic state index based on calculation and correlation of TSI with spectral responses.

3.3 Remote Sensing

The detection of electromagnetic energy can be performed either photographically or electronically. Imagery can be expressed in four dimensions, spectral, temporal, radiometric and spatial resolutions, **Navulur, 2007**. The general processes and elements involved in remote sensing of earth resources are grouped into two basic processes, data acquisition and data analysis processes.

Since 1972, Landsat satellites have continuously acquired space-based images of the Earth's land surface, coastal shallows, and coral reefs. Landsat 8 data are used by government, commercial, industrial, civilian, military, and educational communities throughout the United States and worldwide, **USGS, 2015**. Therefore, the Landsat 8 data have been used in the present study to determine the SDT and TSI of Dokan Lake water.

3.4 Image Pre-processing

The satellite data image processes include two groups, the first is pre-processing and the second is image enhancement and transformations. The pre-processing commonly comprises a series of sequential operations, including geometric correction, atmospheric correction or image registration, normalization, masking (e.g., for clouds, water, irrelevant features), image rectification, and image re-sampling, **Baboo, *et al*., 2014**. There are two formulas that can be used to convert Digital Numbers (DNs) to radiance; one method uses the Gain and Bias values from the header file. The method converts DNs to at-sensor spectral radiance L, also called top-of-atmosphere radiance:

$$L_\lambda = Gain \times QCal + bias \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Where:

L_λ= Spectral Radiance at the sensor's aperture in watts/ (m^2× ster× µm).

$Gain$ = Rescaled gain (the data product "gain" contained in the Level 1 product header or ancillary data record) in watts / (m^2× ster×µm).

$QCal$ = the quantized calibrated pixel value in DN.

$bias$ = Rescaled bias (the data product "offset" contained in the Level 1 product header or ancillary data record) in watts/(m^2×ster×µm).

The longer method uses the LMin and LMax spectral radiance scaling factors. Coefficients are provided in one of three band-specific formats: gain and offset; $Grescale$ (also called gain) and $Brescale$ (bias); or radiances associated with minimum and maximum DN values ($Lmax$ and $Lmin$). Any of the three can be used to convert from DN to at-sensor radiance:

$$L_\lambda = \frac{LMAX_\lambda - LMIN_\lambda}{QCALMAX - QCALMIN}(QCAL - QCALMIN) + LMIN \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Where:

L_λ= the cell value as radiance.

$QCAL$= digital number.

$LMIN_\lambda$= spectral radiance scales to QCALMIN.

$LMAX_\lambda$ = spectral radiance scales to QCALMAX.
$QCALMIN$ = the minimum quantized calibrated pixel value (typically = 1).
$QCALMAX$ = the maximum quantized calibrated pixel value (typically = 255).

New characteristics are added to enhance and automatize ground reflectance retrieval by conversion to top of atmosphere reflectance units, **Goslee (2011)**, as follow:

$$\rho_\lambda = \frac{\pi L_\lambda d^2}{ESUN_\lambda sin\theta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Where:
L_λ= Radiance in units of W/ (m^2 × sr × µm).
d= Earth-sun distance, in astronomical units.
$ESUN_\lambda$= Solar irradiance in units of W/ (m^2 × µm).
θ= Sun elevation in degrees.

To deduce values for atmospheric parameters from information contained within the image itself rather than using externally-measured data, absolute atmosphere correction is carried out as follow:

$$\rho = \frac{\pi d^2 (L - L_{haze})}{T_v (E_{sun} cos\theta_z T_z + E_{down})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

3.5 Image Processing

The objectives of the second group of image processing functions are grouped under the term of image enhancement and transformations. Some of image transformations that can be made by the ENVI software and used in this study are: Minimum Noise Fraction (MNF), Principal Component Analysis (PCA), Independent Component Analysis (ICA), band ratios and indices. **Table 1** shows some spectral indices that used in the present study.

Another process includes the image classification and analysis which are used to digitally identify and classify pixels in the data. Classification is usually performed on multi-channel data sets (A) and this process assigns each pixel in an image to a particular class or theme (B) based on statistical characteristics of the pixel brightness values, CCRS (2014).

The remote sensed data image which used in this study include two Landsat-8 OLI images (path: 169 and row: 35) acquired on 24 October 2014 as an (ID: LC81690352014297LGN00) and 02 April 2015 as an (ID: LC81690352015092LGN00). The images were downloaded from the USGS, Earth Explorer (EE) website. Both images were contained small pockets of clouds, which covered about 0.23% and 7.29% of the autumn and spring seasons image respectively. These values are less than the minimum removing percentage (9%) of full scene of satellite image USGS, 2015, so there is no need of haze of cloud removal. ENVI software has been used for geospatial analysis and spectral image processing of Landsat 8 OLI data imagery.

The images have been geometrically corrected and prepared for atmospheric correction which is carried out to minimize the atmospheric effects through correcting DN values to radiance. To derive a radiance image from uncalibrated image, a gain and offset applied to the pixel values. These gain and offset values are typically retrieved from the image's metadata or received from the data provider. ENVI software provides a tool called radiometric calibration undertakes this process for many data products that are distributed with calibration gain and offset values in the

metadata. Finally, radiance is converted to Surface Reflectance (SR) which represents the reflectance of the surface of the Earth as shown in **Fig. 3**.

Therefore, clouds and other atmospheric components do not affect the surface reflectance spectra. The SR reflectance is unlike the Top-of-Atmosphere (TOA) reflectance which is the reflectance measured by a space-based sensor flying higher than the earth's atmosphere. These TOA reflectance values include contributions from clouds and atmospheric aerosols and gases.

Following atmospheric corrections, seven bands of Landsat 8 OLI for each image were extracted as a layer stacking of multispectral bands image. Each corrected image was subset to much small study area to be easy for the selection of ground control points (GCP) that used in correction and study area subset images. As images undergo unsupervised classification process, pixels were grouped based on the reflectance properties which are known as “clusters”. Each cluster with different land cover classes were identified and multiple clusters which represent a single land cover class merged into a land cover type in order to subset and mask out the wetted bodies from satellite data as illustrated in **Fig. 4**.

To ensure the accuracy of the classification, an accuracy assessment of the land use / land cover map was carried out to compare certain pixels in classified subsets with reference pixels through using supervised classification which determined by integrated approach based on technique which is used to improve the accuracy of predictive models by ENVI software.

Finally, transformation process to the satellite image (extracted studied area) was provided, which typically involve the manipulation of multiple bands of data. Before transformation, image enhancement methods are applied separately to each band of a multi-spectral image such as contrast enhancement, linear contrast stretch, and spatial filtering.

Image transformation in this study creates an output dataset where each output band is a linear combination of all the input bands. The first transform is Independent Component Analysis method (ICA) which works well with hyperspectral data because it is more likely to treat sparse targets as important features. However, ICA method can take a significantly longer time to process. The next method is PCA which creates a number of PC bands, which are linear combinations of the original spectral bands that are uncorrelated. It can be calculated the same number of output PC bands as input spectral bands. The first PC band contains the largest percentage of data variance and the second PC band contains the second largest data variance, and so on. Final transformation method is MNF which is a linear transformation uses separate PCA rotations to segregate noise in the data and to reduce the dimensionality of the original dataset.

3.5.1 Band Ratios

Band Ratios which enhance the spectral differences between bands were used in the present study to increase and provide more independent variables for the models and to reduce the effects of topography. Dividing one spectral band by another produces an image that provides relative band intensities and enhances the spectral differences between bands. One of the band that have been used is Coastal Blues which is Landsat 8 OLI’s new band that not available in Landsat 7. It was used with other spectral bands whether as a combination or band ratios such as (C/B), (C/G), (C/R), (C/NIR), (B/C), (B/G), (B/R), (B/NIR), (G/C), (G/B), (G/R), (G/NIR), (R/C), (R/G), (R,B), (R/NIR), (NIR/C), (NIR/B), (NIR/G), (NIR/R), (B+C), (B+G), (B+R), (B+NIR), (G+C), (G+R), (G+NIR), (R+C), (R+NIR), (C+NIR), (B+G+C), (B+G+R), (B+G+NIR), (B+R+NIR), (B+R+C), (B+C+NIR), (G+C+R), (G+C+NIR), (R+C+NIR), (G+R+NIR), (B+G+R+NIR), (C+B+G+R), (C+B+G+NIR), (C+G+R+NIR), (C+B+R+NIR), (C+B+G+R+NIR), (B/NIR+C), (B/NIR+B), (B/NIR+G), (B/NIR+R), (B/NIR+NIR), (B/R+C), (B/R+B), (B/R+G), (B/R+R), (B/R+NIR), (NIR/B+C), (NIR/B+B), (NIR/B+G), (NIR/B+R) and

(NIR/B+NIR). Then the spectral indices are combinations of surface reflectance at two or more wavelengths that indicate relative abundance of features of interest. Vegetation index (NDVI) is the most popular type, but other indices such as (LSWI), (MNDWI), (MSI), (NBR), (DVI), (IPVI), (NDMI) and (RVI) are available for water features which are used in this study.

3.6 Statistical Analysis

The statistical process focuses at the nature of statistical relationship between water quality and spatial response of satellite image for predicting the parameters. This process includes two parts, the first part is correlations, which examines linear relationships founds in the data that used to construct a scatterplot in a symmetric manner. While the second part, regression, considers the relationship of a response variable as determined by one or more explanatory variables.

A statistic that quantifies the strength of the linear relationship between the two variables is the correlation coefficient. The Pearson product-moment correlation coefficient is more widely used in measuring the association between two variables, **Berthouex, *et al.*, 2002**, and it has been taken into account in this study as well.

There are three types of regression, simple, multiple and nonlinear regressions that can be used to determine the relationship between two or more variables, **Yan, *et al.*, 2009**. The simple and multiple regressions were used in this study.

Many criteria for choosing subset size have been proposed and based on the principle of parsimony which suggests selecting a model with small residual sum of squares with as few parameters as possible, **Rawlings, *et al.*, 1998**. The commonly used criteria are coefficient of determination (R^2), adjusted R^2 (R^2_{adj}), residual mean square MS_{res}, Mallows C_p Statistic, Akaike Information Criterion (AIC), Schwarz Bayesian Criterion (SBC), …, etc, **Weisberg, 2005**. In order to evaluate the performances of the developed models and to provide an indication of goodness of fit between the observed and calculated values, coefficient of determination (R^2), were used for each model investigated in this study.

The atmospherically corrected water masked Landsat 8 OLI images were used for water quality spatial analysis in this study. Twenty measurements points were located on the image based on the UTM coordinates determined with a GPS during water sampling and extracted the spectral band of used image that mentioned before as independent variables, in ArcGIS Desktop software, to be used in correlation and regression modeling. Only the single pixel value for each sampling station was extracted.

A Pearson correlation matrix was first developed to determine the strengths of correlation between water clarity parameters and spectral bands. Multiple linear regression methods were subsequently used to further explore the correlation between water clarity parameters and spectral bands. The spectral band values at each measurement station were extracted from images for use as independent variables in bivariate regression models. Only the first seven bands that known as OLI were used for the analysis based on examination of the data. Independent variables include 14 surface reflectance bands, 7 PCA bands, 7 ICA bands,7 MNF bands, 20 band ratios, 26 band combinations and finally 9 indices. Dependent variables that were analyzed include clarity of water by indication of SDT, and TSI. All statistical analysis in this study has been done using SPSS computer software.

Regression models were chosen to estimate both SDT and TSI in Dokan Lake based on correlation coefficients and coefficients of determinations. Maps have been produced for measured versus computed water clarity values and visual interpretation of parameters.

4. EXPERIMENTAL WORK

Theoretical study of any phenomena, often, requires verification of its results empirically based on experimental measurement, field and laboratory results. The experimental works in this study include measurement of SDT in the Dokan Lake. First, twenty sampling stations were established on the map of the lake. Sampling stations were selected in the study area at slightly equal distance from each other. The number of stations was selected according to the criteria of specifying the sample in order to sufficiently estimate the clarity of a water body of this size. Second, a GPS receiver (Garmin 62S) was used in a boat to locate each sample station in the lake for collecting the water samples.

Twenty samples were taken from predetermined stations at two different dates. These twenty stations consisted ground reference data of SDT measurement in a day which was coincident with the acquisition date of Landsat 8 image which overpass and capture image. The short difference between the measurement and image capturing time does not affect the accuracy of the analyses results because the change of water clarity in several hours is very rare.

The SDT measurements were carried out on 24 October of 2014 as an autumn season and on 02 April 2015 as a spring season. For autumn season, the sampling day was sunny with a temperature range of 13 to 22 C^0 and a slight wind with a speed of 2.1 m/s coming from 159^0 N. On the measurement day, inflow discharge was 70 m^3/s same as the rate of outflow discharge which was less than the average daily because there was no precipitation in the catchment area. While for spring season, the sampling day was partly overcast but there is no cloud at the same area of the lake with a temperature in the range 9 to 19 C^0 and a slight wind coming with the speed of 1.6 m/s from the 146 N^0. The inflow discharge to the lake was 285 m^3/s which is higher than the rate of outflow discharge and less than the average daily because there is no precipitation in the catchment area. The stations of sampling on October 24th, 2014 and April 2nd, 2015 in Dokan Lake are shown in **Fig. 5**. SDT measurements and TSI that computed from SDT for twenty station points of Dokan Lake water for autumn and spring seasons are shown in **Table 2**.

5. RESULTS AND DISCUSSION

Satellite image data undergoes several processing and transformation to develop water clarity estimation model by using statistical analysis. In this study, the processes depend on the spectral reflectance characteristics of the water in OLI bands of the Landsat 8 spectral bands and comparison of the water clarity values that obtained from the developed models with the measured field data.

The surface reflectance of Landsat 8 OLI bands for selected stations in Dokan Lake at October 24th, 2014 and April 2nd, 2015 are shown in **Fig. 6**.

The SDT and TSI are tested and modeled in Dokan Lake for two different seasons of the year (autumn and spring) as shown in **Table 3**. After processing the images, the multiple linear regressions were used to establish the relationship between the water clarity parameters as dependent variables and Landsat 8 OLI images spectral data as independent variables. Spectral data of autumn and spring images and in situ measurement data on October 24th, 2014 and April 2nd, 2015 of water clarity parameters correlated and multiple linear regression models were developed and the models of the highest R^2 were selected for estimating the water clarity parameters, SDT and TSI, as shown in **Table 3**.

For autumn season, the SDT model shows that it is strongly correlated with the NDMI of Landsat 8 OLI data with R^2 of 0.96. Furthermore, result of the TSI model shows that it is highly correlated with R/NIR and LSWI which gives R^2 value of 0.94. On the other hand, for spring season, the results show that the SDT is strongly correlated with the MNDWI, C/G and G/R of

Landsat 8 OLI data, and having highest R^2 value of 0.95. In addition, the result of TSI model shows a high correlation with R/C and MNDWI which give R^2 value of 0.97. In autumn season, SDT values within the lake are increased from inlet toward Dokan Dam. In spring season, generally, the values of SDT and TSI are remained as in autumn season without a significant change.

The SDT and TSI were computed and the spatial distribution of their values were mapped through applying the developed models on the Landsat 8 OLI image of Dokan Lake for autumn and spring seasons as shown in **Fig 7**.

To check the generality of the developed models, the models that developed for autumn season data have been tested by using the spring season data and vice versa.

The best models that have been developed for autumn season data on October 24th, 2014 were used to predict the water clarity parameters of Dokan lake water for spring season data on April 2nd, 2015. New coefficients of determination (R^2) have been calculated for each model as shown in **Table 4**. The results show that the values of R^2 are decreased to 0.75.

On the other hand, the best models that have been developed for spring season data on April 2nd, 2015 were used to predict the water clarity parameters of Dokan lake water for autumn season on October 24th, 2014. A new coefficient of determination (R^2) has been calculated for each model as shown in **Table 4**. The results show that the values of R^2 are decreased to 0.44 and 0.68 for SDT and TSI respectively. The main factor which causes to change the performance of models is high variation of all data when the season is changed. As clear from the results, TSI model can be used as general model for all seasons of the year.

6. CONCLUSIONS

Results analyses of experimental works, remote sensing processing works, and SDT and TSI models in the present study show that some bands of Landsat 8 OLI can be correlated with water clarity parameters. Statistical analysis show that the water clarity within Dokan Lake can be effectively correlated with the Coastal Blue band with its combinations and band-ratios, independent component analysis (ICA) and minimum noise fraction (MNF).

Statistical analysis of the SDT models of autumn season shows that SDT is strongly correlated with the NDMI of Landsat 8 OLI data. Furthermore, analysis of the TSI models shows that it is highly correlated with R/NIR and LSWI. While, for the spring season, the results show that SDT is strongly correlated with the MNDWI, C/G and G/R of Landsat 8 OLI data. In addition, the result of TSI model shows a high correlation with R/C and MNDWI. In autumn season, SDT values within the lake are increased from inlet toward Dokan Dam. In spring season, generally, the values of SDT and TSI are remained as in autumn season without a significant change.

The results show that Secchi Disk Transparency (SDT) and Trophic State Index (TSI) parameters have a high correlation with reflectance bands of Landsat 8 OLI and can be modeled precisely. The obtained results of TSI parameter prove that it can be modeled and to be used for a whole year.

REFERENCES

- Ali, S. S. & Salley, S. K. R., 2003. Numerical Groundwater Flow Modeling for The Intwrgranular Aquifer in Sarsian Sub-Basin, Dokan Lake, Iraqi Kurdistan Region. Journal of Zankoy Sulaimani-Part A, 15(1), pp. 125-141.
- Alparslan, E., Aydöner, C., Tufekci, V. & Tüfekci, H., 2007. Water quality assessment at Ömerli Dam using remote sensing techniques. Environ Monit Assess, Volume 135, pp. 391-398.

- Ararat, K., Hassan , N. A. & Abdul Rahman, S., 2009. Key Biodiversity Survey of Kurdistan, Northern Iraq, Sulaimani, Kurdistan, Iraq: Nature Iraq Report.
- Baboo, C. D. S. S. & Thirunavukkarasu, S., 2014. Geometric Correction in High Resolution Satellite Imagery using Mathematical Methods: A Case Study in Kiliyar Sub Basin. Global Journal of Computer Science and Technology: Graphics & Vision, 25(1).
- Berthouex, P. M. & Brown, L. C., 2002. Statistics for Enviromental Engineers. 2 ed. Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.: Lewis Publishers.
- Bilbas, A. H. A., 2014. Ecosystem Health Assessment of Dukan Lake, Sulaimani, Kurdistan Region of Iraq. Erbil: Salahaddin University.
- Carlson, R. E., 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceonography , pp. 361-369.
- CCRS, C. C. f. R. S., 2014. Tutorial: Fundamentals of Remote Sensing. Available at: http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/educational-resources/9309 [Accessed 3/ 7/ 2015].
- Doxaran, D., Cherkuru, R. C. N. & Lavender, S. J., 2005. Use of reflectance band ratios to estimate suspended and dissolved matter concentrations in estuarine waters. International Journal of Remote Sensing, 26(8), pp. 1763-1769.
- Goslee, S. C., 2011. Analyzing Remote Sensing Data in R: The landsat Package. Journal of Statistical Software, 43(4), pp. 1-25.
- Mahdi, M. S., Ziboon, A. R. T. & Al Zubaidy,R. Z., 2009. Remote Sensing Model for Monitoring Trophic State of Al Huweizah Marsh. Engineering and Technology Journal Vol. 28, No. 16, 2010.
- Meer, F. D. v. d. & Jong, S. M. d., 2006. Image Spectrometry ; Basic Principle and Prospective applications. Third Edition ed. Donrecht, The Netherlands: Springer.
- Ming, S. Y., Carolyn , J. M. & Robert, M. S., 1996. Adaptive Short-Termm Water Quality forecasts Using Remote Sensing and GIS. AWRA Symposum on GIS and Water Resources, Issue Sept 22-26.
- Navulur, K., 2007. Multispectral image analysis using the object-oriented paradigm. First Edition ed. Boca Raton, FL: CRCpress, Taylor & Francis Group. LLC.
- Olmanson, L. G., Bauer, M. E. & Brezonik, P. L., 2002. Use of Landsat Imagery to develop a water quality ATLAS of Minnesota's 10,000 lakes. USA, Pecora 15/Land Satellite Information IV/ISPRS Commission I/FIEOS.
- Rawlings, J. O., Pantula, S. G. & Dickey, D. A., 1998. Applied Regression Analysis: A Research Tool,. Second Edition ed. Newyork: Springer.
- UN-ESCWA and BGR (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe). 2013. Inventory of Shared Water Resources in Western Asia. Beirut.
- USGS, 2015. Landsat—A Global Land-Imaging Mission. Available at: http://remotesensing.usgs.gov. [Accessed 9/6/2015].
- Weisberg, S., 2005. Applied Linear Regression. Third Edition ed. Hoboken, New Jersey.: John Wiley & Sons, Inc.
- Yan, X. & Su, X. G., 2009. Linear Regression Analysis : Theory and Computing. First Edition ed. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

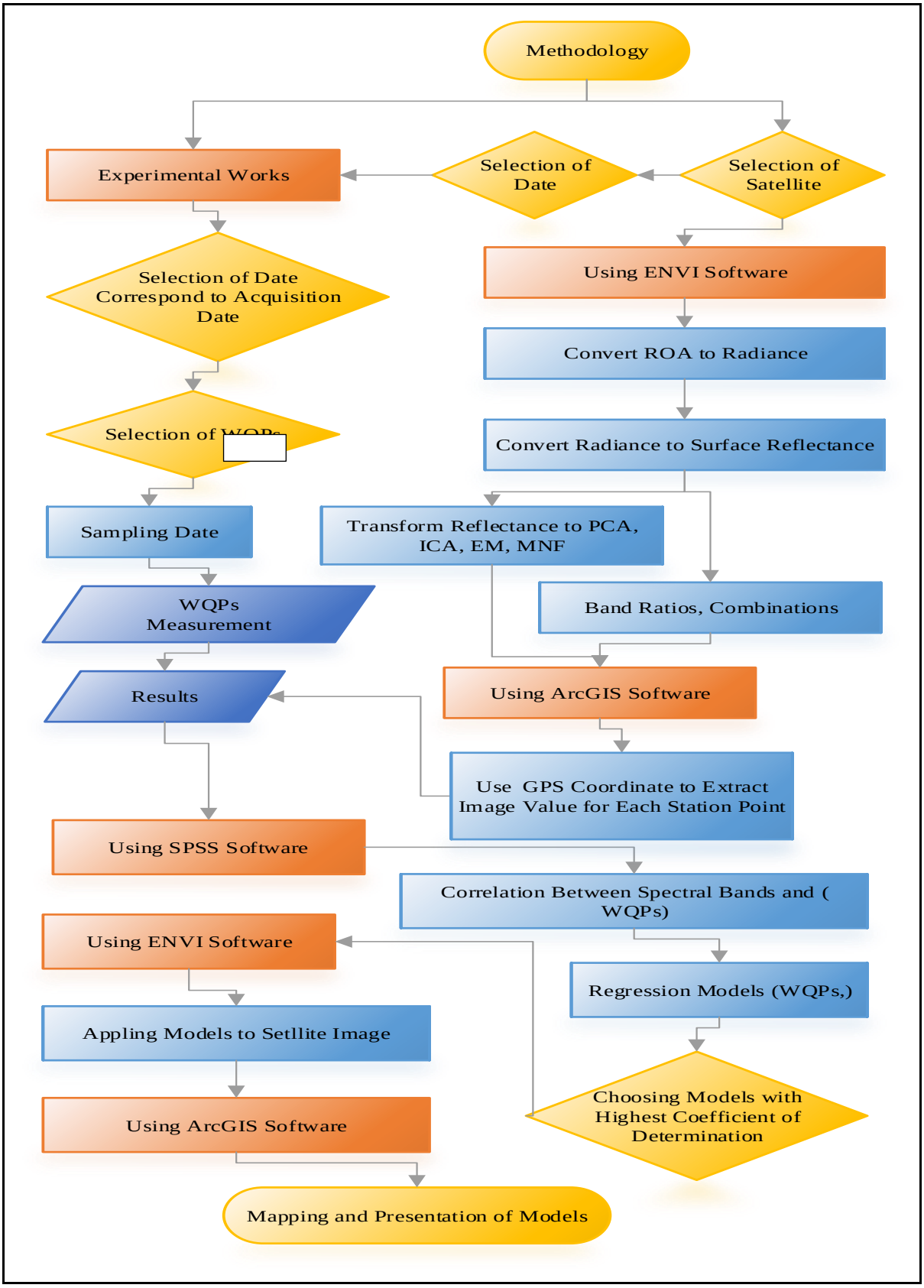


Figure 1. Schematic diagram of the methodology.

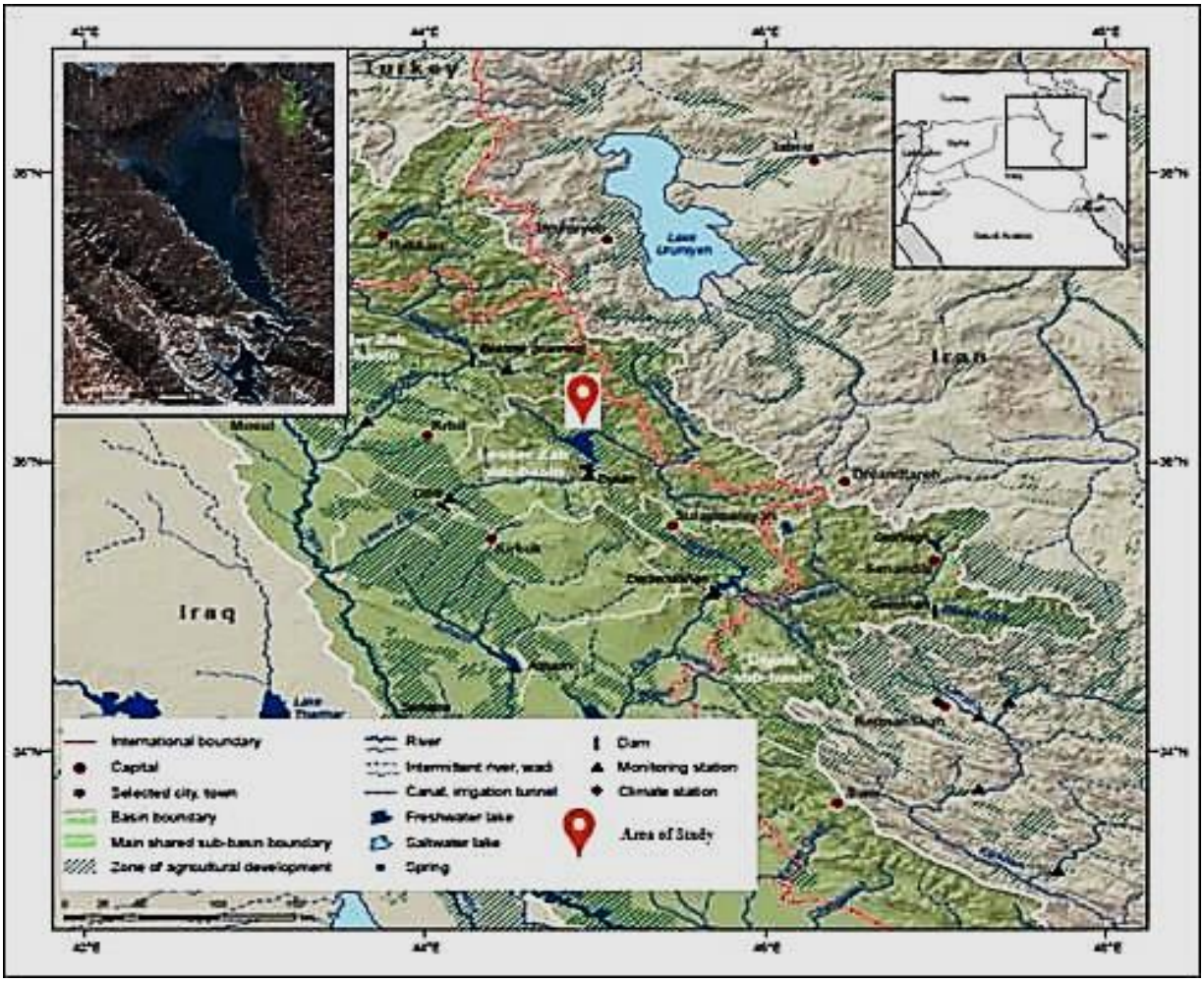


Figure 2. Map of Northern Iraq showing the study area cited in, **UN-ESCWA, *et al.*, 2013**.

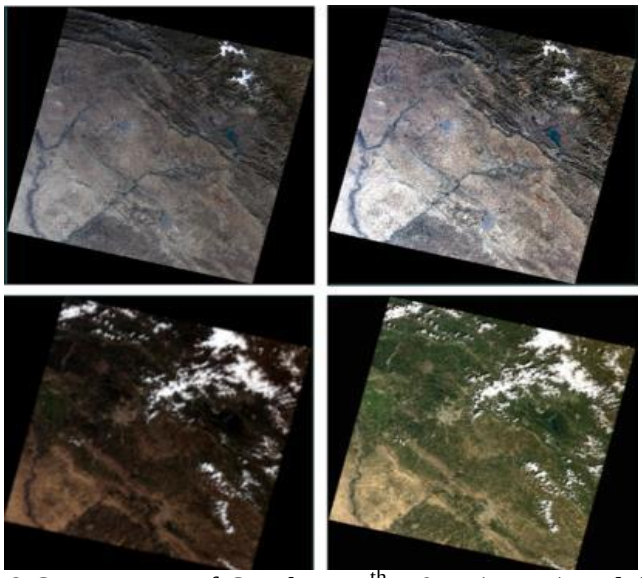


Figure 3. Landsat 8 OLI images of October 24th, 2014 (upper) and April 2nd, 2015 (lower), atmospheric and radiometric correction, (left) before, (right) after pre-processing.

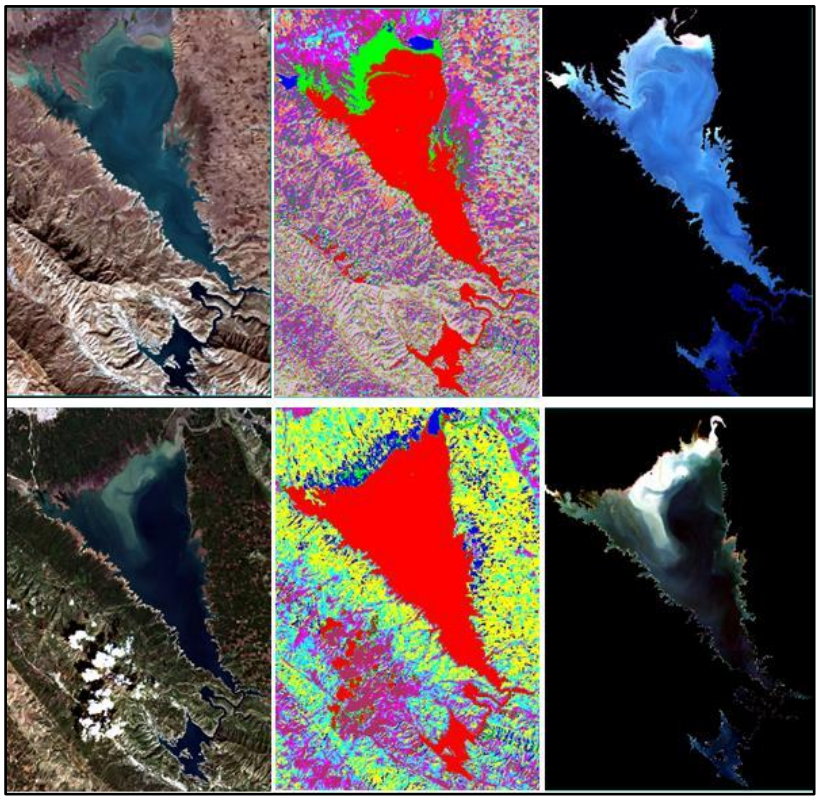


Figure 4. Landsat 8 OLI image for autumn (October 24th, 2014) (upper) and spring (April 2nd, 2015) (lower), after subset (left), unsupervised classification (middle), after extraction of wetted area (right).

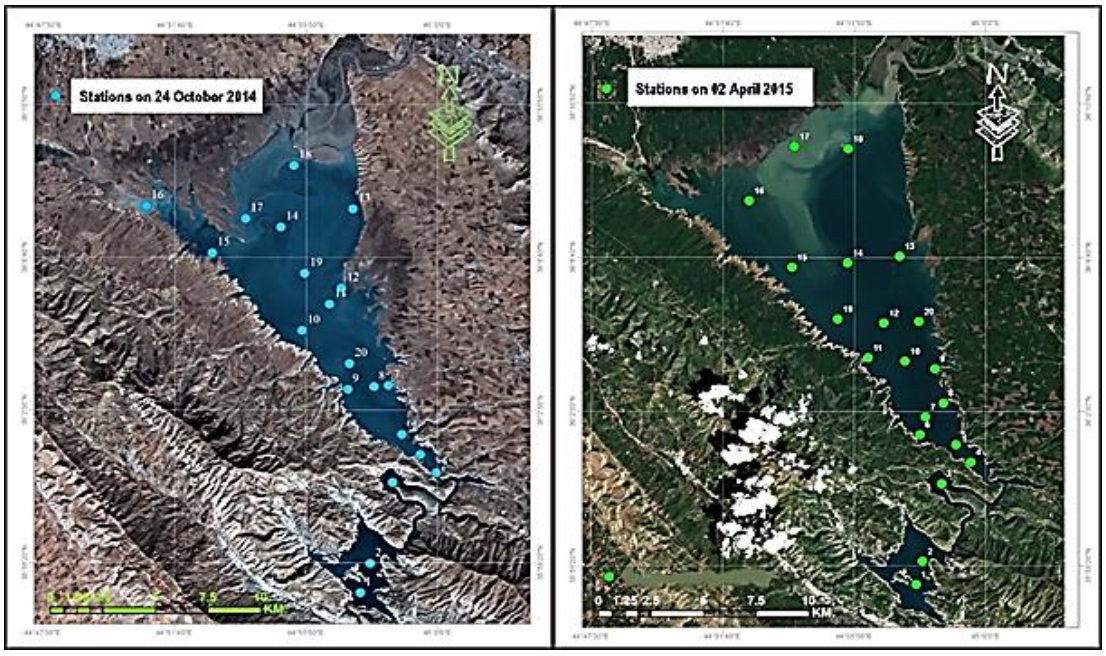
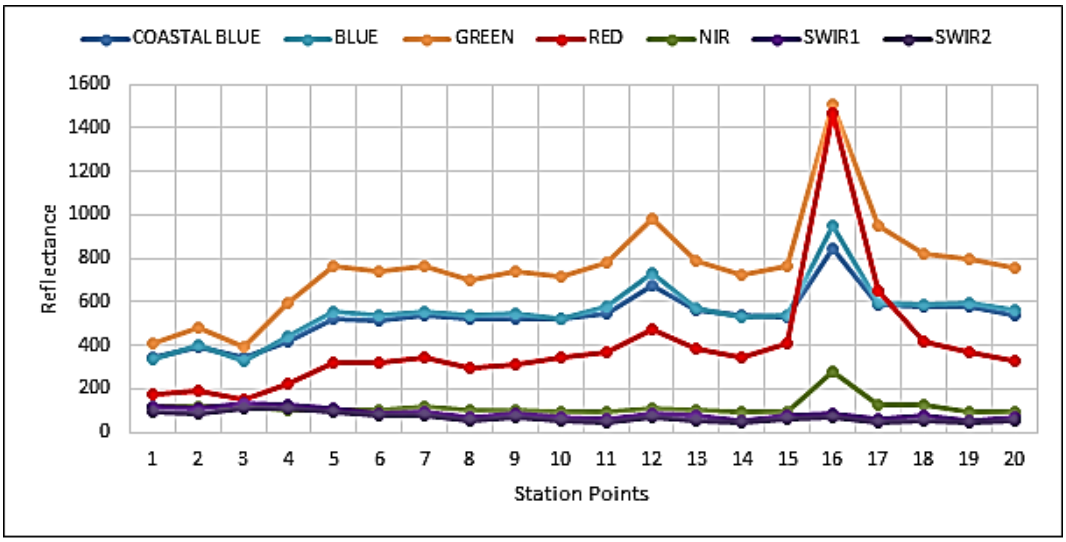
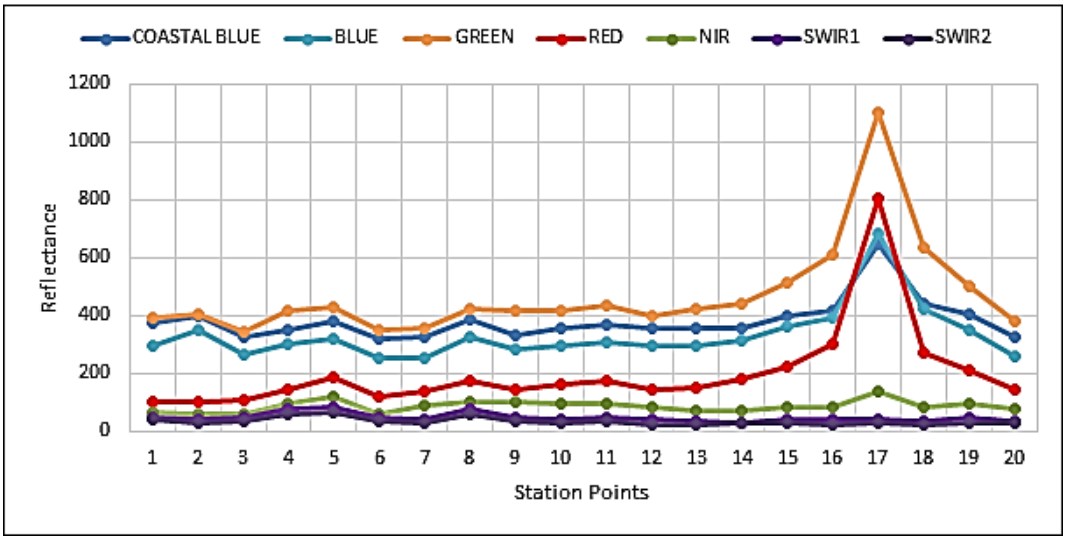


Figure 5. Station points of sampling at autumn (October 24th, 2014) and spring (April 2nd, 2015) within Dokan Lake.



a- Autumn (October 24th, 2014).



b- Spring (April 2nd, 2015).

Figure 6. Surface reflectance of Landsat 8 OLI bands for the selected stations in Dokan Lake at autumn and spring.

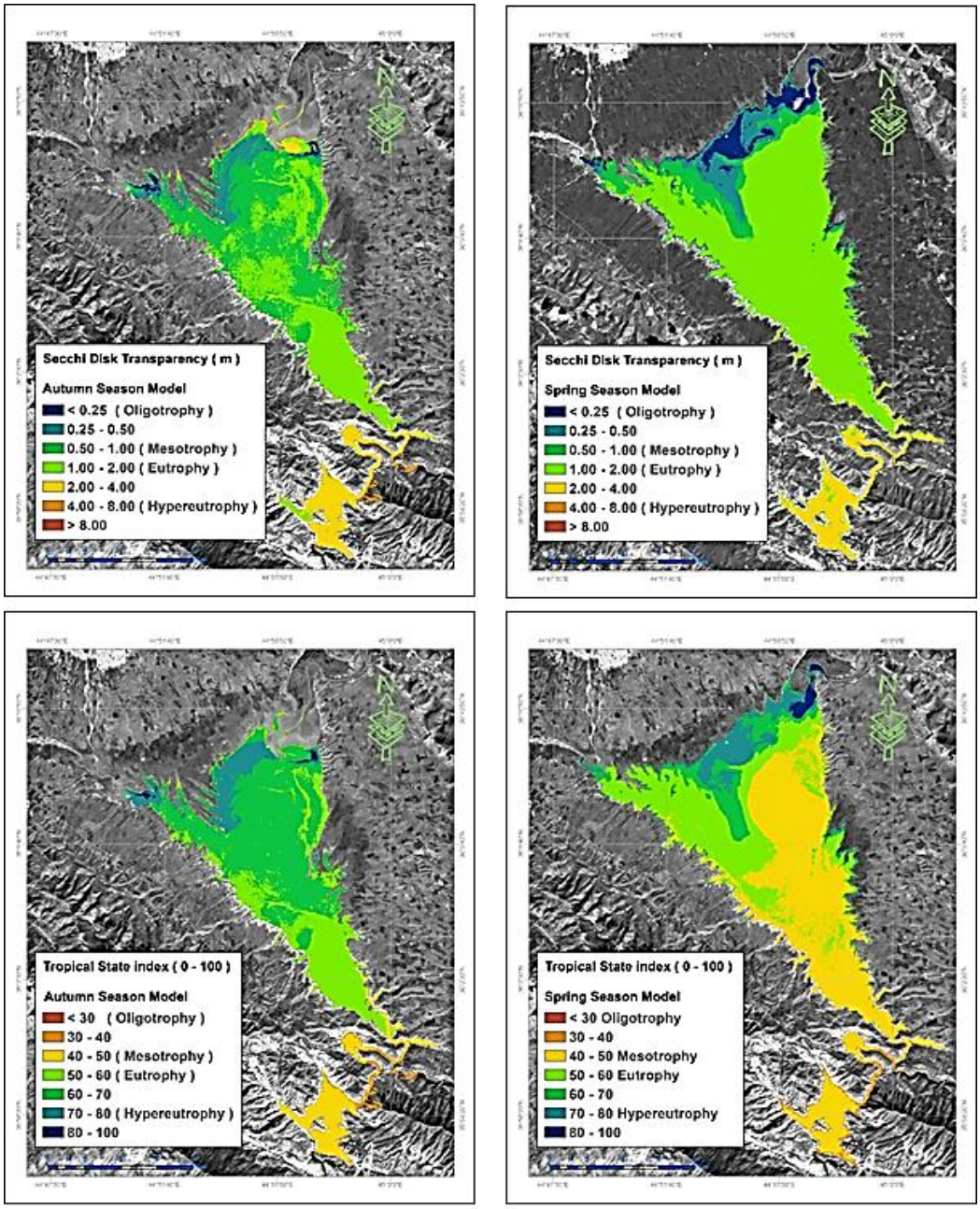


Figure 7. Distribution of SDT and TSI within Dokan Lake for autumn and spring seasons.

Table 1. Some spectral indices that used in the present study.

No.	Spectral Index	Equation
1	Normalized Difference Moisture Index (NDMI)	$NDMI = (R - NIR)/(R + NIR)$
2	Modification of Normalised Difference Water Index (MNDWI)	$MNDWI = (G - SWIR1)/(G - SWIR2)$
3	Land Surface Water Index (LSWI)	$LSWI = (NIR - SWIR1)/(NIR - SWIR1)$

Table 2. Measured SDT and computed TSI for twenty stations within Dokan Lake at autumn (October 24th, 2014) and spring (April 2nd, 2015).

ID	October 24th, 2014			ID	April 2nd, 2015		
	SDT (m)	TSI	Attributes		SDT (m)	TSI	Attributes
1	3.3	1	Mesotrophic	1	3.4	42.37	Mesotrophic
2	2.5	2		2	3.25	43.02	
3	3.3	3		3	3.1	43.70	
4	2	4	Eutrophic	4	2.85	44.91	
5	1.55	5		5	2.8	45.16	
6	1.4	6		6	2.65	45.96	
7	1.2	7		7	2.6	46.23	
8	1.5	8		8	2.5	46.80	
9	1.25	9		9	2.45	47.09	
10	1.1	10		10	2.2	48.64	
11	1.1	11		11	1.9	50.75	Eutrophic
12	0.9	12	Blue-green algae	12	2.4	47.38	Mesotrophic
13	1.15	13	Eutrophic	13	2.4	47.38	
14	1.3	14		14	2.1	49.31	
15	0.9	15	Blue-green algae	15	1.45	54.65	Eutrophic
16	0.3	16	Hypereutrophic	16	1.3	56.22	
17	0.4	17		17	0.37	74.33	Hypereutrophic
18	0.9	18	Blue-green algae	18	1.4	55.15	Eutrophic
19	0.4	19	Hypereutrophic	19	1.6	53.23	Hypereutrophic
20	1.55	20	Eutrophic	20	2.1	49.31	Mesotrophic

Table 3. Water clarity models of Dokan Lake for autumn and spring seasons.

Season	Water Clarity Model	R^2
Autumn	$SDT = 3.973 - 5.134\ (NDMI)$	0.96
	$TSI = 35.993 + 5.692\ \left(\frac{R}{NIR}\right) + 18.724\ (LSWI)$	0.94
Spring	$SDT = 1.677 + 2.083\ (C/G) + 0.675\ (G/R) - 3.684\ (MNDWI)$	0.95
	$TSI = 18.826 + 29.115\ (R/C) + 20.364\ (MNDWI)$	0.97

Table 4. Generality of autumn and spring seasons models of SDT and TSI for Dokan Lake (autumn models used for spring data and vice versa).

Season	Water Clarity Model	R^2
Autumn	$SDT = 3.973 - 5.134\ (NDMI)$	0.75
	$TSI = 35.993 + 5.692\ \left(\frac{R}{NIR}\right) + 18.724\ (LSWI)$	0.75
Spring	$SDT = 1.677 + 2.083\ (C/G) + 0.675\ (G/R) - 3.684\ (MNDWI)$	0.44
	$TSI = 18.826 + 29.115\ (R/C) + 20.364\ (MNDWI)$	0.68

Thermo Elastic Analysis of Carbon Nanotube-Reinforced Composite Cylinder Utilizing Finite Element Method with the Theory of Elasticity

Hamad Mohammed Hasan
Lecturer
Engineering College -Al-Anbar University
hamad1971h@yahoo.com

ABSTRACT

In this paper, the axisymmetric bending behavior of FG_CNTRC moderately thick cylinder under the effect of internal pressure and thermal load is investigated. Three kinds of distributions of a single-walled carbon nanotube (SWCNT) are utilized, that is uniform and two types of functionally graded distributions of CNTs through the radial direction of cylinder. The governing equations are derived based on the elasticity theory. The steady state heat conduction with convection heat transfer on the inner surface of cylinder and the thermo elastic equations are solved numerically by the finite element method. A computer program by Fortran95 (FTN95) has been built to obtain the temperature distribution and displacement field through the radial and longitudinal direction of the cylinder. In detail, parametric studies have been achieved to show the effect of convection heat transfer coefficient and the kind of CNTs distributions on the bending response of the cylinder. It's found that the percentage increasing in the radial displacement (Ur) about (34%), when the value of conduction heat transfer coefficient increase from (hc=5 W/m^2 K) to (hc=5 W/m^2 K). Also, it's found that, the value of (Ur = 0.15) for FG_V as compared with the value (Ur = 0.1) for the FG_X distribution. Moreover, the influence of various boundary conditions is also investigated. The accuracy of the current study is validated by comparative study with that available in the literature and found that the percentage error between two studies in the range of (0.022%, 0.042%, and 0.047%) for UD, FG_V and FG_X distribution respectively. So, there is a good agreement for the results.

Keywords: carbon nanotube, convection, finite element, theory of elasticity, fortran95.

التحليل الحراري والمرن للانابيب المركبة والمقواة بالياف الكاربون المتناهية بالصغر باستخدام طريقة العناصر المحددة ونظرية المرونة

حمد محمد حسن
مدرس
كلية الهندسة – جامعة الانبار

الخلاصة

في هذا البحث تمت دراسة الانحناء المتناضر للانابيب المعززة بألياف الكاربون ذات الخواص المتغيرة تدريجيا تحت تاثير الضغط الداخلي للانبوب والحمل الحراري . ثلاث انواع من التوزيع لالياف الكاربون تمت دراستها هما التوزيع المنتظم واثنان من التوزيع المتدرج خلال الاتجاه القطري للانبوب .تم اشتقاق المعادلات الحاكمة للحركة بالاستناد الى نظرية المرونة .تم استخدام طريقة العناصر المحددة لحل معادلات انتقال الحرارة عدديا. تم بناء برنامج بواسطة لغة الفورتون لبيان توزيع درجات الحرارة والتشوهات خلال الاتجاه القطري والطولي للانبوب . تم انجاز دراسة تفصيلية لبيان تاثير معامل الحمل الحراري وكذلك تاثير انواع توزيع الياف الكاربون على استجابة الانحناء للانبوب وكذلك تمت دراسة تاثير انواع الاسناد للانبوب (boundary conditions) . تم اجراء دراسة مقارنة مع الدراسات السابقة لبيان دقة صحة الدراسة ووجد هناك تقارب كبير بين النتائج لكلا الدراستين .

الكلمات الرئيسية : كاربون نانوتيوب ، الحمل الحراري ، العناصر المحددة ، نظرية المرونة ، فورتران 95 .

1. INTRODUCTION

Since the beginning of the last decade, carbon nanotubes have become the focus of significant research, **Lau,and Hui, 2002, Thostenson,et al.,2001** The excellent physical and mechanical properties encourage the researchers to concentrate on this kind of materials. From the unparalleled electrical properties, thermal conductivity higher than diamond to mechanical characteristics, where the stiffness and strength override any present material, **Liu ,andChen,2003**. **Qian, et al.,2000** Many studies of carbon nanotubes-reinforced composites (CNTRCs) have been concentrated on the composite properties. **Seidel, et al.,2006** evaluated the effective mechanical properties of CNTs in two step process by using composite cylinders micromechanics method as initial step and then the elastic properties of composites calculated by utilizing Mori-Tanaka technique. **Hu, et al. 2005** presented the macroscopic elastic properties of carbon nanotubes reinforced composites by analyzing the elastic distortion of a representative volume element. Many of researches have displayed that the addendum of little quantities of carbon nanotubes can significantly get better the mechanical and thermal properties of the composites which reinforced by carbon nanotubes , **Yang, et al., 2011, Manchado, et al., 2005** . Although these researches are perfectly helpful in foundress the performance behavior of the Nano composites, their utilization in veritable structural applications is the main target for the improvement for this kind of advanced materials. So, the first study on the actual nanocomposites reinforced by CNTs was achieved by ,**Vodenitcharova, and Zhang,2006**. They investigated the pure bending and local buckling of the nanocomposite beam reinforced by single-walled carbon nanotube. With the multiscale analysis, the stress and deflection behavior for the carbon nanotubes reinforced composite beam is investigated by ,**Wuite ,and Adali, 2005**. Their outcome proved that, the enforcement by adding a little portion of CNTs produce a considerable improvement in beam toughness.

Shen,2009 used the perturbation method to investigate the nonlinear bending behavior of functionally graded carbon nanotubes reinforced composite plate under the effect of mechanical and thermal loads. His results revealed that, the temperature rise has a great influence on the bending behavior of the composite plates. Also, the same author investigated the postbuckling of the composite cylindrical shell reinforced by carbon nanotubes under the influence of torsion with thermal conditions **Shen,2014**. His results showed that the buckling torque can be increased with the linear functionally graded reinforcements.

Based on the element-free Ritz technique, **Lei et al. 2013**, presented the buckling behavior of functionally graded carbon nanotubes reinforced composite plates under the effect of different in plane mechanical loads. Their results proved that, the distribution kind of carbon nanotubes, geometric parameters and loading conditions have considerable effects on the buckling loads. Furthermore, **Lei et al.,2013,** performed the nonlinear deflection behavior of composite plates strengthened by single-walled carbon nanotubes. Their outcome revealed that, the nonlinear performance of the nanocomposite plates affected by the distribution types and volume fractions of the carbon nanotubes.

By depending on the finite element method, **Ping et al.,2012**, carried out the bending and free vibration behavior of composite plates strengthened by carbon nanotubes. Their steady revealed that, the volume fraction of the carbon nanotube has a great influence on the bending behavior, but it's not effect on the central axial stress and free vibration. The behavior of nonlinear vibration for the cylindrical shells reinforced by carbon nanotubes under the effect of thermal environment was studied by ,**Shen, and Xiang, 2011**. Their study depends on the perturbation method in order to obtain the nonlinear frequencies and it concluded that the

temperature rise has a great effect on the natural frequencies of the composite plates. Based on the mesh-free technique, the transient and free vibration behavior of nanocomposite cylinders reinforced by carbon nanotubes was investigated by **Rasool et al. 2013**.Their investigations revealed that the volume fraction of carbon nanotubes and geometric parameter have a great influence on the dynamic response of the nanocomposite cylinder. Under the effect of mechanical loads, the large deflection of functionally graded carbon nanotubes reinforced cylindrical panels was analyzed by **Zhang et al. 2014**. Their study used mesh-free kp-Ritz technique with the modified Newton-Raphson method to resolve the system of nonlinear equations. Furthermore, **Malekzadeh et al., 2012**, investigated the effect of convection heat transfer on the transient behavior of rotating laminated functionally graded cylindrical shells. Their study utilized differential quadrature method and found that the convection heat transfer coefficient has a great influence on the behavior of the functionally graded cylindrical shell.

Finally, the three-dimensional elasticity theory used by **Alibeigloo, and Liew,2013** to investigate the bending behavior of the FG-CNT reinforced composite plate under the action of thermal and mechanical loads. Their study utilized Fourier series expansion and state space method to evaluate the exact solution for plate bending. They found that, the temperature difference near the bottom surface has a significant influence on the bending behavior.

It is clear that, the thermo-elastic behavior of functionally graded carbon nanotubes reinforced cylinders under the effect of convection heat transfer has not been yet studied and the present work endeavors to consider this analysis.

2. CARBON NANOTUBES REINFORCED COMPOSITE CYLINDERS

Consider a composite cylinder of length l , inner and outer radius of r_{in} and r_{ou} respectively. It is assumed that, the cylinder fabricated from a mishmash of single-walled carbon nanotubes along the longitudinal direction and an isotropic polymer.

The effective material properties for the constituent's mixture of the carbon nanotubes and the polymer can be evaluated by using either the rule of mixture or the Mori-Tanaka method. Because of suitability and straightforward, the present study utilized the rule of mixture. The effective mechanical and thermal properties of CNTs reinforced cylinders can be written as **Alibeigloo, and Liew,2013:**

$$E_{11} = \eta_1 V_{cn} E_{11}^{cn} + V_m E^m \tag{1a}$$

$$\frac{\eta_2}{E_{22}} = \frac{V_{cn}}{E_{22}^{cn}} + \frac{V_m}{E^m} \tag{1b}$$

$$\frac{\eta_3}{G_{12}} = \frac{V_{cn}}{G_{12}^{cn}} + \frac{V_m}{G^m} \tag{1c}$$

$$\nu_{ij} = V_{cn} \nu_{ij}^{cn} + V_m \nu^m \qquad i,j=1,2,3 \ \& \ i \neq j \tag{1d}$$

$$\alpha_{11} = V_{cn} \alpha_{11}^{cn} + V_m \alpha^m \tag{1e}$$

$$\alpha_{22} = (1+\nu_{12}^{cn}) V_{cn} \alpha_{22}^{cn} + (1+\nu_m) V_m \alpha^m - \nu_{12} \alpha_{11} \tag{1f}$$

in order to calculate for the scale dependent material properties, $\eta_j (j=1,2,3)$, the carbon nanotube efficiency parameters were inserted and can be evaluated by matching the effective properties of carbon nanotube from the molecular dynamic simulation together with the numerical results evaluated from the rule of mixture.

The distribution form of the carbon nanotube volume fraction has significant influence on the composite cylinder behavior. So, in the present study three kinds of CNT volume fraction distributions are considered in the radial direction of the cylinder as shown in **Fig.1**. The first type UD clarifies the uniform distribution and the other two (FG_V, FG_X) the functionally graded distribution in the radial direction of the cylinder. The mathematical models for the above distribution are as follow, **Alibeigloo, and Liew,2013**:

$$Model\ FG_V: V_{cn} = 2\left(\frac{r_{ou} - r}{r_{ou} - r_{in}}\right)V_{cn}^{*} \qquad (2a)$$

$$Model\ FG_X: V_{cn} = 4\left|\frac{r - r_m}{r_{ou} - r_{in}}\right|V_{cn}^{*} \qquad (2b)$$

$$Model\ \ UD \quad : V_{cn} = V_{cn}^{*} \qquad (2c)$$

where

$$V_{cn}^{*} = \frac{W_{cn}}{W_{cn} + \left(\frac{\rho_{cn}}{\rho_m}\right) - \left(\frac{\rho_{cn}}{\rho_m}\right)W_{cn}} \qquad (2d)$$

3. MATHEMATICAL MODELING

The inner surface of CNTRC cylinder is assumed to be subjected to a convection heat transfer and internal pressure but the outer surface is free from mechanical loading and has a constant temperature. Because of the axisymmetric geometry and loading conditions of CNTRC cylinder, the thermoelastic equations decrease to the two-dimensional ones. According to that, a cylindrical coordinate system (r, z) is suitable to represent the un deformed points of the CNTRC cylinder.

The steady state in (r, z) coordinates, heat conduction equation for each of the three models of CNTRC distribution along radial and longitudinal directions is considered as **Shen, and Xiang, 2011**:

$$-\left[\frac{1}{r}k_r\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial T}{\partial r}\right) + k_z\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)\right] = 0 \qquad For\ UD \qquad (3a)$$

$$-\left[\frac{1}{r}k_r(r)\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial T}{\partial r}\right) + k_z(r)\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)\right] = 0 \qquad For\ FG \qquad (3b)$$

Also, the thermal conductivity for each case of CNTRC cylinder distribution is

$$k_i = 1 + 2D_i\left(\frac{r - r_{in}}{r_{ou} - r_{in}}\right) \qquad for\ \ FG \qquad (4a)$$

$$k_i = 1 + D_i \qquad for\ \ UD \qquad (4b)$$

$$Where \qquad D_i = \frac{PV_{cn}^*}{3} * \frac{\frac{k_i^{cn}}{k_m}}{P + \frac{2a_k k_i^{cn}}{dk_m}} \quad , \ (i = r, z) \qquad (4c)$$

The thermal and displacement boundary conditions are, **Malekzadeh et al., 2012**:

$$k_r \frac{\partial T}{\partial r} + h_c\left(T - T_\infty\right) = 0 \qquad at\ r = r_{in} \qquad (5a)$$

$$T = T_0 \qquad at\ r = r_{ou} \qquad (5b)$$

$$u_r\left(r,0\right) = u_r\left(r,l\right) = u_z\left(r,0\right) = u_z\left(r,l\right) = 0 \qquad for\ clamped - clamped \qquad (5c)$$

$$u_r\left(r,0\right) = u_z\left(r,0\right) = 0 \qquad for\ clamped - free \qquad (5d)$$

3.1 Finite element solution for temperature field

The weak form for Eq. (3), **Reddy JN. 2006**.

$$2\pi\int_\Omega \lambda\left[-\left(\frac{1}{r}k_r\left(r\right)\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial T}{\partial r}\right) + k_z\left(r\right)\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial T}{\partial z}\right)\right)\right] rdrdz = 0 \qquad (6a)$$

$$2\pi\int_\Omega\left(k_r\frac{\partial\lambda}{\partial r}\frac{\partial T}{\partial r} + k_z\frac{\partial\lambda}{\partial z}\frac{\partial T}{\partial z}\right) rdrdz - 2\pi\int_\Gamma \lambda k_r\frac{\partial T}{\partial r}ds = 0 \qquad (6b)$$

From Eq. (5a)

$$k_r\frac{\partial T}{\partial r} = -h_c\left(T - T_\infty\right) \qquad (7a)$$

$$2\pi\int_\Omega\left(k_r\frac{\partial\lambda}{\partial r}\frac{\partial T}{\partial r} + k_z\frac{\partial\lambda}{\partial z}\frac{\partial T}{\partial z}\right) rdrdz - 2\pi\int_\Gamma\left(\lambda\left(-h_c\left(T - T_\infty\right)\right)\right)ds = 0 \qquad (7b)$$

$$2\pi\int_\Omega\left(k_r\frac{\partial\lambda}{\partial r}\frac{\partial T}{\partial r} + k_z\frac{\partial\lambda}{\partial z}\frac{\partial T}{\partial z}\right) rdrdz + 2\pi\int_\Gamma \lambda h_c T ds = 2\pi\int_\Gamma \lambda h_c T_\infty ds \qquad (7c)$$

The finite element model of Eq. (6c) is obtained by substituting the finite element approximation of the form

$$T(r,z)=\sum_{j=1}^{n}T_j^e\varphi_j^e(r,z) \tag{8}$$

And φ_i for λ into Eq. (6c)

$$\sum\left(K_{ij}^e+H_{ij}^e\right)T_j^e=P_i^e \tag{9}$$

where

$$K_{ij}^e=2\pi\int_{\Omega}\left(k_r(r)\frac{\partial\varphi_i^e}{\partial r}\frac{\partial\varphi_j^e}{\partial r}+k_z(r)\frac{\partial\varphi_i^e}{\partial z}\frac{\partial\varphi_j^e}{\partial z}\right)rdrdz \tag{10a}$$

$$H_{ij}^e=2\pi\int_{\Gamma}h_c^e\varphi_i^e\varphi_j^e ds \tag{10b}$$

$$P_i^e=2\pi\int_{\Gamma}h_c^e\varphi_i^eT_\infty^e ds \tag{10c}$$

3.2 Finite element solution for displacement field

The equilibrium equations of motion in the cylindrical coordinate system for CNTRC cylinder are given as:

$$\frac{\partial\sigma_z}{\partial z}+\frac{\partial\tau_{rz}}{\partial r}+\frac{1}{r}\tau_{rz}=0 \tag{11a}$$

$$\frac{\partial\tau_{rz}}{\partial z}+\frac{\partial\sigma_r}{\partial r}+\frac{1}{r}\left(\sigma_r-\sigma_\theta\right)=0 \tag{11b}$$

The linear stress-strain relations with heat conduction equations for CNTRC cylinder are given by:

$$\begin{pmatrix}\sigma_z\\ \sigma_r\\ \sigma_\theta\\ \tau_{rz}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0\\ c_{12} & c_{22} & c_{23} & 0\\ c_{13} & c_{23} & c_{33} & 0\\ 0 & 0 & 0 & c_{55}\end{pmatrix}\begin{pmatrix}\varepsilon_z-\alpha_zT\\ \varepsilon_r-\alpha_rT\\ \varepsilon_\theta\\ \gamma_{rz}\end{pmatrix} \tag{12}$$

The linear strain-displacement relations are

$$\varepsilon_z=\frac{\partial u_z}{\partial z},\varepsilon_r=\frac{\partial u_r}{\partial r},\varepsilon_\theta=\frac{1}{r}u_r \tag{13a}$$

$$\gamma_{rz}=\frac{\partial u_z}{\partial r}+\frac{\partial u_r}{\partial z} \tag{13b}$$

The weak form for the equilibrium equations (11)

$$\int_{\Omega}\left(\lambda\frac{\partial\sigma_z}{\partial z}+\lambda\frac{\partial\tau_{rz}}{\partial r}+\lambda\frac{1}{r}\tau_{rz}\right)rdrd\theta dz=0 \tag{14a}$$

$$\int_{\Omega}\left(\lambda\frac{\partial\tau_{rz}}{\partial z}+\lambda\frac{\partial\sigma_r}{\partial r}+\lambda\frac{1}{r}\left(\sigma_r-\sigma_\theta\right)\right)rdrd\theta dz=0 \tag{14b}$$

By integrating by parts and utilizing Gauss's divergence theorem

$$2\pi\int_{\Omega}-\left(\frac{\partial\lambda}{\partial z}\sigma_z+\frac{\partial\lambda}{\partial r}\tau_{rz}\right)rdrdz+2\pi\int_{\Gamma}\lambda\sigma_z\,\hat{n}_z rdr+2\pi\int_{\Gamma}\lambda\tau_{rz}\,\hat{n}_r rdz=0 \qquad (15a)$$

$$2\pi\int_{\Omega}-\left(\frac{\partial\lambda}{\partial z}\tau_{rz}+\frac{\partial\lambda}{\partial r}\sigma_r+\lambda\frac{1}{r}\sigma_\theta\right)rdrdz+2\pi\int_{\Gamma}\lambda\tau_{rz}\,\hat{n}_z rdr+2\pi\int_{\Gamma}\lambda\sigma_r\,\hat{n}_r rdz=0 \qquad (15b)$$

The boundary integrals denote the forces acting on the element face.

By substituting Eq. (12) and Eq.(13) into Eq. (14)

$$2\pi\int_{\Omega}\left(c_{11}r\frac{\partial\lambda}{\partial z}\frac{\partial u_z}{\partial z}+c_{55}r\frac{\partial\lambda}{\partial r}\frac{\partial u_z}{\partial r}+c_{12}r\frac{\partial\lambda}{\partial z}\frac{\partial u_r}{\partial r}+c_{13}\frac{\partial\lambda}{\partial z}u_r+c_{55}r\frac{\partial\lambda}{\partial r}\frac{\partial u_r}{\partial z}\right)drdz-$$
$$2\pi\int_{\Omega}Tr\left(c_{11}\frac{\partial\lambda}{\partial z}\alpha_z+c_{12}\frac{\partial\lambda}{\partial z}\alpha_r\right)drdz=0 \qquad (16a)$$

$$2\pi\int_{\Omega}\left(c_{55}r\frac{\partial\lambda}{\partial z}\frac{\partial u_z}{\partial r}+c_{12}r\frac{\partial\lambda}{\partial r}\frac{\partial u_z}{\partial z}+c_{13}r\lambda\frac{\partial u_z}{\partial z}+c_{55}r\frac{\partial\lambda}{\partial z}\frac{\partial u_r}{\partial z}+c_{22}r\frac{\partial\lambda}{\partial r}\frac{\partial u_r}{\partial r}+c_{23}\frac{\partial\lambda}{\partial r}u_r+c_{23}\lambda\frac{\partial u_r}{\partial r}+c_{33}\frac{1}{r}\lambda u_r\right)drdz-$$
$$2\pi\int T\left(r\frac{\partial\lambda}{\partial r}\left(c_{12}\alpha_z+c_{22}\alpha_r\right)+\lambda\left(c_{13}\alpha_z+c_{23}\alpha_r\right)\right)drdz=0 \qquad (16b)$$

So, the finite element model of Eq. (16) is obtained by substituting the finite element approximation of the form

$$u_z=\sum_{j=1}^{n}\varphi_j u_z^j \quad , \; u_r=\sum_{j=1}^{n}\varphi_j u_r^j \quad , \quad \lambda=\sum_{j=1}^{n}\varphi_i \qquad (17)$$

So, equations (16) becomes

$$2\pi\int_{\Omega}\left(\left(c_{11}r\frac{\partial\varphi_i}{\partial z}\frac{\partial\varphi_j}{\partial z}+c_{55}r\frac{\partial\varphi_i}{\partial r}\frac{\partial\varphi_j}{\partial r}\right)u_z^j+\left(c_{12}r\frac{\partial\varphi_i}{\partial z}\frac{\partial\varphi_j}{\partial r}+c_{13}\frac{\partial\varphi_i}{\partial z}\varphi_j+c_{55}r\frac{\partial\varphi_i}{\partial r}\frac{\partial\varphi_j}{\partial z}\right)u_r^j-\right.$$
$$\left.Tr\left(c_{11}\frac{\partial\varphi_i}{\partial z}\alpha_z+c_{12}\frac{\partial\varphi_i}{\partial z}\alpha_r\right)\right)drdz \qquad (18a)$$

$$2\pi\int_{\Omega}\left(\left(c_{55}r\frac{\partial\varphi_i}{\partial z}\frac{\partial\varphi_j}{\partial r}+c_{12}r\frac{\partial\varphi_i}{\partial r}\frac{\partial\varphi_j}{\partial z}+c_{13}\varphi_i\frac{\partial\varphi_j}{\partial z}\right)u_z^j+\left(c_{55}r\frac{\partial\varphi_i}{\partial z}\frac{\partial\varphi_j}{\partial z}+c_{22}r\frac{\partial\varphi_i}{\partial r}\frac{\partial\varphi_j}{\partial r}+c_{23}\frac{\partial\varphi_i}{\partial r}\varphi_j+\right.\right.$$
$$\left.\left.c_{23}\varphi_i\frac{\partial\varphi_j}{\partial r}+c_{33}\frac{1}{r}\varphi_i\varphi_j\right)-T\left(r\frac{\partial\varphi_i}{\partial r}\left(c_{12}\alpha_z+c_{22}\alpha_r\right)+\varphi_i\left(c_{13}\alpha_z+c_{23}\alpha_r\right)\right)\right)drdz=0 \qquad (18b)$$

The integrals can be represented in matrix form

$$[K]\{d\}=\{R\} \tag{19a}$$

$$\begin{bmatrix} K_{ij}^{11} & K_{ij}^{12} \\ K_{ij}^{21} & K_{ij}^{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_z^i \\ u_r^i \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} R_z^i \\ R_r^i \end{Bmatrix} \tag{19b}$$

4. NUMERICAL RESULTS AND DISCUSSION

In the following, numerical results are utilized to display the veracity and the influence of convection heat transfer on the thermo-elastic response of nanocomposite cylinder. The mechanical, thermal properties of CNT and matrix polymer are written in table1. With a view to validate the current work, a comparative study for the dimensionless transverse displacement of CNTRC plate under the effect of pressure load, in three cases of CNT distributions with those available in the open literature are written in Table 2. Since the bending behavior in Ref. **Ping et al.,2012**, is solved numerically by finite element method as in the present study, the results are very close to each other.

Through the present study, CNTRC cylinder considered with inner radius, r_{in} =0.4m, and outer radius r_{ou} =0.5m. In addition, the values of internal pressure $(P_{in}=-1MPa)$ applied on the inner surface of cylinder, $T_0=300(K), T_\infty=1100(K), V_{cn}^*=0.17, l=1\,m$ are used in the case study. The dimensionless quantities included $U_r=-\frac{u_r}{r_{ou}-r_{in}}, U_z=\frac{u_z}{l}, R=\frac{r-r_{in}}{r_{ou}-r_{in}}$ are used to represent the results. **Fig.2** shows the temperature distribution through the radial direction of the CNTRC cylinder. According to this figure, the temperature distribution through the radial direction increases as the convection heat transfer coefficient increase. Also, it is clear that, the temperature distribution is linearly, because the formula for the thermal conductivity varying linearly through the radial and longitudinal direction of cylinder. For more debate, numerical investigations have been executed for clamped-clamped and clamped-free boundary conditions illustrated in **Figs.3-8** describe the influence of convection heat transfer coefficient and the type of carbon nanotube distribution on the cylinder behavior.
Fig3a-c shows the effect of the convection heat transfer coefficient on transverse displacement for three types of CNT distribution. From this figure, it is obviously that the value of transverse displacement has maximum value on the inner surface of the cylinder. This is due to the inner surface has maximum value of thermal and mechanical loads. Also, it is clear that the increasing in the convection heat transfer coefficient lead to increase the transverse displacement. **Fig.4** describes the effect of type of carbon nanotube distribution on transverse displacement through radial direction. It is clear that, the transverse displacement in the case of FG_X has minimum value, while as it is maximum in the case of FG_V CNT distribution. Furthermore, **Fig.5** depicts the behavior of the transverse displacement through the longitudinal direction of the cylinder under the effect of type of carbon nanotube distribution and convection heat transfer coefficient.

For clamped-free condition, the behavior of CNTRC cylinder is different from clamped-clamped condition. As shown in **Fig.6** which shows the behavior of transverse displacement through radial direction for three types of CNT distribution. It is seen that, the uniform distribution (UD) has the maximum value as it is minimum in the condition of functionally graded and according to that the numerical results are for the condition of FG_X distribution. Furthermore, **Fig.7a-C** illustrates the effect of convection heat transfer coefficient on transverse displacement in radial direction for three kinds of CNT distribution. Also as in

clamped-clamped condition, it is seen that the increasing in convection heat transfer coefficient lead to increase in transverse displacement for all three types of CNT distribution, but the response of transverse displacement in case of clamped-free is higher than that for the first condition.

Finally, **Fig.8a-c** presents the behavior of longitudinal displacement through the radial direction for different types of CNT distribution and convection heat transfer coefficient. From this fig. it is clear that the CNT distribution plays an important role in the behavior of longitudinal displacement and also the convection heat transfer coefficient has the same effect.

5. CONCLUSION

The axisymmetric bending behavior of functionally graded CNTRC cylinder under the effect of thermal and internal pressure has been analyzed. Also in this study it has been programming the finite element method by FTN95 to solve the temperature field and displacement. The effect of convection heat transfer coefficient as well as the type of CNT distribution on thermoelastic behavior of functionally graded CNTRC cylinder was investigated. It is concluded that, the convection heat transfer coefficient and the type of CNT distribution has a great effect on the behavior of cylinder. From the study, some remarkable conclusions can be written.

- The influence of FG_V distribution on the displacement field is more significant than that for the other kinds of distribution.
- Effect of increasing convection heat transfer coefficient (hc) on the radial displacement in the case of FG_V distribution is more significant than that for the other kinds of distribution.
- The effect of clamped-free condition on the response of the CNTRC cylinder is greater than the influence of clamped-free condition.
- The deformation on the inner surface of the cylinder (Uz) is higher than that on the outer surface in case of FG_V distribution, while it remains constant in the case of FG_X and UD distributions.
- The influence of increasing the convection heat transfer coefficient is significant on the temperature distribution through the thickness of CNTRC cylinder.

6. REFERENCES

- Alibeigloo, A., and K. M. Liew. "*Thermoelastic Analysis Of Functionally Graded Carbon Nanotube- Reinforced Composite Plate Using Theory Of Of Elasticity"* Compos Struct 106: 873-881
- Hu, N., H. Fukunaga, C. Lu, M. Kameyama, and B. Yan. 2005;"*Prediction Of Elastic Properties Of Carbon Nanotube Reinforced Composites*." In Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 461: 1685-1710. The Royal Society.
- Lau AKT, Hui D. 2002*; The Revolutionary Creation Of New Advanced Materials—Carbon Nanotube Composites,* Composites: Part B 33:263–77.

- Lei, Z. X., Kim Meow Liew, and J. L. Yu. 2013; *Buckling Analysis Of Functionally Graded Carbon Nanotube-Reinforced Composite Plates Using The Element-Free Kp-Ritz Method*., *Composite Structures* 98: 160-168.
- Lei, Z. X., Kim Meow Liew, and J. L. Yu. 2013; *Large Deflection Analysis Of Functionally Graded Carbon Nanotube-Reinforced Composite Plates By The Element-Free Kp-Ritz Method*, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 256: 189-199.
- Liu YJ, Chen XL. 2003; *Evaluations Of The Effective Material Properties Of Carbon Nanotube-Based Composites Using A Nanoscale Representative Volume Element*, Mech Mater 35:69–81.
- Malekzadeh, P., Y. Heydarpour, MR Golbahar Haghighi, and M. Vaghefi. 2012; *Transient Response Of Rotating Laminated Functionally Graded Cylindrical Shells In Thermal Environment*, International Journal of Pressure Vessels and Piping 98: 43-56.
- Manchado, MA Lopez, L. Valentini, J. Biagiotti, and J. M. Kenny. 2005; *Thermal And Mechanical Properties Of Single-Walled Carbon Nanotubes–Polypropylene Composites Prepared By Melt Processing*, *Carbon* 43:1499-1505.
- Moradi-Dastjerdi, Rasool, Mehrdad Foroutan, and Aminallah Pourasghar. 2013*; Dynamic Analysis Of Functionally Graded Nanocomposite Cylinders Reinforced By Carbon Nanotube By A Mesh-Free Method*, Materials & Design 44: 256-266.
- Ounaies, Z., C. Park, K. E. Wise, E. J. Siochi, and J. S. Harrison. 2003; *Electrical Properties Of Single Wall Carbon Nanotube Reinforced Polyimide Composites*, "Composites Science and Technology 63: 1637-1646.
- Qian D, Dickey EC, Andrews R, Rantell T. 2000; *Load Transfer And Deformation Mechanisms In Carbon Nanotube–Polystyrene Composites*, Appl Phys Lett 76:2868–70.
- Seidel, Gary D., and Dimitris C. Lagoudas. 2006; *Micromechanical Analysis Of The Effective Elastic Properties Of Carbon Nanotube Reinforced Composites*, Mechanics of Materials 38: 884-907.
- Shen, Hui-Shen. 2009;*Nonlinear Bending Of Functionally Graded Carbon Nanotube-Reinforced Composite Plates In Thermal Environments*, Composite Structures 91: 9-19.
- Shen, Hui-Shen. 2014; *Torsional Postbuckling Of Nanotube-Reinforced Composite Cylindrical Shells In Thermal Environments*, Composite Structures 116: 477-488.
- Thostenson ET, Ren Z, Chou TW. 2001;*Advances In The Science And Technology Of Carbon Nanotubes And Their Composites: A Review*, Compos Sci Technol 61:1899–912.
- Vodenitcharova, T., and L. C. Zhang. 2006; *Bending And Local Buckling Of A Nanocomposite Beam Reinforced By A Single-Walled Carbon Nanotube*, International journal of solids and structures 43: 3006-3024.
- Wang, Zhen-Xin, and Hui-Shen Shen. 2011; *Nonlinear Vibration Of Nanotube-Reinforced Composite Plates In Thermal Environments*, Computational Materials Science 50: 2319-2330.

- Wuite, J., and S. Adali. 2005; *Deflection And Stress Behaviour Of Nanocomposite Reinforced Beams Using A Multiscale Analysis*, Composite structures 71: 388-396.
- Yang, Shin-Yi, Wei-Ning Lin, Yuan-Li Huang, Hsi-Wen Tien, Jeng-Yu Wang, Chen-Chi M. Ma, Shin-Ming Li, and Yu-Sheng Wang. 2011; *Synergetic Effects Of Graphene Platelets And Carbon Nanotubes On The Mechanical And Thermal Properties Of Epoxy Composites*, Carbon. 49: 793-803.
- Yasmin, Asma, and Isaac M. Daniel. 2004; *Mechanical And Thermal Properties Of Graphite Platelet/Epoxy Composites*, Polymer 45: 8211-8219.
- Zhang, L. W., Z. X. Lei, K. M. Liew, and J. L. Yu. 2014; *Large Deflection Geometrically Nonlinear Analysis Of Carbon Nanotube-Reinforced Functionally Graded Cylindrical Panels*, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 273: 1-18.
- Zhu, Ping, Z. X. Lei, and Kim Meow Liew. 2012; *Static And Free Vibration Analyses Of Carbon Nanotube-Reinforced Composite Plates Using Finite Element Method With First Order Shear Deformation Plate Theory*, Composite Structures 94: 1450-1460.
- Reddy JN. 2006 *An introduction to the finite element method*. 3rded.newyork: McGraw-Hill higher education,

NOMENCLATURE

$E_{11}^{cn}, E_{22}^{cn}, G_{12}^{cn}, E_m, G_m$: young's modules, shear modulus of carbon nanotube and matrix, respectively

$k_{cn}, \alpha_{ij}^{cn}, k_m, \alpha_m$: thermal conductivity and coefficient of thermal expansion of CNT and matrix, respectively

V_{cn}, V_m : CNTs and matrix volume fraction, respectively

$\eta_i \left(i = 1, 2, 3\right)$: CNT efficiency parameters

P : aspect ratio of CNTs

R_k : interface thermal resistance between CNT and matrix

$\sigma_i \left(i = r, \theta, z\right)$: normal stress

$\varepsilon_i \left(i = r, \theta, z\right)$: normal strains

$\gamma_{ij} \left(i = r, j = z\right)$: shear strain

$k_i \left(i = r, z\right)$: thermal conductivity in r and z direction

T : temperature

hc : convection heat transfer coefficient

λ : virtual displacement

φ : shape function

K : stiffness matrix

d : displacement vector

R : force vector

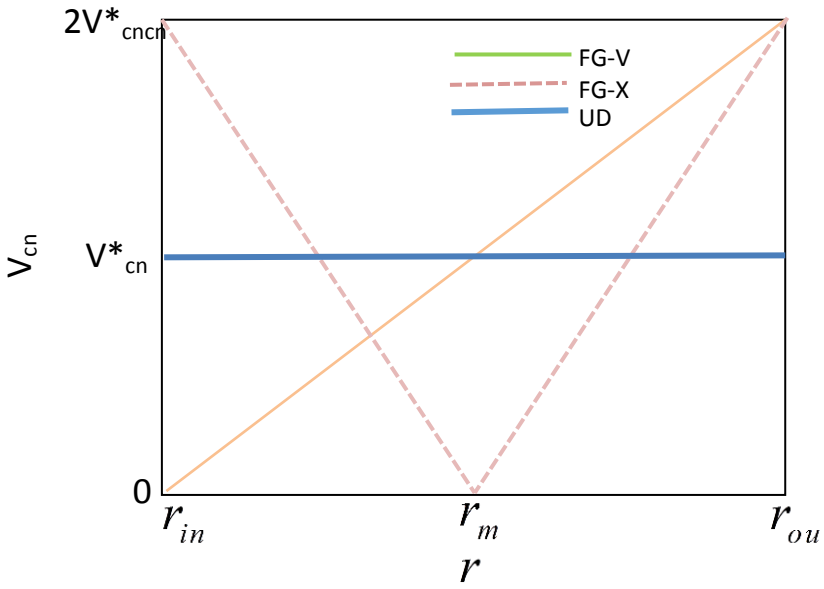


Figure 1. Distribution of CNT volume fraction through the radial direction for kinds of FG_V, FG_X and UD.

Table 1. Mechanical and thermal properties of CNT and polymer matrix [22].

	Carbon nanotube	*Polymer matrix*		η_i	p	R_k
$E_{11}^{cn}(TPa)$	5.6466	$E^m(GPa)$	2.1	$\eta_1 = 0.149$	350	$8\times10^{-8} m^2 k/w$
$E_{22}^{cn}(TPa)$	7.0800			$\eta_2 = 0.934$		
$E_{33}^{cn}(TPa)$	7.0800			$\eta_3 = 0.934$		
$G_{12}^{cn}(TPa)$	1.9445					
$G_{13}^{cn}(TPa)$	1.9445					
ν_{12}^{cn}	0.175		0.34			
$\rho^{cn}(gr/cm^3)$	1.4		1.5			
$K_z^{cn}(W/mK)$	3000	K^m	5			
$K_r^{cn}(W/mK)$	100					
$\alpha_r^{cn}(1/K)$	5.1682×10^{-6}					
$\alpha_z^{cn}(1/K)$	3.4584×10^{-6}					

Table 2. Comparison of dimensionless central deflection $\overline{w}$ for CNTRC square plate with two kinds of functionally Graded and UD of CNT distribution under the effect of uniform pressure($p_0=-1\times10^5 N/m^2$).

V_{cn}^*	$\frac{a}{h}$	Distribution kind	$\overline{W}$ (present)	$\overline{W}$ (Ref.[ ])
0.11	10	UD	2.229×10^{-3}	2.228×10^{-3}
		FG_V	2.353×10^{-3}	2.351×10^{-3}
		FG_X	2.111×10^{-3}	2.109×10^{-3}
	20	UD	1.340×10^{-3}	1.339×10^{-3}
		FG_V	1.595×10^{-3}	1.593×10^{-3}
		FG_X	1.151×10^{-3}	1.150×10^{-3}
0.17	10	UD	1.413×10^{-3}	1.412×10^{-3}
		FG_V	1.488×10^{-3}	1.486×10^{-3}
		FG_X	1.319×10^{-3}	1.318×10^{-3}
	20	UD	8.563×10^{-3}	8.561×10^{-3}
		FG_V	1.022×10^{-2}	1.021×10^{-2}
		FG_X	7.293×10^{-3}	7.290×10^{-3}

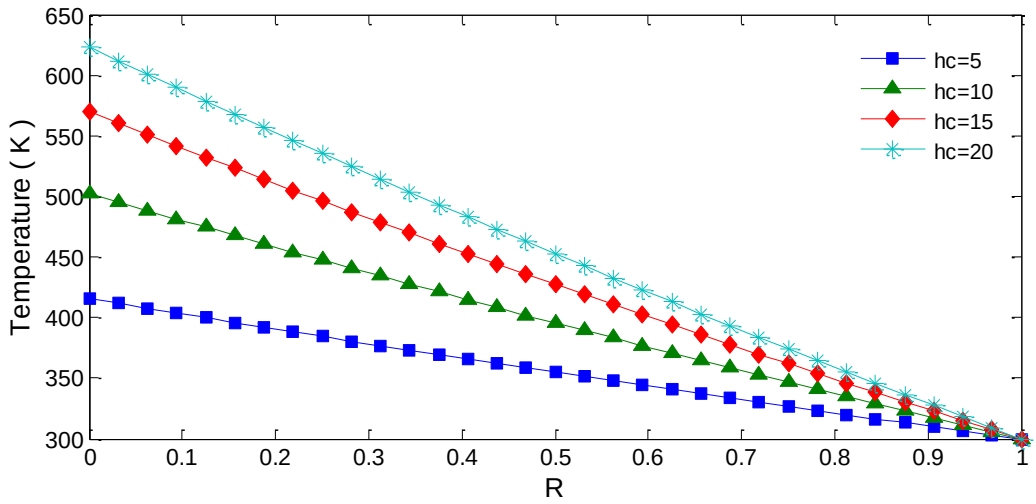


Figure 2. Through the radius distribution of temperature with different values of hc for CNTRC cylinder With FG_V .

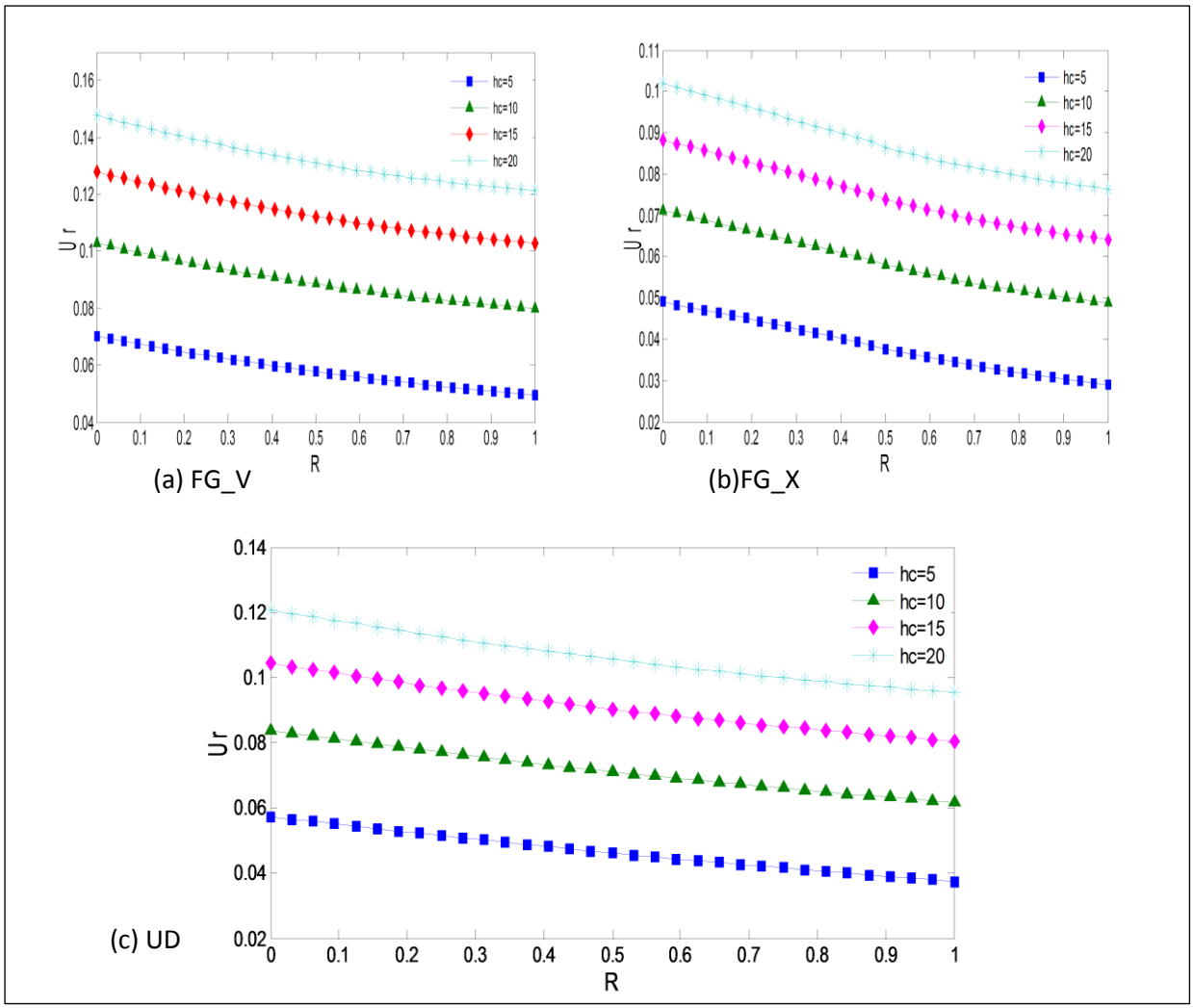


Figure 3. Through the radius distribution of radial displacement for clamped-clamped CNTRC cylinder.

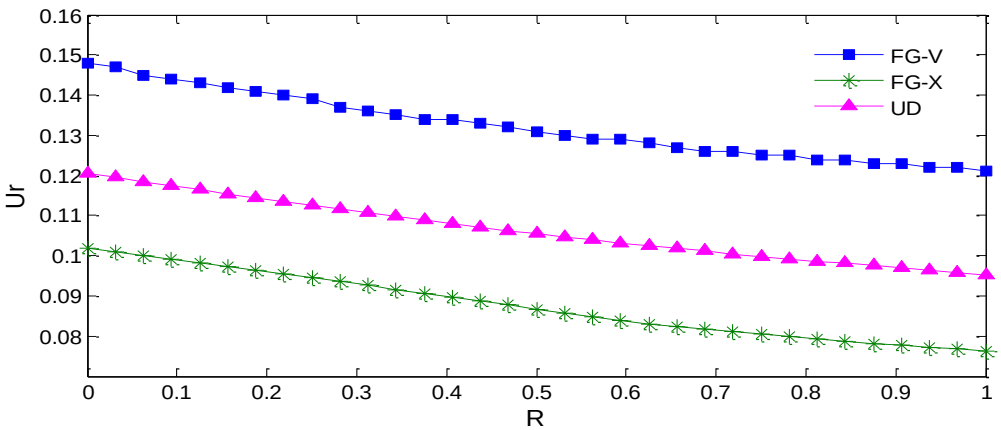


Figure 4. Through the radius distribution of radial displacement for clamped-clamped with different kinds of CNT distribution.

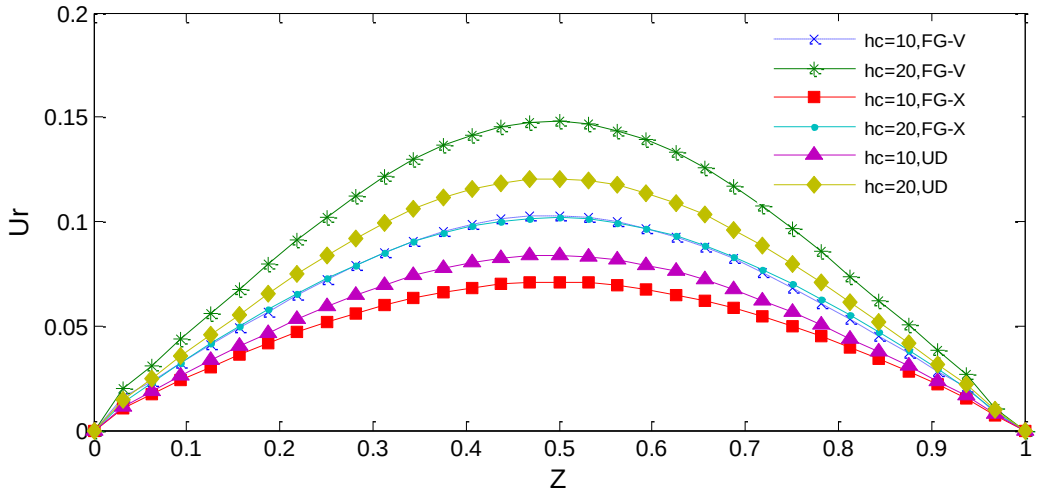


Figure 5. Through the longitudinal distribution of radial displacement for clamped-clamped CNTRC cylinder for different types of CNT distribution.

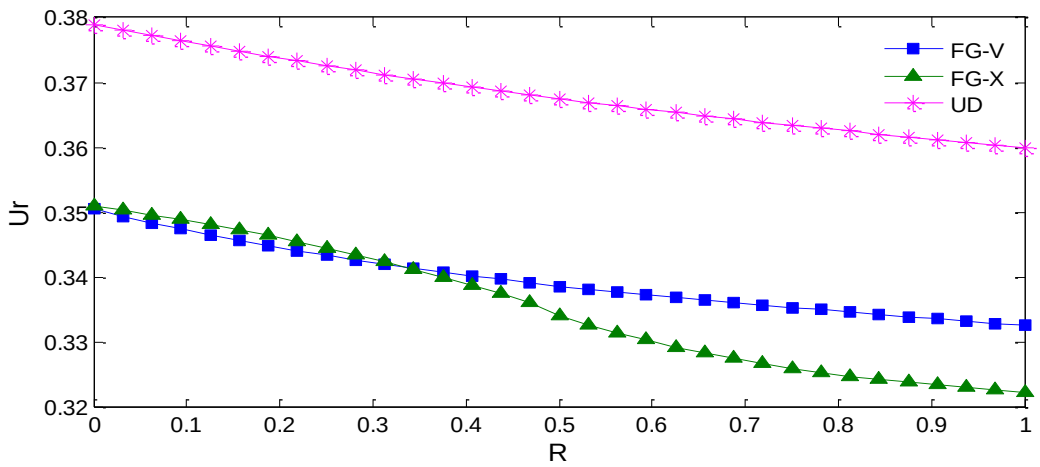


Figure 6. Through the radius distribution of radial displacement for clamped-free with different kinds of CNT distribution and hc=20(W/m^{2}K).

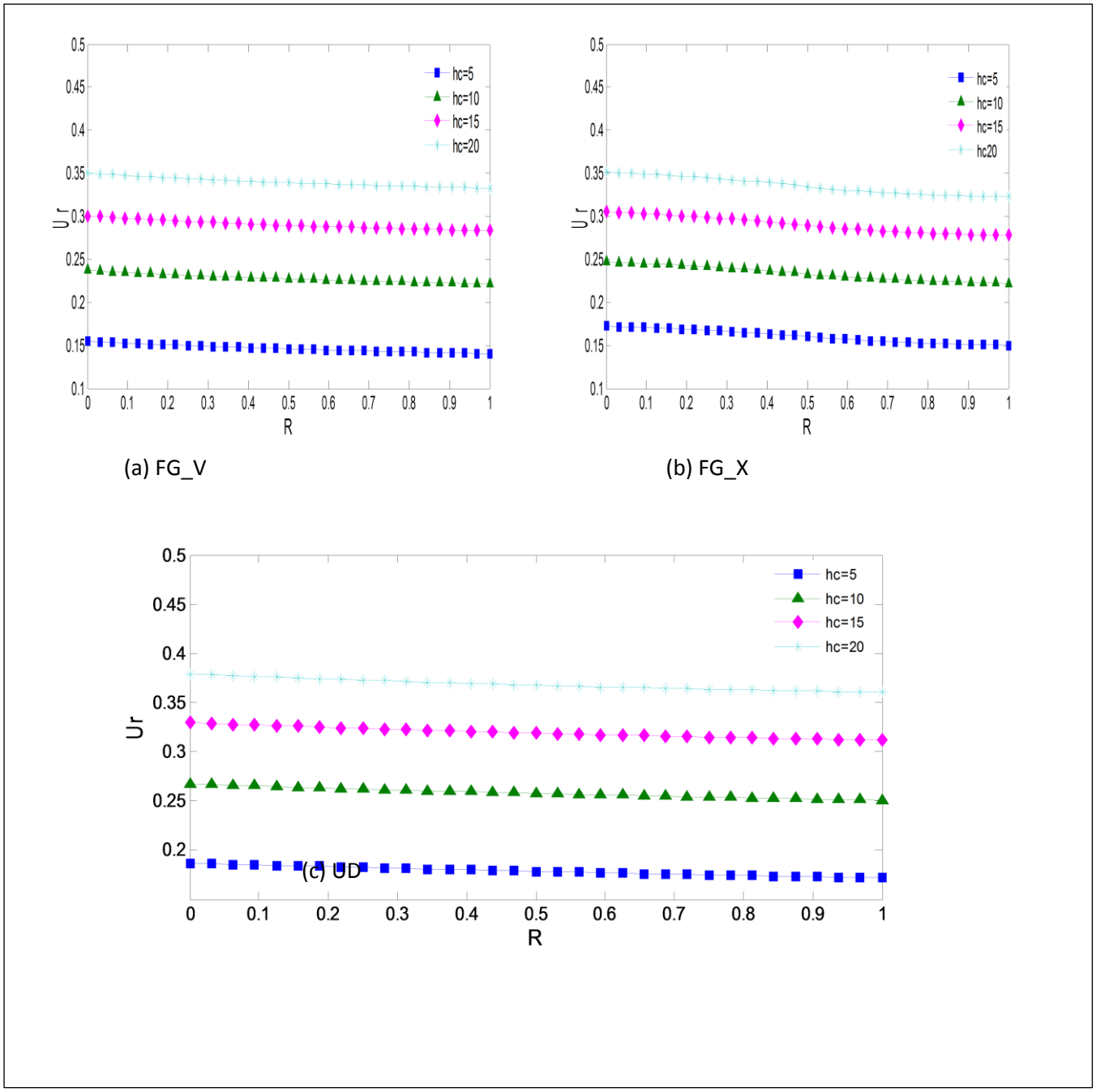


Figure 7. Through the radius distribution of radial displacement for clamped-free CNTRC cylinder.

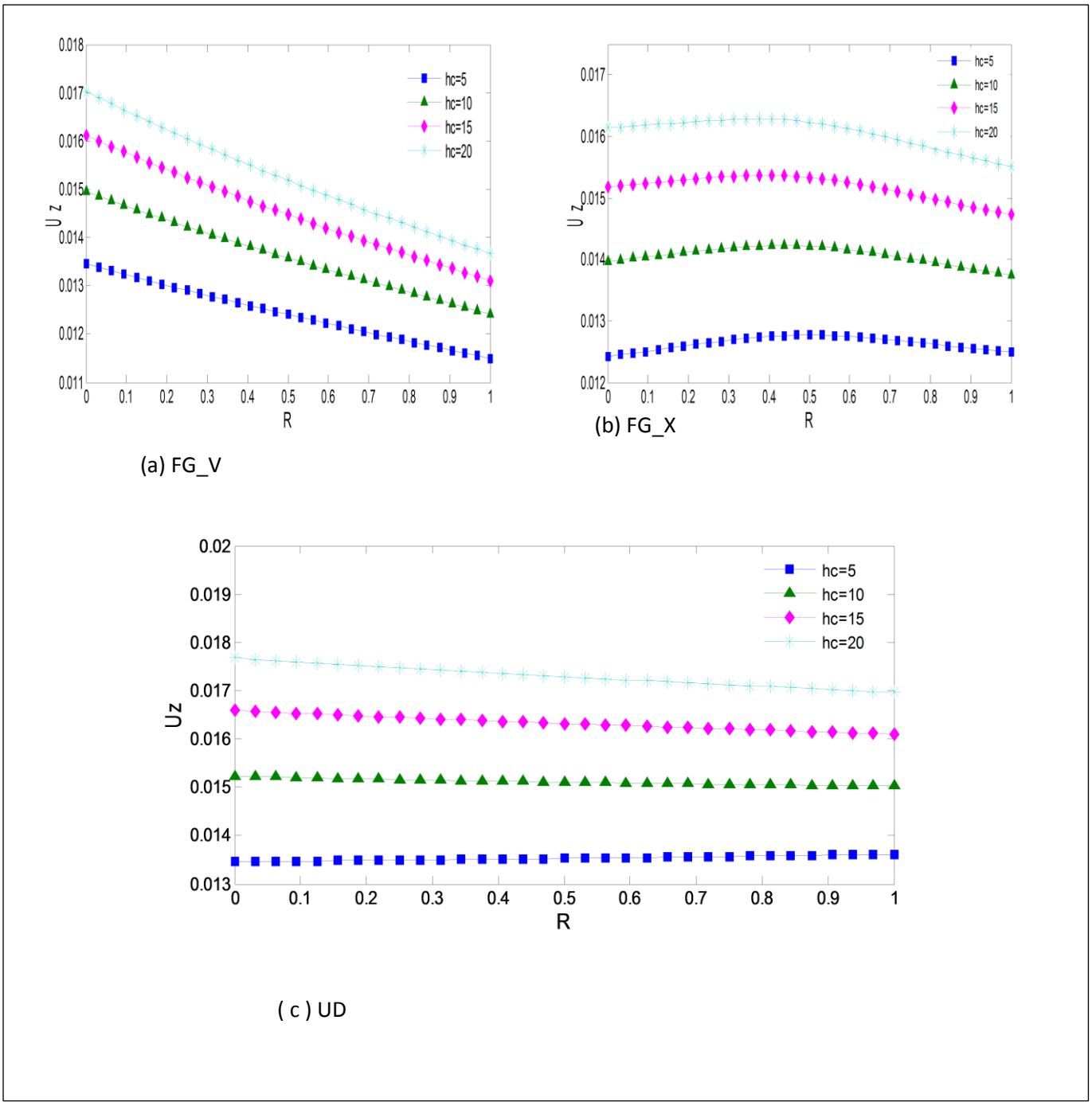


Figure 8. Through the radius distribution of longitudinal displacement for clamped-free CNTRC cylinder.

Production of Biofuels from Selected Cellulosic Waste materials

Dr. Jathwa Abdul Kareem Ibrahim
Assistant Professor
Engineering College-Baghdad University
Email:jathwa58@yahoo.com

Dr. Herb Adel
Senior chief of Agronomist
Ministry of Agriculture
Email:Herb_adel@yahoo.com

Marwan Hussien AbdAlameer
College of Engineering-University of Babylon
Email:marwanhussien294@gmail.com

ABSTRACT

In this study four types of cellulose-rich municipal solid wastes (residuals) of orange, banana peel, corn residues, and saw dust were used as raw materials. These cellulosic substrates usually have a lot of lignin content which prevents the process of saccharification by microorganisms. Thus pretreatment methods of enzymatic, acid or base with enzymatic treatment and dilute acid followed by autoclaving were necessary to dignify these wastes and to obtain higher reducing sugar yields and hence higher ethanol production. Dilute HCl acid of 1% followed by autoclaving at 121℃ for 30 min proved to give good result where significant amounts of reducing sugars were obtained at the end of the saccharification process. Orange peel proved to give the highest glucose concentration of an average of 6000 mg/l on day 4 of the saccharification process. Fermentation was carried out for the hydrolyzed samples using Saccharomyces cerevisiae yeast. The amount of ethanol produced after fermentation was found to be the highest for orange peel having a value of 1300 mg/l after 96h of incubation. As science is proceeding, engineered microorganisms could help to produce sustainable fuels from cellulose-rich municipal solid wastes in the future.

Key Words: ethanol, biofuel, treatment of cellulose-rich municipal waste, fermentation, sustainable fuels.

انتاج وقود حيوي من نفايات سليلوزية

د.جذوة عبد الكريم ابراهيم
استاذ مساعد
قسم هندسة البيئة-كلية الهندسة –جامعة بغداد

د.حرب عادل
رئيس مهندسين زراعيين اقدم
وزارة الزراعة

مروان حسين عبد الامير
كلية الهندسة –جامعة بابل

الخلاصة

تم استخدام اربع انواع من المخلفات الصلبة المنزلية الغنية بالسليلوز والمتضمنة قشور البرتقال وقشور الموز والمخلفات النباتية المحيطة بعرنوس الذرة ونشارة الخشب كمواد اولية. غالبا ماتحتوي هذه المواد على كميات عالية من اللكنين الذي يعيق وصول الاحياء المجهرية الى مادة السليلوز واتمام عملية التسكير ، تم استخدام الانزيم والانزيم مع الحامض المخفف والحامض المخفف يتبعه معالجة حرارية كطرق معالجة ابتدائية ضرورية لتكسير اللكنين وانتاج نسبة اعلى من السكر المتبقي وبالتالي نسبة اعلى من الكحول. اثبتت النتائج ان استعمال حامض الهيدروكلوريك المخفف بنسبة 1% يتبعه معالجة حرارية بدرجة121°م ولمدة 30دقيقة انها افضل طريقة معالجة مقارنة مع الطرق اعلاه في انتاج سكر الكلوكوز اذ اعطى مسحوق قشر البرتقال اعلى نسبة تحول الى الكلوكوز6000 ملغم/لتر في اليوم الرابع من بدء عملية التسكير (Saccharification) . تم اجراء عملية التخمير لعينات محلول السكر الناتج عن تسكير مسحوق قشر البرتقال باستعمال الخميرة Saccharomyces cerevisiae وتم قياس تراكيز الكحول الناتج

ووجد ان اعلى نسبة تحول كانت بعد مرور 94 ساعة من بدء عملية التخمروبلغ 1300 ملغم/لتر وعليه فان هذه النَتائِج تشيرالى المستقبل الواعد لانتاج كحول الايثانول من النفايات السليلوزية الصلبة وعلى نطاق واسع.
الكلمات الرئيسية: الكحول، وقود حيوي، معالجة النفايات الصلبه البلدية الغنية بالسليلوز، التخمير، الوقود المستدام.

1. INTRODUCTION

In a world where the dumping of wastes is causing serious harm to the flora and fauna of the areas surrounding the dumping sites, the concept of using the wastes for production of energy forms a solution which is easily adoptable, cheap and efficient. One of the most abundant sources of energy in the world is the bio-polymer cellulose, which forms a major component of most plant and algal cell walls. The ability of organisms such as species of Trichoderma, Aspergillus, and Clostridium, etc. to produce the enzyme cellulose enables them to hydrolyze this cellulose into its constituent glucose units, **Taherzadeh, et al., 2007**. The glucose can then be utilized by organisms of the genera Saccharomyces which can ferment the glucose into alcohol such as ethanol, **Perlack, et al., 2005.**

Cellulose is the most abundant polysaccharide on earth and a major polymeric chain of glucose molecules. The cellulose molecule is comprised of long chains of cellobiose molecules joined together by β-1,4-glucosidic bonds. The molecular weight of the cellulose ranges from 300,000 to 500,000 (1,800 to 3,000glucose units) **Goyal, 2011**. Pure cellulose has a low solubility in water, and the molecules are tightly bound together by hydrogen bridges to form chains. Cellulose can break down to form glucose by either acid or enzymatic hydrolysis. One kilogram of cellulose is capable of being convened to 0.5 kg of glucose. This process is used by the ruminants (cows, deer, sheep, etc.) for the production of glucose, whereas other animals cannot digest cellulose and must ingest sugars directly, **Carere, et al., 2008**. One constraint to the production of cellulose is available land, because land that could be used for cellulose production may instead have to be used for other purposes, such as food production. On the other hand, the cellulose found in waste is a "free" source, as no additional land is needed for its production and no additional resources must be allocated, **Lynd et al., 2005**.

The reclamation of cellulose from wastes thus makes a great deal of sense, it does not compete with food production and it's available at low costs. In municipal solid waste (MSW) cellulose is found mostly in fruit rinds, paper, paper products, which constitute a major fraction of refuse. Wood and cotton are also sources of cellulose, but their fraction within the waste stream may be small. The production of ethanol from lignocellulosic biomass [corns over, wheat straw, sugarcane bagasse, rice straw, rice hull, corn cob, oat hull, corn fiber, woodchips and cottons talk; grass, alfalfa, and various weeds such as Saccharumspontaneum, Lantana camara, Eichhorniacrassipes (water hyacinth), etc.] has become one of the best alternatives, because these sources have widespread abundance and the cost of their procurement is relatively cheap, **Perlack, et al., 2005.**

1.1 Ethanol

Ethanol is an oxygenated fuel with high octane value like that of petroleum fuels. Ethanol is known to run combustion engines at higher compression ratios and thus provides superior performance, **Wheals, et al., 1999**.The blending of ethanol into petroleum-based automobile fuels can significantly decrease petroleum use and release of greenhouse gas emissions. Further, ethanol can be a safer alternative to the common additive, methyl tertiary butyl ether (MTBE), in gasoline. Thus, ethanol can be a substitute to mitigate the problems associated with the rising energy demands

across the world as well as a way to reduce greenhouse gas emissions to an extent of 85%, **Perlack, et al., 2005.** Ethanol can be produced either from petroleum products or from biomass, such as agriculture residues. The technological advances in recent years are promising to produce ethanol at low cost from lignocellulosic biomass knowing as bioethanol, **Aden, et al., 2002**. Bioethanol production from sugar cane and starch rich feed stocks such as corn, potato, fruits etc., is considered first generation process and it has already been developed. The long-term viability of this process is in question because it will require significantly increased amounts of cultivatable land and significant hike in food prices that will ultimately lead to food insecurity, **Mitchell, 2008**.

Estimates clearly point to the fact that first generation ethanol production process can not sufficiently meet the global energy needs. Therefore, second generation processes to produce bioethanol are gaining momentum. The second generation processes will use lignocellulosic materials for this purpose. Thus the objective of the present study is to investigate the possibility of bioethanol production from lignocellulosic materials relying on technologies that will efficiently hydrolyze cellulosic biomass to fermentable sugars.

1.2 Cellulosic Biomass and Their Sugar Composition

Lignocellulosic biomass consists of lignin, cellulose, hemicellulose, pectin and other components as shown in **Fig.1**. Cellulose is the principle component of lignocellulosic biomass and its concentration ranges from 40 to 50% of the dry weight **Fengel and Wegener, 1984.** Cellulose is from a family of organic compounds called polysaccharides, which are polymers of simple compounds called monosaccharaides, such as glucose. The cellulose molecules are bound together tightly by a large number of hydrogen bridges along the chain. The degree of polymerization and crystallinity of cellulose varies from species to another and this is shown to have a significant impact on hydrolytic process (acidic and enzymatic) **Zhang, et al., 2004**. Hemicellulose is less complex, its concentration in the lignocellulosic biomass is 25 to 35% and it is easily hydrolysable to fermentable sugars. Hemicellulose is a heteropolysaccharide composed of pentoses (D-xylose and D-arabinose), hexoses (Dmannose, D-glucose and D-galactose) and sugar acids **Saha, and Cotta, 2007**. Softwood hemicellulose mainly contains mannose as a major constituent whereas hardwoods mainly contain Xylans**Balan, et al., 2009.**

Lignin is the third major component of lignocellulosic biomass and its concentration ranges from 20 to 35% **Aden, et al., 2002**. It is a complex polymer of phenyl propane. Lignin acts as cementing agent and an impermeable barrier for enzymatic attack. Lignin provides plants with the structural support and impermeability they need as well as resistance against microbial attack and oxidative stress. These properties of lignin may be attributed to its amorphous nature, water insolubility and optical inactivity. The later properties also make it tough to degrade **Fengel, and Wegener, 1984.**

2. MATERILS AND METHODS

2.1 Experimental Work

All sets of experiments were conducted in a batch mode at room temperature unless mentioned. The experimental work was carried out in the laboratory of Graduate Studies in the Department of Environmental Engineering in College of Engineering and Department of Biotechnology in College of Science /University of Baghdad. Four types of cellulose-rich municipal solid wastes (residuals) were used as raw materials including orange and banana peels, corn residues, and saw dust.

Residuals were collected individually, weighed and dried at 110 C˚ for 18 h. in an air-drying oven (Hamilton).
Samples were ground into powder using food processer (Brown, China), sieved to obtain fine uniform powder. Dried powder samples were stored in sealed plastic bags at room temperature. Three different treatment methods as in below were investigated to determine the most efficient method for glucose production, and to determine the kind of sample containing maximum glucose concentration to be utilized for yeast fermentation.

2.1.1 Enzymatic hydrolysis

Enzymatic hydrolysis was determined according to the method described by Wilkins, **Wilkins, et al. 2007.** Ground residuals were added into 250 ml conical flasks containing 50 mM sodium acetate buffer at pH 4.5 to obtain 100 ml of sample/water slurry with solid fractions of 2, 4, 6, 8, and 10%. The slurries were hydrolyzed by using varying concentration of enzyme (2.0-5.0 ml) and with continuous shaking at incubation temperature of 30°C for 7 days**.** A sample of 10 ml was drawn each day, filtered and centrifuged at 1000 rpm for 30 min. to obtain clear supernatants. Two ml of the supernatant was mixed with 3 ml of DNS (3, 5-dinitrosalicylic acid) to determine the level of reducing sugar, heated for 15 min in a water bath. The DNS reagent will react with any sugar if present, producing a red-brown product. Samples were cooled to room temperature and 6 ml of distilled water was added to each and shacked well. One ml of Rochelle salt (4gof $CuSO_4.5H_2O$ hydrated copper sulphate with 24 g Na_2CO_3 sodium carbonate, 16g sodium potassium tartrate $NaK(CH_2OH)_2(COO)_2.4H_2O$ in 100 ml distilled water) was added to the supernatant to fix the color (red-brown) products before measuring the absorbance of the supernatants at 575 nm in an spectrophotometer instrument **Miller, 1959**. Glucose concentration was also measured by a glucose HK assay kit from Sigma at 505 nm.

2.1.2 Chemical and thermal hydrolysis

In chemical and thermal hydrolysis processes dilute hydrochloric acid of (1%) was used according to the method described by **Yang et al., 2002.** Samples with dilute HCl acid were mixed at a solid/liquid ratio of 2, 4, 6, 8, 10 g in 100ml for 15 min at 30°C. Followed by steam treatment undertaken in an autoclave at a constant temperature of 121°C for 30 min. Samples were filtered using textile fiber. A sample of 10 ml was drawn individually each day, filtered and centrifuged at 1000 rpm for 30 min. to obtain clear supernatants **Yang, et al., 2002.** Glucose concentration was also determined using the glucose HK assay kit. The same procedures above were repeated by using dilute sulfuric acid $H_2SO_4$of (1%) and sodium hydroxide NaOH as alternative chemical hydrolysate.

2.2 Microbial Fermentation

Fermentation of the reaction mixture containing reduced sugar was carried out for seven days of incubation at 30°C in an incubator shaker. A 5% of the yeast inoculum was added to the substrate for fermentation to convert simple sugars to alcohol using *Saccharomyces cerevisiae*. Sampling was done after 24, 48, 72, 96, 120, 144 and 168h of incubation. Ethanol concentration was determined by gas chromatography (GC) using Perkin Elmer Gas Chromatograph with a flame ionization detector and nitrogen as carrier gas. The GC was set at 150 ˚C as oven temperature, 200°C as injection temperature and 220°C as detection temperature. Standards were prepared by using 5ml

ethanol alcohol. Ethanol concentration was calculated based on the area under the peak for samples and standard solutions.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Influence of Different Pretreatment Methods

The influence of different pretreatment methods on glucose and ethanol yields for four different municipal waste samples were investigated in the supernatant of the samples. **Fig.2** determines the most effective pretreatment process for saccharification, as in **Fig.2 process c** shows that the highest cellulose conversion to glucose was 10 mg/l of orange peel powder using dilute hydrochloric acid and thermal treatment as a pretreatment method. Results indicate that dilute HCl acid breaks most of the cellulose and hemicelluloses in the samples and leaves the cellulose fibers easily accessible for scarification after being autoclaved at 121℃ for 30 min. The highest yields of reducing sugars were observed to be 10 mg/l (glucose) for 10g of orange powder. **Fig.2** also revealed that enzyme and enzyme combined with acid pretreatment processes were found to produce lesser amounts of sugars (1.0 mg/l and 3.0 mg/l for 10g respectively for orange powder. Higher acid concentrations could be used to overcome low glucose yield, but dilute acids pretreatment is preferred for its easy operation, and comparatively low cost. **Fig.3** shows that saccharification is valid for different weights of orange peel powder and the values increased with increasing saccharification time and mostly peaked after 96 h of incubation (the fourth day). The peaking of glucose concentration at 96 h could be attributed to depletion of the hydrolysable polysaccharides. **Fig.3** revealed a maximum glucose concentration of 5800 mg/l for10g orange peel powder substrate which was selected for the subsequent experiments. Orange peel powder substrate was hydrolyzed using (HCl, H_2SO_4, NaOH) as pretreatment processes. Samples were analyzed each 24 h. Dilute HCl followed by autoclaving proved to yield the highest glucose concentration of 5650 mg/l for 10 g orange peel powder at 96 as shown in **Fig.4** .

Fig.5 ascertained the previous approval that dilute HCl acid also gave the highest glucose concentration of 6500 mg/l in other experience, dilute H_2SO_4 gave 5000 mg/l and NaOH gave 1000 mg/l at 96 h. For the dilute HCl hydrolysate medium, pH was investigated. It was 5.6 on day one, decreased slowly and remained above 5.4 throughout the initial 4 days of fermentation and then decreased rapidly from 5.4 to 4.7 after 4 days of cultivation. The pH behaved steadily around 5.0 during the entire fermentation process and did not affect the growth of yeast cells as shown in **Fig.6.**

3.2 Fermentation

A concentration of glucose of 6000 mg/l was fermented by *Saccharomyces cerevisiae*. **Fig.7** shows the time course of ethanol production as glucose from fermented orange peel powder. The glucose concentration decreased gradually from 6000 to 3000 mg/l through 4 days (96h) upon using dilute HCl. The ethanol production rate in the early phase of the culture was relatively slow but rapidly increased after 48h and peaked after 96 h of incubation and then slightly decreased, apparently due to ethanol oxidation to aldehydes and carboxylic acids as shown in **Fig.8.** Fermentation was completed after 96h, where ethanol reached a maximal concentration of 1300 mg/l. This indicates that the consumption of glucose by yeast cells was virtually in sync with the ethanol production. The ethanol yield was calculated according to the following equation:

$$\text{Ethanol consumption} = \frac{\text{Ethanol produced mg}}{\text{Remaining glucose mg}} \quad (1)$$

Ethanol consumption = (1300 mg)/(3000 mg) = 0.43 mg ethanol/mg glucose after 96h .
Which is substantially close to the ethanol yield (0.45 g ethanol/g glucose) reported by **Zhang, et al., 2004** and in agreement with those obtained from hydrolysis dry mass peel. Ethanol yield along the fermentation process is shown in **Fig.8**. The results suggest that *Saccharomyces cerevisiae* can grow well in the medium and can convert glucose to ethanol in convenient concentration.

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

4.1 Conclusions

Dilute acid followed by autoclaving proved to be the most efficient pretreatment methods to treat cellulose-rich municipal solid wastes (residuals) of orange peel and sawdust. Significant amounts of reducing sugars were obtained at the end of the saccharification process, using orange peel waste which proved to give the highest glucose concentration of 6000 mg/l on day 4. Fermentation was carried out for the hydrolyzed samples using *Saccharomyces cerevisiae*. The amount of ethanol produced after fermentation were analyzed by gas chromatograph and found to be the highest for the same fruit of 1300 mg/l and a yield value of 43% after 96h. The results indicate the promising future for generation of ethanol from cellulosic wastes on a large scale**.**

4.2 Recommendations

Future research may follow the suggested pathways:

1. Verification on a larger scale of the process is needed to demonstrate that the unit operations of enzyme, enzyme and acid, and acid hydrolysis will perform as anticipated on a larger-than-laboratory scale, as well as to determine what problems may occur during the operation of the integrated process.
2. Basic laboratory research is needed to improve the unit operations in order to improve process economics and develop an advanced strain of bacterium that could lead to more efficient fermentation of cellulosic materials and expand the amount of biomass material that can be converted into ethanol.
3. Suggesting pretreatment methods to improve ethanol production that should make the lignocelluloses available to the enzymatic attack, in order to obtain an efficient hydrolysis.
4. The data obtained in this research could be benchmarked against data presented for other type of food waste or bioreactor configurations such as pH, temperature, mass fraction or pretreatment acid concentration through the entire process.

REFERENCES

- Aden A, Ruth M, Ibsen K, JechuraJ,Neeves K, Sheehan J, Wallace B (2002). *Lignocellulosic biomass to ethanol process design and economics utilizing co-current dilute acid prehydrolysis and enzymatic hydrolysis for corn Stover.* Technical Report: NREL/TP 510-32438. National Renewable Energy Laboratory. Golden, Colorado, USA., pp. 1-154.

- Balan V, Sousa LDC, Chundawat SPS, Marshall D, Sharma LN, Chambliss CK, Dale BE (2009). *Enzymatic digestibility and pretreatment degradation products of AFEX-treated hardwoods (Populusnigra).* Bioethanol. Prog., 25: 365-375.
- Carere CR, Sparling R, Cicek N, Levin DB (2008). *Third generation biofuels via direct cellulose fermentation*. Int. J. Mol., Sci. 9: 1342-1360.
- Fengell D, and Wegener G (1984). *Chemical composition and analysis of wood. In Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter de Gruyter, Berlin, pp. 26-65.
- Goyal, Garima (2011). Consolidated Bio-Processing of Cellulosic Biomass for Efficient Biofuel *Production Using Yeast Consortium*Series:A Thesis submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Master of Science in Chemical and Environmental Engineering in University of California Riverside
- Lynd LR, Van Zyl, McBride JE, Laser M (2005). *Consolidated bioprocessing of cellulosic biomass: An update.* Curr. Opin. Biotechnol., 16: 577-583.
- Mitchell D (2008). *A note of rising food prices*. Policy research working paper 4682. Development Prospects Group. The World Bank, Washington D.C., USA., pp. 1-21.
- Miller GL (1959). *Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar.*Annl Chem.;31:426–428.
- Perlack RD, Wright LL, Turhollow AF, Graham RL, Stokes BJ, Erbach DC (2005). *Biomass as a feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: The technical feasibility of a billion-ton annual supply.* Oak Ridge National laboratory. USA., pp. 1-78.
- SahaBC, and Cotta MA (2007). *Enzymatic saccharification and fermentation of alkaline peroxide pretreated rice hulls to ethanol.* Enzyme Microbiol. Technol., 41: 528-532.
- Taherzadeh, M. J., and Karimi, K., (2007). *Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Materials: A Review*. BioResourcesVol 2: 472-499.Mass loss
- Wheals AE, Basso LC, Denise M, Alves G, Amorim H (1999). Fuel ethanol after 25 years. Trend. Biotechnol., 17: 482-487.
- Wilkins Mark, SuryawatiLilis, Maness Niels and Chrz Donna., (2007). *Ethanol production by Saccharomyces cerevisiae and Kluyveromycesmarxianus in the presence of orange-peel oil*. World Journal of Microbiology and Biotechnology 23: 1161-1168.
- Yang B,Boussaid A, Mansfield SD, (2002). *Fast and Efficient Alkaline Peroxide Treatment to Enhance the Enzymatic Digestibility of Steam Exploded Soft Wood Substrate*. Biotechnol. Bioeng, 77: 678- 684.
- Zhang X, Yu H, Huang H, Liu Y (2004). *Evaluation of biological pretreatment with white-rot fungi for the enzymatic hydrolysis of bamboo culms*. Int. Biodivers. Biodegrad., 60: 159-164.

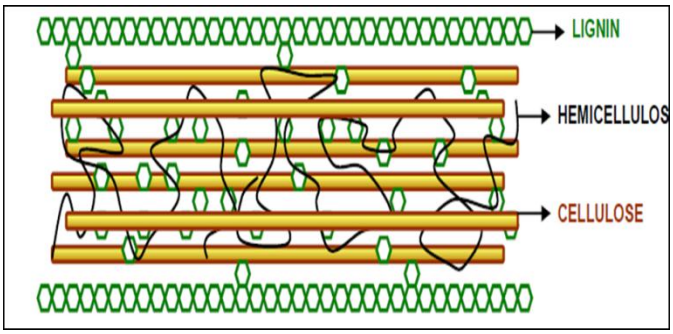


Figure 1. Representation oflignocellulosicstructure showing cellulose, hemicellulose and lignin fractions **(Fengel and Wegener, 1984) .**

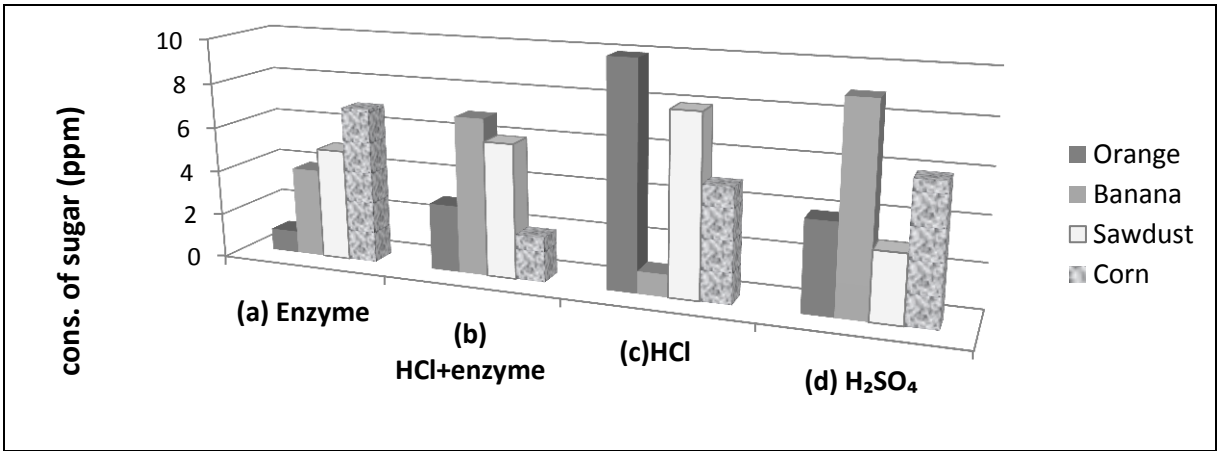


Figure 2. Concentration of reduced sugar after pretreatment with(a) enzyme (b) 1% HCl and enzyme (c) 1% dilute HCl followed by autoclaving at121℃ for 30 min (d) 1% sulfuric acid followed by autoclaving at121℃ for 30 min

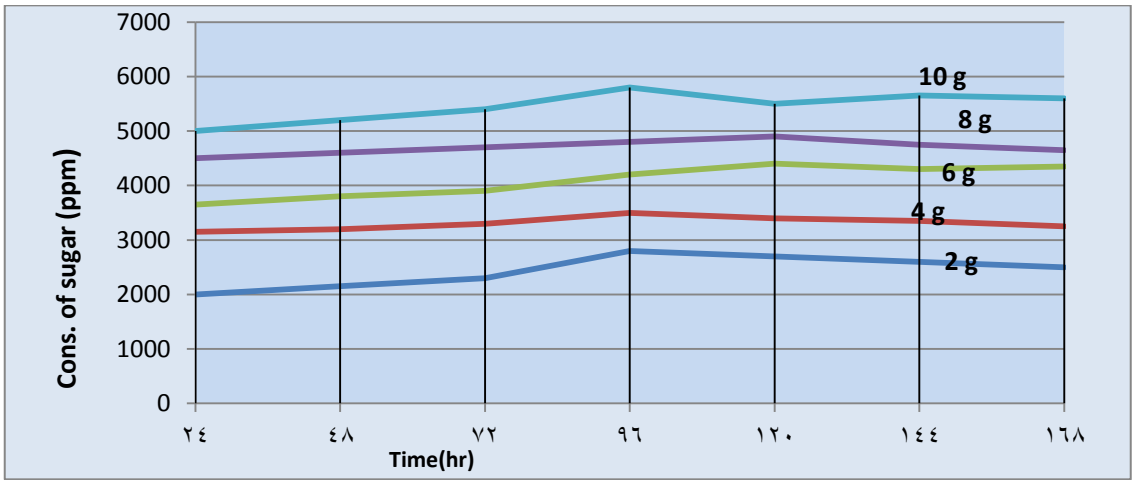


Figure 3. Time course of glucose production from lignocellulosic orange peel powder using 1% HCl followed by autoclave at 121℃ for 30 min.

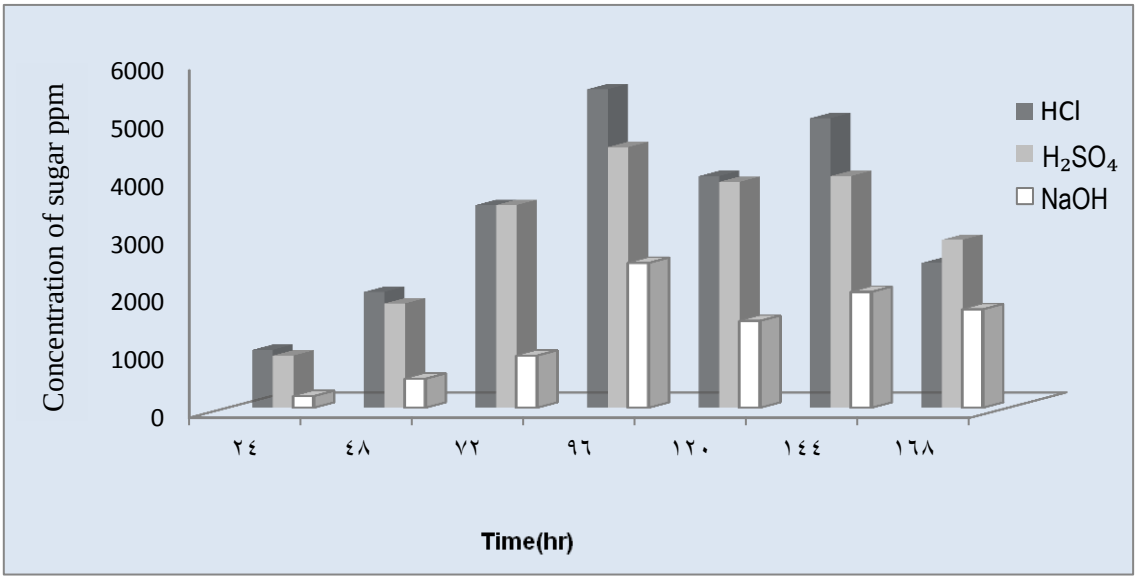


Figure 4. Time course of glucose production for 10g lignocellulosic orange peel powder using HCl, $H_2SO_4$and as hydrolysate.

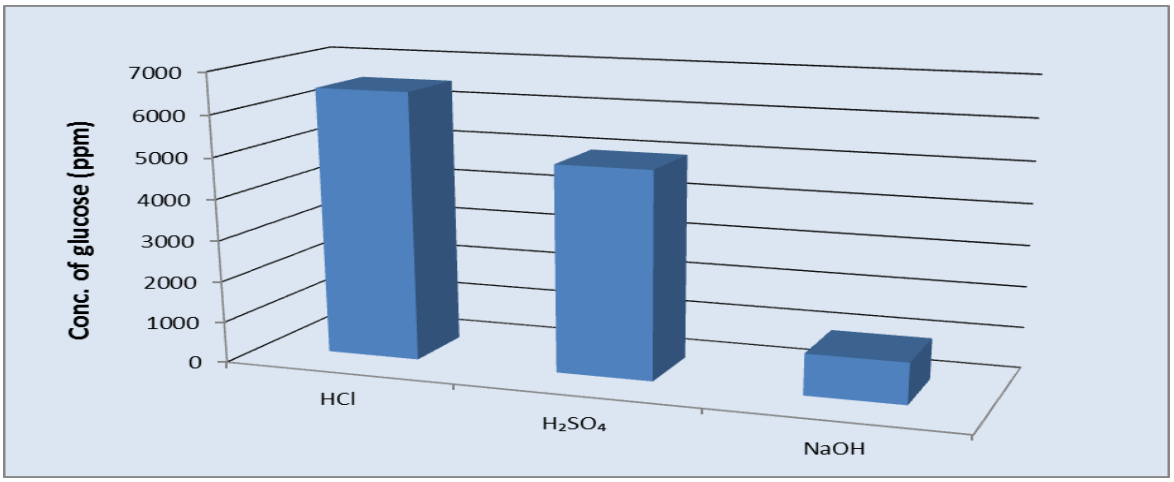


Figure 5. Glucose production using dilute acids and alkaline pretreatments for 10g orange peel at 96 hr.

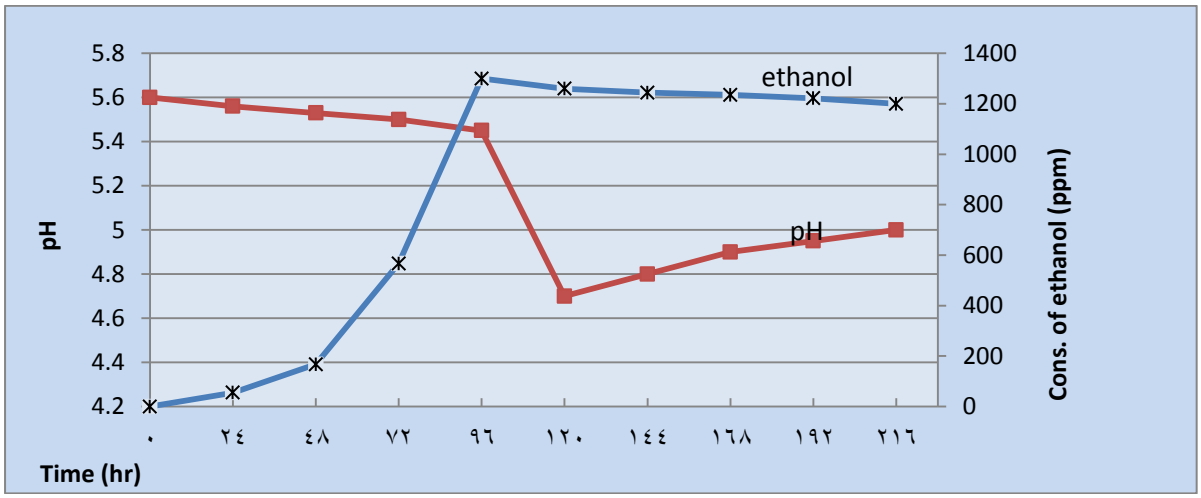


Figure 6. pH profile within the fermentation process with time.

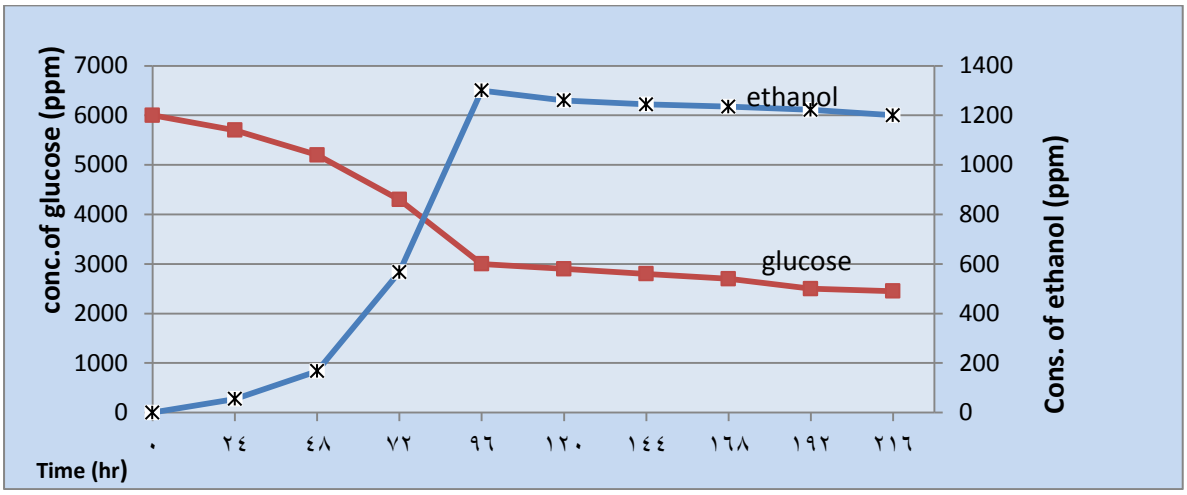


Figure 7. Ethanol and sugar concentration with time.

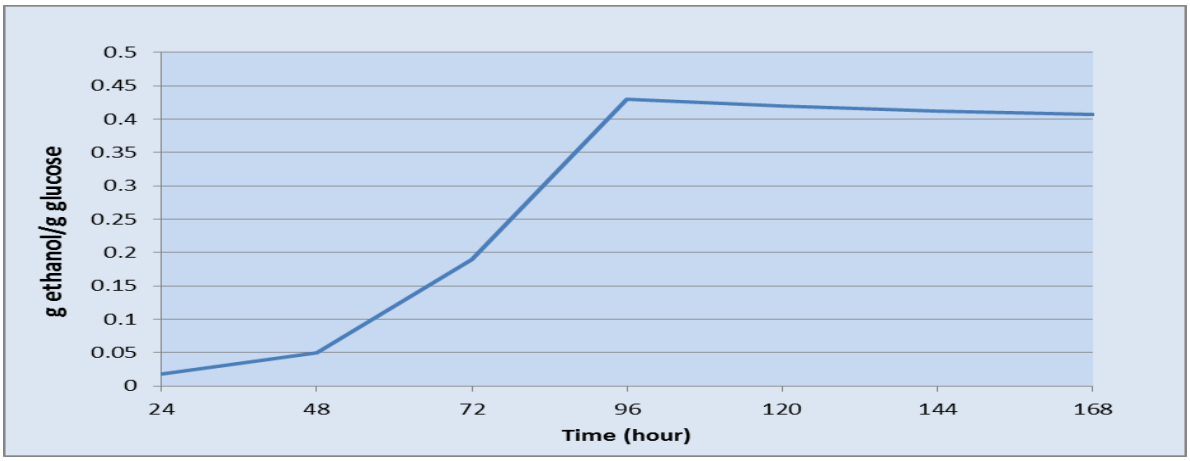


Figure 8. Ethanol yield with time

Experimental and Numerical Investigation of Hyper Composite Plate Structure Under Thermal and Mechanical Loadings

Mohsin Abdullah Al-Shammri
Assistant Professor
College of Engineering-University of Baghdad
Email:dr.alshammari@uobahdad.edu.iq

Sahar Emad Abdullah
Engineer
College of Engineering-University of Baghdad
Email:sejad.adil@yahoo.com

ABSTRACT

In this study eleven models of the rocket fins were made of hyper composite material with different values of volume fraction of components (70%, 60%,50% for polyester, 40%, 30%,25%,20%,10% for fibers and 0%, 5%, 10%, 20%, 30%,40%for powder) to produce an isotropic composite plate structure. The reinforcement of the matrix is done by mixing of the polyester resin with the carbon fiber and carbon powder. Mechanical and thermal properties were evaluated by conducting several tests. A concentrated load was applied on these models the effect of adding the carbon powder on the maximum deflection and the effect of temperature on this deflection were studied and discussed. The temperature range was suggested according to the matrix ability and applications. The experimental results were verified numerically using ANSYS finite element program. The results showed that the addition of carbon powder to the composite material composed of polyester and glass fiber leads to increase the value of Young 's Modulus (maximum value 6.36 GPa) and decrease the amount of maximum deflection. The maximum deflection was increased with the increasing of temperature. The lowest value of maximum deflection was occurred in the model composed of (50% polyester,30%glass fiber and 20% powder) which reached to 1.56 mm. The comparison between experimental and numerical results showed a good agreement between them.

Key words: rocket fins, hyper composite material, maximum deflection, thermal and mechanical loads.

دراسة عملية وعددية للصفائح المركبة الهجينة تحت تأثيرالاحمال الميكانيكية والحرارية

أ.م.د. محسن عبد الله الشمري
استاذ مساعد
كلية الهندسة-جامعة بغداد

المهندسة سحر عماد عبد الله
باحثة
كلية الهندسة-جامعة بغداد

الخلاصة

في هذا البحث تم تصنيع احد عشر نموذج من زعانف الصاروخ صنعت من مادة مركبة هجينة ذات كسور حجمية مختلفة (70% 60%,50% للبوليستر و 40%, 30%,25%,20%,10% للالياف و 0%, 5%, 10%, 20%, 30%,40% للباودر)لأنتاج صفيحة من مادة متماثلة الخواص. ان المادة الاساس قويت باستخدام الياف الزجاج مع باودر الكاربون. درست الخواص الميكانيكية والحرارية من خلال اجراء عدة اختبارات. سلط حمل متمركز على هذه النماذج وتم حساب اقصى انحراف لها مع دراسة تأثير درجة الحرارة على ذلك الانحراف. ان مدى درجات الحرارة كان بالاعتماد على قدرة المواد المستخدمة والتطبيقات العملية. تم التحقق من النتائج العملية عدديا باستخدام برنامج انسز. أظهرت النتائج أن إضافة مسحوق الكاربون للمادة المركبة المكونة من مادة البوليستر والألياف الزجاجية يؤدي إلى زيادة معامل المرونة حيث وصل الى 6.36 GPa وخفض الحد الأقصى للانحراف. ازدادت قيمة الحد الأقصى للانحراف بزيادة قيم درجات الحرارة المسلطة على النموذج. ووجد ان أقل قيمة للأنحراف الأقصى ظهرت في النموذج المكون من (50% بوليستر و30% الياف زجاج و20% باودر كاربون) حيث بلغت (1.56 mm). ان المقارنة بين الدراسة العملية والعددية بينت ان هناك اتفاقا جيدا بينهما.

الكلمات الرئيسية: زعانف الصاروخ، مواد مركبة هجينة، أقصى انحراف، احمال حرارية وميكانيكية

1. INTRODUCTION

1.1 Hyper Composite Material

Hyper composite material is more advanced composite as compared to established fiber-reinforced polymer (FRP). Hyper composite material can have more advanced than single reinforcing phase with a single matrix phase or multiple matrix phases with single reinforcing phase or multiple matrix phases with multiple reinforcing phase. It is possible to obtain the advantage of the various fibers while coincidental mitigating their undesirable qualities by combining two or more kinds of fibers, **Mutsuyoshil** and **Aravinthan**,**2010.**

There are three kinds of hyper composites: matrix hyper, fiber hyper and interfacial hyper. The matrix hyper means combining of two or more type of resin in one composite. The fiber hyper means different fibers using in one textile while interfacial hyper means combining of two or more type of fiber bundles with various surface treatments. The mechanical properties of these hyper composites (high specific strength, high specific stiffness, energy absorption, low density and corrosive resistance) variegated according to changing volume ratio and stacking succession of different plies **Mohammed**, **2013.**

Ibrahim, 2011, studied the influence of reinforcing polymer with graphite and glass particles. The results showed that the hyper composite material (20% glass, 30% graphite, 50% epoxy) has higher flexural strength than polymer matrix material. **Smait** and **Mohammed, 2012,** studied experimentally the effect of graphite filler on the mechanical behavior of glass – polyester composite material at (30% volume fraction). The results showed that the mechanical properties were improved with the increasing of the graphite filler to (7.5%) and it was regressed above this content. **Sakthivel** and **Ragendran, 2014,** fabricated hyper composite material using natural and glass fiber. The results showed that the hyper composite material has higher mechanical properties in the tensile, impact and flexural tests**. Basim et.al, 2014,** prepared hyper composite material using epoxy resin and glass fiber with volume fraction of 6% and calcium carbonate as powder with volume fraction 3% and 6%. The results showed that the increasing in hardness and flexural strength is shown with the increasing of powder volume fraction and smaller particles size.

1.2 Thermal Effect on Composite Material

The environmental conditions have a significant effect on the physical and mechanical properties of engineering materials, which is one of the basic things that should be taken into consideration. In view of the properties of the composite material such as high strength to density ratio and high thermal and electrical insulation and the urgent need to be used in a lot of military and engineering fields such as aircraft, ships, rocket, hydrofoils and space vehicle which are subjected to change in the ambient temperature. This changes in the temperature incite the researchers to study the effect of temperature on the properties of these materials, **Thanon, 2013.**

Putic et.al, 2006, studied the effect of low and high temperature on the impact properties of glass-epoxy composite. The impact strength was presented at three temperature levels. They showed that the impact properties were higher at the elevated temperature and they were the smallest in low temperature. **Abbas, 2007,** studied the influence of temperature on the young modulus, flexural

strength, impact strength and thermal conductivity of hyper composite material manufactured from epoxy with glass fiber and carbon fiber at different temperature (23, 40 and 60) °C with volume fraction of 30%. The results showed that young modulus is decreased with the increasing of the temperature, but, the flexural strength, the impact strength and the thermal conductivity were increased with the increasing of the temperature.**AL-alkawi, et al, 2012,** studied the effect of temperature on the value of the ultimate tensile strength of composite material manufactured of polyester as resin and E-glass woven fiber. The results showed that when the temperature was increased the ultimate tensile strength was increased.

The goal of this research is to manufacture eleven model of Hybrid composite plate (rocket fin) and study the mechanical and thermal properties of these models and then applying a concentrated load to obtain the maximum deflection. In the other hand the thermal effect on this deflection is to be investigated. These models were made of unsaturated polyester with different values of volume fraction of fiber glass and carbon powder.

2. EXPERIMANTAL WORK

2.1 Materials

Unsaturated polyester was used as a matrix. It is viscous liquid, transparent and thermosetting polymer type. It is converted to a solid state by mixing with the hardener (2% of polyester weight). The type of fiber used is E-glass (chopped) and the type of powder is carbon powder (Avg. Diameter:109.86 nm, Purity 99.997%).

2.2 Preparation of Mold and Manufacturing of Tensile Test Samples and Fins

The mold is manufactured of wood and glass so as to make the samples with the desired dimensions [25 cm x 25 cm x 0.3 cm]. And then prepare the mold using wax to insure the clean and smooth facing and also to easy the process of sample removal. **Fig.1.**

There are several methods to manufacture a composite structure. There are advantages and disadvantages for each one of them. It has been using the hand lay out method to prepare the models and samples because it is the simplest procedure to use and the way by which to obtain the samples in different shapes and sizes. The models of rocket fin which have been manufactured in this research are shown in the **Fig. 2.**

2.3 Tensile Test

According to ASTM D638-03 the samples were cut up from the manufacturing plate; 165 mm length, 19 mm width, 3mm thickness [three sample for each sample] as shown in **Fig. 3-a** This test is done in Materials Engineering Department / University of Technology. The tensile test machine is shown in **Fig. 3-b**. The specimen was put in this machine and then pulled hydraulically with strain rate (0.5 mm/min). **Fig. 4** shows the manufactured tensile test specimens before the test and after the failed.

2.4 Thermo-Mechanical Analyzer (TMA) Test

TMA is a technique used to measure the change in the dimensions of sample (length or volume) as a function of temperature. There is widely application for this technique to various material such as polymers, metal, ceramic, glass and fiber etc. It was used in this research to evaluate the Young Modulus and coefficient of thermal expansion as a function of temperature. The device, the dimensions of sample and the manufacturing sample are shown in **Fig. 5**. This test was achieved in polymer department of Ministry of Science and Technology.

2.5 Thermal Conductivity Analyzer (TCI)

TCI is a device used to measure the thermal conductivity and effusively of materials. It can be used for various materials such as powder, liquid, solid and pastes and gives the result in a short time, when compared with other devices. The device, the dimensions of sample and the manufactured sample are shown in **Fig. 6**. This test was achieved in polymer department of Ministry of Science and Technology.

2.6 Bending Test

The aim of this test is to identify the linear behavior of the material under the influence of the applied load vertically to the surface plane of it. The bending test includes the determining of the value of the deflection that occurs by the effect of applying the force. The bending structure rig is consisting of the following parts as shown in **Fig. 7.**

1. Metal vise is used to fix the models of the rocket fins as a cantilever plate
2. Dial indicator is an instrument used to measure the deflection in the tip of the fin due to loading. It was fixed by the holder
3. Load cell is a sensor used to create an electrical signal which it's magnitude is proportional to the applied load.
4. Load cell indicator is used to convert the signal coming back from the load cell into force signal. The type used in this research displays force in kg unit.
5. Power supply is to provide the device with electric power.
6. Electric stove used to heat the models.
7. Thermos-reader with thermocouple is used to measure the temperature of the samples during the test.

All instrument used in this test were calibrated in Central Organization for Standardization and Quality Control. The concentrated force is applied by rotating the screw which is existing on load cell.

3. NUMERICAL ANALYSIS

The analytical solution of the plate bending is depending on the condition of the plate (geometry, boundary condition and load configuration). If these conditions are so complicated, the analytical solution becomes also complicated. In case a complex structure the numerical solution is used to verify the experimental results. The finite element method is a muscular computational technique in order to obtain the solution of integral and different equations that increasing in most fields of science and engineering, **Timoshenko, 1959.**

The deflection of models of fins is analyzed using finite element method by employment ANSYS

program (version 15). The element type used in this research is shell 281 and its geometry is shown in **Fig. 8**. ANSYS recommends against using element in triangle form, zero-area elements are not allowed, zero-thickness elements are not allowed and no slippage is assumed between the element layers' shear deflections are included in the element; however, normal to the center plane before deformation are assumed to remain straight after deformation. Mechanical and thermal properties were defined to create the numerical model, then meshing the model with appropriate mesh, applying boundary condition, applying concentrated load, solving and finally plot the deflection for each model.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The results of hyper composite models of rocket fin included the experimental results of mechanical and thermal properties of these models composed of chopped glass fiber; carbon powder and polyester resin with different volume fraction are listed in **Table 1**. Young modulus experimentally determined from the slope of the stress – strain curve created during tensile test conducted on a sample of material, the unit of it is (Pa or N/m^2). In addition to evaluate the effect of added carbon powder on the maximum deflection of these models and, study the effect of temperature on this deflection; the maximum deflection of isotropic hyper composite models of rocket fins is evaluated experimentally and numerically. A comparison between experimental and numerical results is done.

The mechanical and thermal properties of the fins studied are also shown in **Table 1. Fig. 9** shows the effect of adding powder on the maximum deflection of the fins consist of 30% glass fiber. It is clear that the addition of powder to the composite structure decreases the maximum deflection as a result of an increase in the Young 's Modulus. The same behavior was occurred for the models that consist of 20% glass fiber as shown in **Fig. 10** but in models consist of 10% volume fraction of glass fiber; the maximum deflection is increased then decreased as shown in **Fig. 11**. The effect of replacing of glass fiber with powder is shown in **Fig. 12, 13** and **14** for the models consist of (70, 60 and 50) % of polyester, respectively. These behaviors are happened because of the carbon powder has high value of tensile strength and flexibility if compared with the glass fiber، as well as randomly distributed in the polyester material and ease of penetration of matrix material in these powder and fiber creates a complete interface between the matrix and reinforcement material. But when the value of volume fraction of powder is increased, it leads to increase the maximum deflection due to the reduction in the value of Young's Modulus because of the difficulty of penetration of matrix material in powder and fiber which leads to the weakening of the interrelationship between matrix and fiber, thus reducing the efficiency of carrying the applied load on the composite plate. The same behavior was occurred in the **ref. (12).**

For all models of rocket fins the smallest maximum deflection was occurred in the model no.9 which consist of 50% polyster,30%fiber glass and 20% carbon powder. See **Table 1.**

The effect of temperature on that maximum deflection is shown in **Fig. 15** It is clear that the maximum deflection was increased in all models when the temperature increasing from room temperature to 60 °C because the temperature increase leads to a weak bonding strength between matrix and reinforcing materials thus it becomes soft and it happens a great strain. The minimum effect of temperature was happened in model no. 8 (40% fiber glass,10% carbon powder and 50% polyester

5. CONCLUSION

The most important conclusions that have been reached by this study are:

1. The addition of powder to the composite structure composed of polyester and glass fiber leads to the increasing of Young's Modulus (maximum value 6.36 GPa) and decreasing maximum deflection.
2. The comparison between experimental and numerical investigations showed a good agreement between the results.
3. Increasing of the value of the maximum deflection is happened due to temperature increase.
4. The minimum effect of temperature was happened in model no. 8 (40% fiber glass,10% carbon powder and 50% polyester)
5. the smallest maximum deflection was occurred in the model no.9 which consist of 50% polyster,30%fiber glass and 20% carbon powder.

6. REFERENCES

- Abbas, R., A.,2007, The Influence of Temperature on the Mechanical Properties of Hybrid Composite, Journal of Al-Nahrain University, Vol.10, No.1, PP. 11-23.
- Al-alkawi, H., J., Al-Fatall, D., S., and Ali, A., H., 2012, An Experimental Study on Tensile Modulus and Strength of Metal Matrix Composite Material at Room and Low Temperature, The Iraqi Journal for Mechanical and Material Engineering, Vol.15, No.2, PP 1935-1947.
- Basim, 2014, Effect of industrial powder on mechanical properties of glass fiber reinforced epoxy composite, Iraqi Journal of Physics, Vol.12, No.25, PP. 8-24.
- Ibrahim, 2011, Flexural Properties of Glass and Graphite Particles Polymer Composite, IBN Journal for Pure &Appl. SCI, Vol.24, No.1, 34-43.
- Mohammed, F., and Smait, D., 2012, Mechanical and Tribological behavior of Glass-polyester Composite System Under Graphite Filler Content, Eng. & Tech. Journal, Vol. 30, No. 4, PP. 672-683.
- Mohammed, R., 2013, Study the Effect of Glass Fibers on Mechanical Properties of Epoxy Composites, Eng. & Tech. Journal, Vol. 31, No.5, PP.653-659.
- Mutsuyoshil, H., Aravinthan, T., 2010, Development of New Hybrid Composite Material Consisting of Carbon and Glass Fibers, Saitama University, INC, Japan.
- Sakthivel, A. R., Rajendran, D., 2014, Experimental Investigation and Analysis of a Mechanical properties of Hybrid Polymer Composite Plate, IJETT, Vol.9, N.8.
- Thanon, H., 2013, Effect of Temperature on Mechanical and Thermal Properties of Polyester Matrix Reinforced by Ordinary Glass Powder, Al-Rafidain Journal of Science, Vol.24, No.3, PP.75-85 ز
- Timoshenko, S., 1959, Theory of Plates and Shells, second edition.
- Putic, S., Stamenovic, M., and Bajceta, B., 2007, The influence of high and low temperature on the impact properties of glass-epoxy composites, J. Serb. Chem. Soc. Vol.27, No.7, PP. 713-813.

- "سهامة عيسى ،كاظم مطر و قحطان عدنان ،2010،" دراسة الخواص الميكانيكية لمواد متراكبة هجينة ذات اساس بوليمري مقواة بالالياف ودقائق" مجلة الهندسة والتكنولوجيا ،المجلد 28 ،العدد 4

Table 1. mechanical and thermal properties of the models**.**

Model no.	Volume fraction of polyester %	Volume fraction of fiber %	Volume fraction of powder %	E (GPa)	K (W/m.C)	α (10^{-6})/C	Maximum Deflection (mm)
1	70	30	-	3.7	0.296	17.23	2.7
2	70	25	5	4.65	0.341	18	2.12
3	70	20	10	4.187	0.293	21.89	2.36
4	70	10	20	2.55	0.463	22	3.94
5	60	30	10	5.26	0.396	23.45	1.87
6	60	20	20	3.25	0.586	26.65	3
7	60	10	30	1.73	0.433	27.1	6.04
8	50	40	10	5.53	0.442	12.84	1.84
9	50	30	20	6.36	0.491	16.35	1.56
10	50	20	30	3.06	0.677	19.34	3.15
11	50	10	40	2.6	0.616	21.32	4

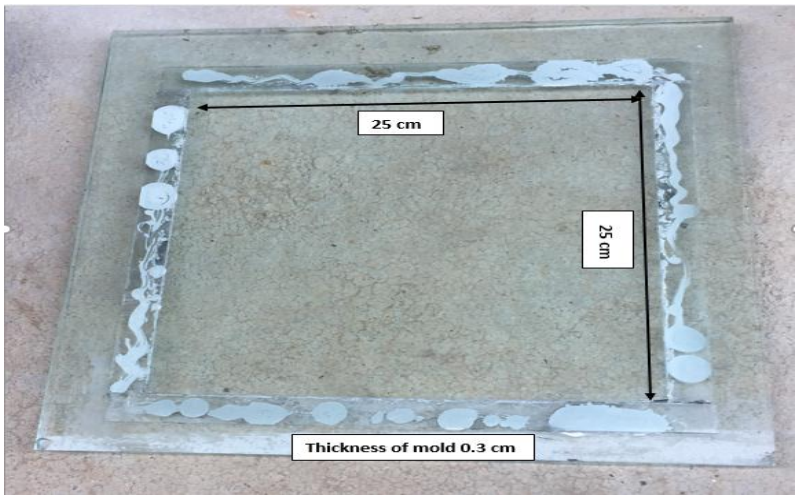


Figure 1. The mold**.**

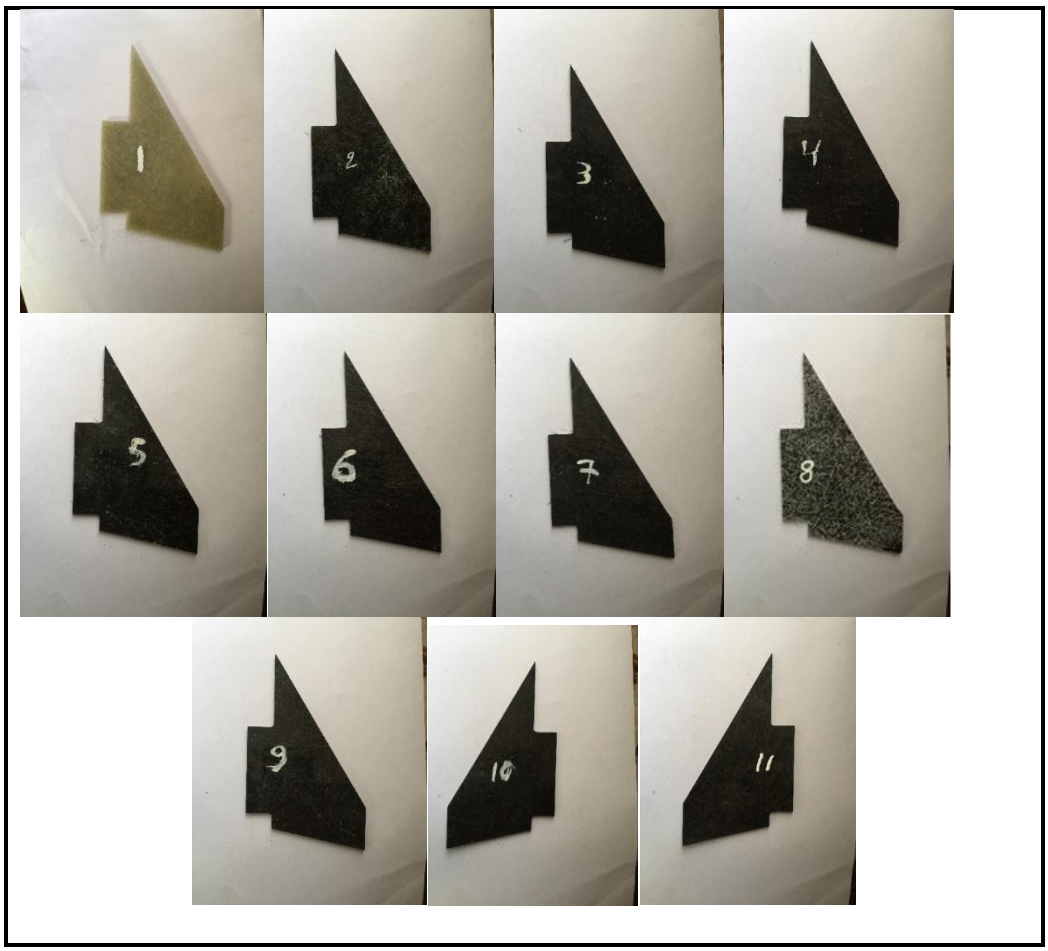


Figure 2. Models of rocket fins.

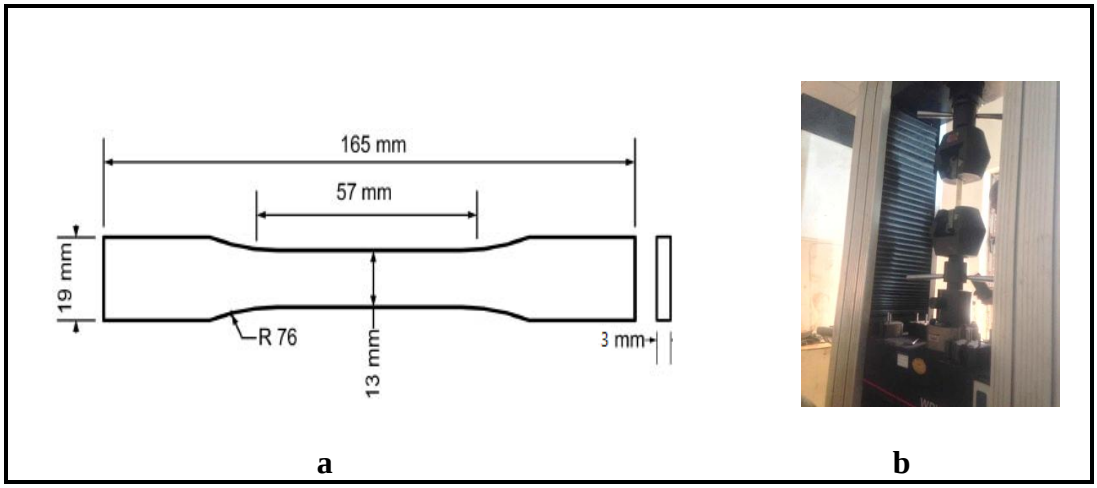


Figure 3. (a) dimensions of tensile test specimen (ASTM D 638-03). (b) tensile test machine.

befor the test

after the failed

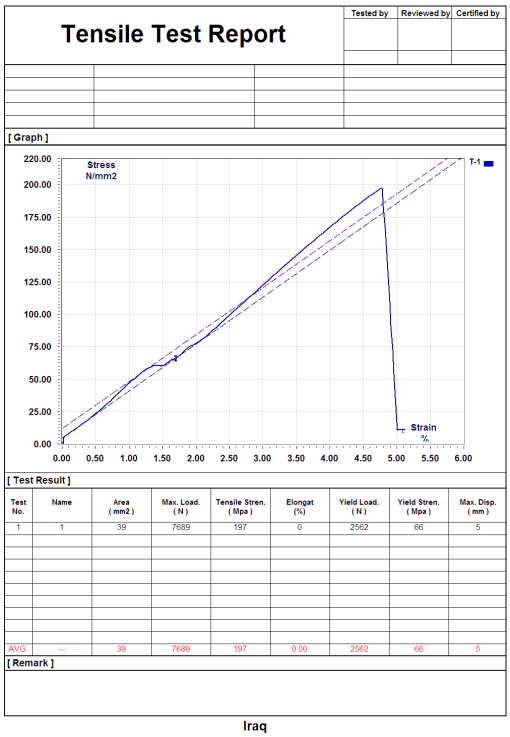
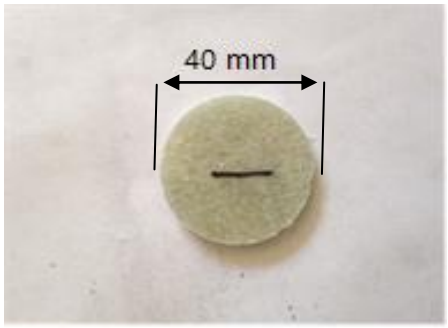


Figure 4. a. Tensile test specimens before the test and after the failed and the tensile test result.

Figure 5. Thermo-mechanical Analyzer (TMA).



Thickness 3mm

TCI device.

Figure 6. Thermo-conductivity Analyzer test (TCI).

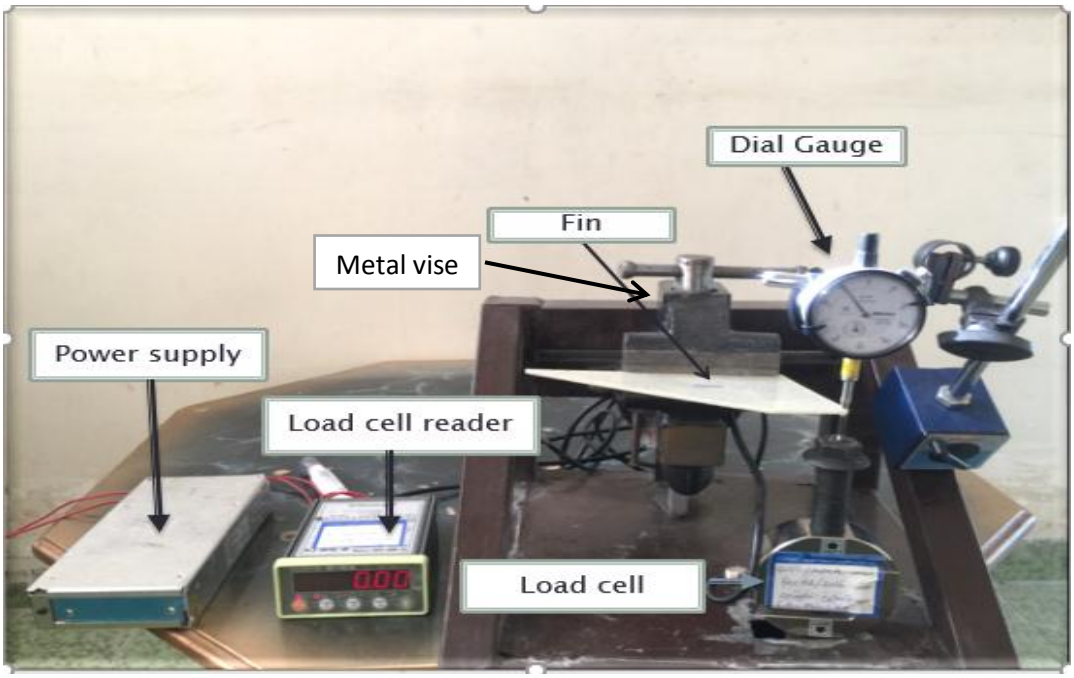


Figure 7. The test rig of bending test.

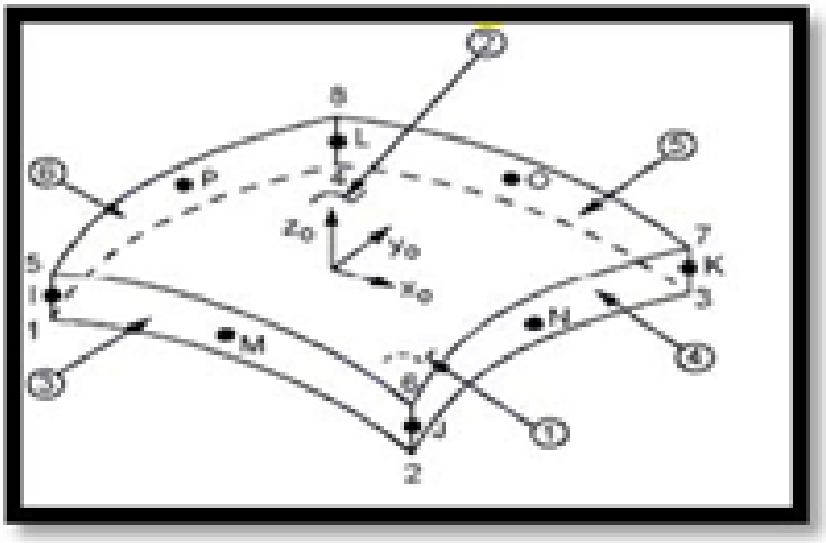


Figure 8. Shell 281 element.

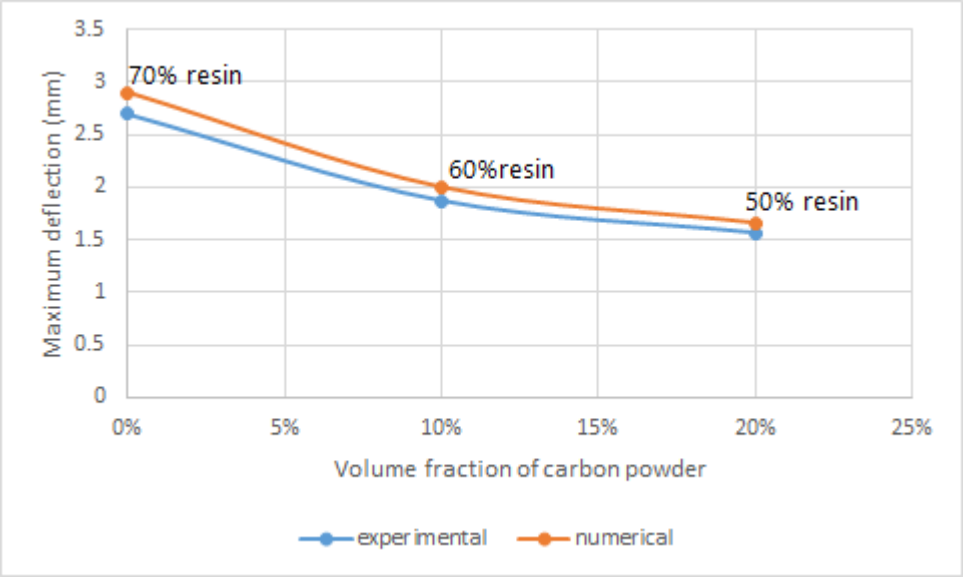


Figure 9. The effect of adding carbon powder on the maximum deflection of the models consist of 30% glass fiber.

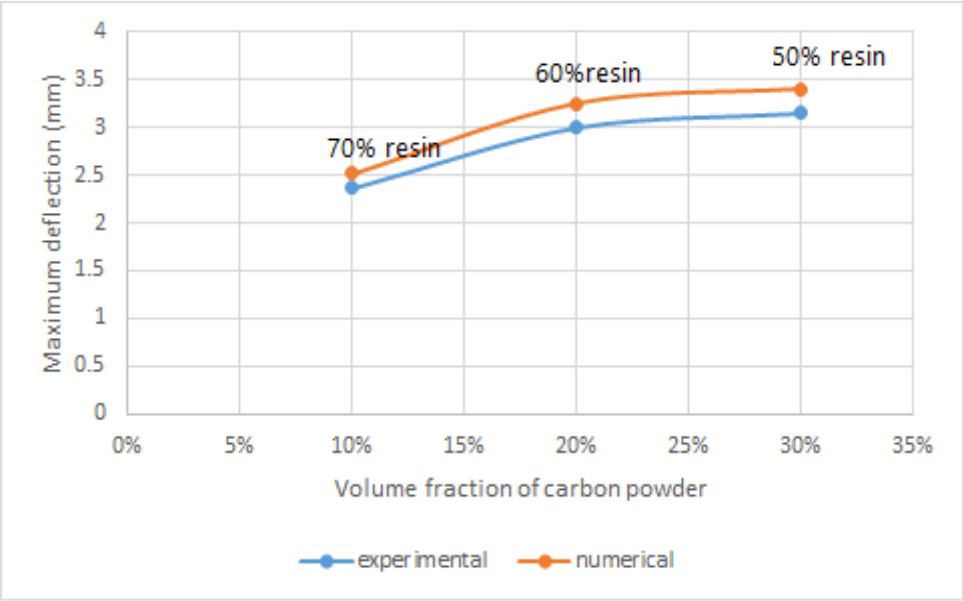


Figure 10. The effect of adding carbon powder on the maximum deflection of the models consist of 20% glass fiber.

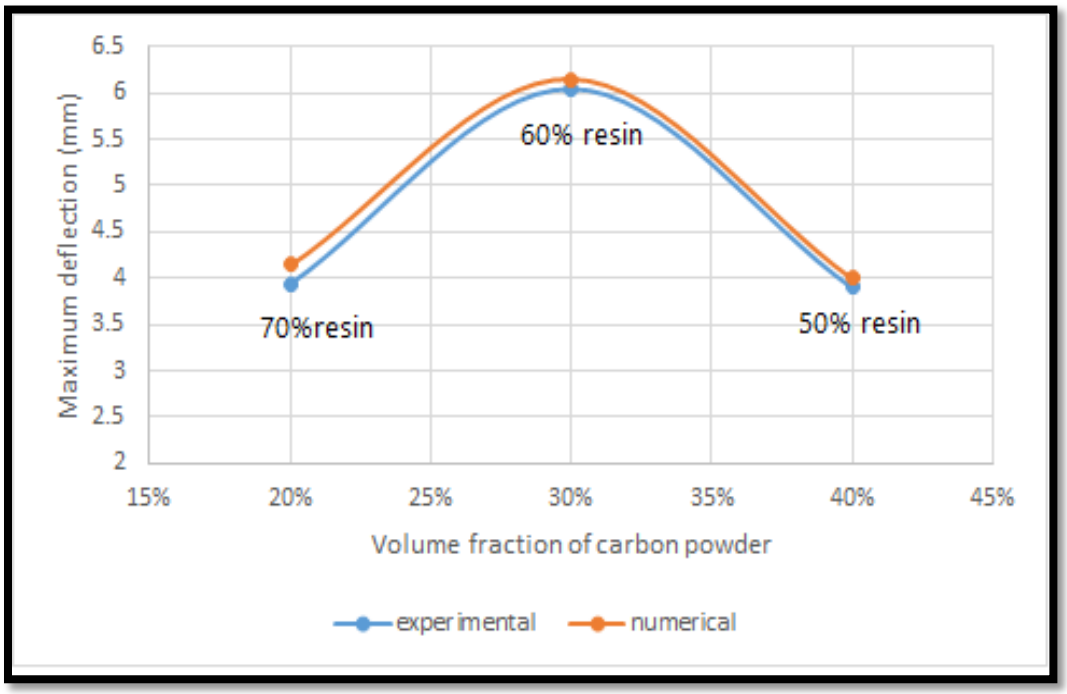


Figure 11. The effect of adding carbon powder on the maximum deflection of the models consist of 10% glass fiber.

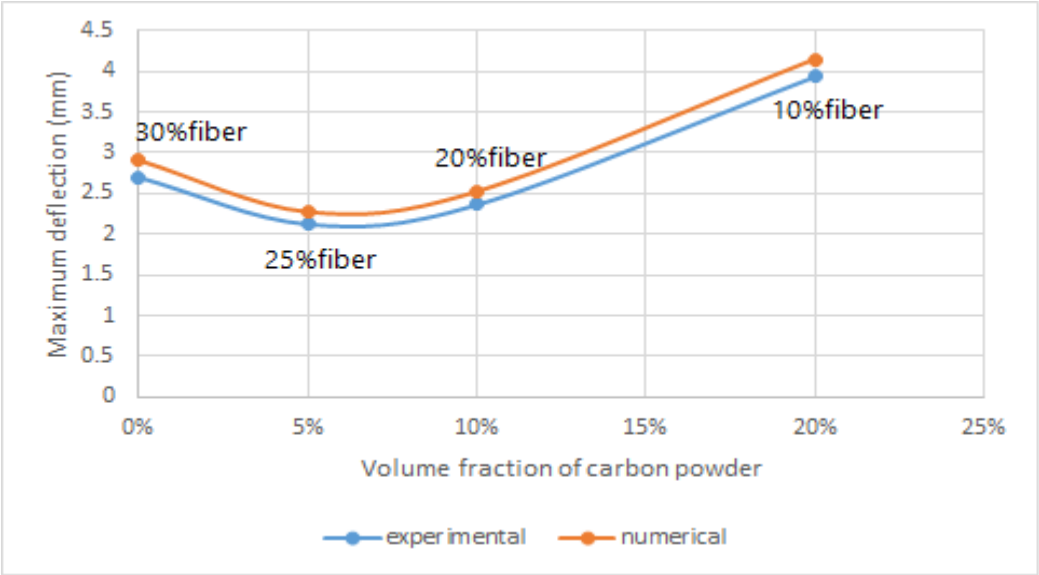


Figure 12. The effect of replace the glass fiber with carbon powder on the maximum deflection of the models consist of 70% polyester.

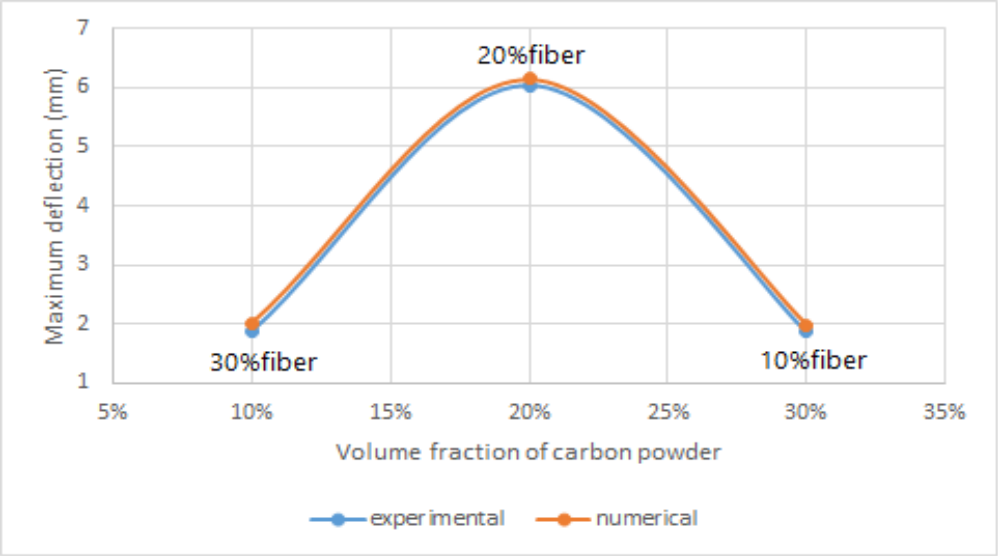


Figure 13. The effect of replacing fiber with powder on the maximum deflection of the models consist of 60% polyester**.**

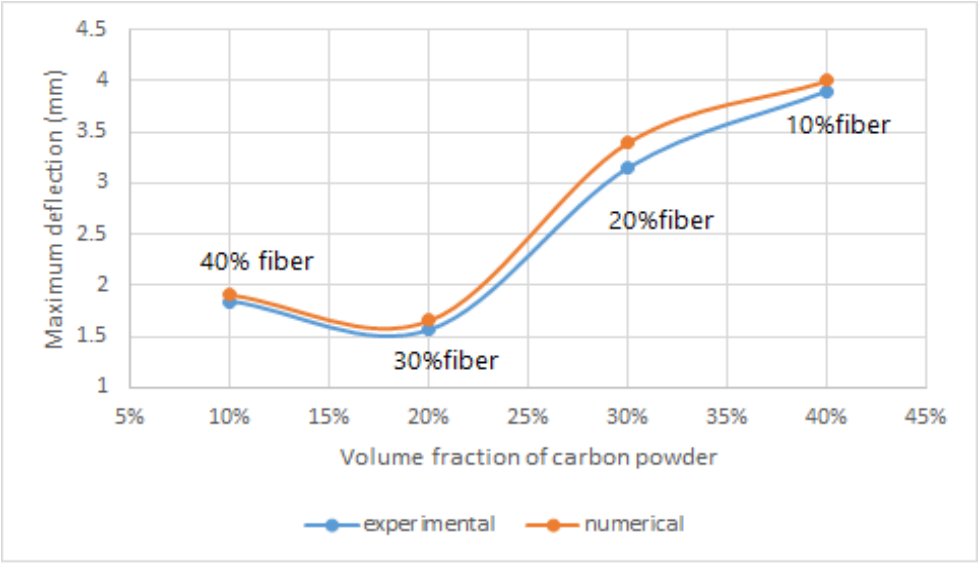


Figure 14. The effect of replace fiber with powder on the maximum deflection of the models consist of 50% polyester**.**

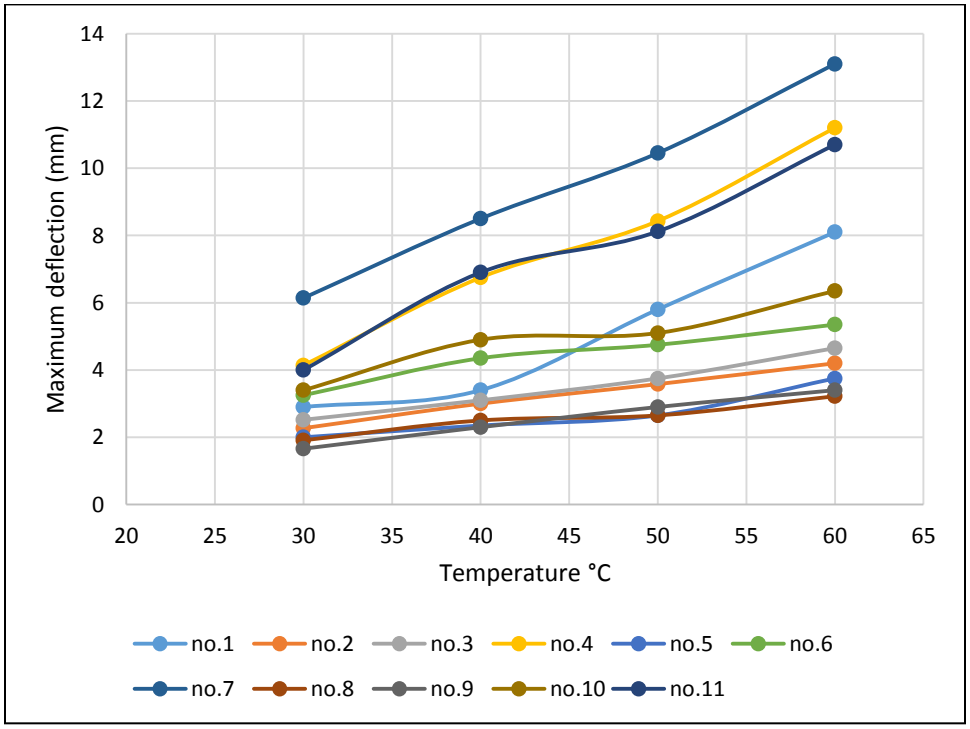


Figure 15. The effect of the temperature on the maximum deflection for all models**.**

Rigid Trunk Sewer Deterioration Prediction Models using Multiple Discriminant and Neural Network Models in Baghdad City, Iraq

Dr. Awatif Soaded Alsaqqar
Assistant professor
Engineering College -Baghdad University
d.alsaqqar@yahoo.com

Dr. Basim Hussein Khudair
Assistant professor
Engineering College -Baghdad University
basim22003@yahoo.com

Rehab Karim Jbbar
M.Sc. Student
Engineering College - Baghdad University
rehabkarim818@gmail.com

ABSTRACT

The deterioration of buried sewers during their lifetime can be affected by several factors leading to bad performance and can damage the infrastructure similar to other engineering structures. The Hydraulic deterioration of the buried sewers caused by sewer blockages while the structural deterioration caused by sewer collapses due to sewer specifications and the surrounding soil characteristics and the groundwater level. The main objective of this research is to develop deterioration models, which are used to predict changes in sewer condition that can provide assessment tools for determining the serviceability of sewer networks in Baghdad city. Two deterioration models were developed and tested using statistical software SPSS, the multiple discriminant model (MDM) and neural network model (NNM). Zublin trunk sewer in Baghdad city was selected as a case study. The deterioration model based on the NNDM provide the highest overall prediction efficiency which could be attributed to its inherent ability to model complex processes. The MDDM provided relatively low overall prediction efficiency, this may be due to the restrictive assumptions by this model. For the NNDM the confusion matrix gave overall prediction efficiency about 87.3% for model training and 70% for model validation, and the overall conclusion from these models may predict that Zublin trunk sewer is of a poor condition.

Key words: deterioration model, trunk sewer pipe, sewer conditions, multiple discriminant analysis**,** artificial neural network.

نماذج تنبؤ تدهور المجاري الرئيسية الصلبة باستخدام نماذج متعددة التمايز والشبكات العصبية في مدينة بغداد،العراق

د.عواطف سؤدد عبدالحميد
استاذ مساعد
كلية الهندسة-جامعة بغداد

د.باسم حسين خضير
استاذ مساعد
كلية الهندسة-جامعة بغداد

رحاب كريم جبار
طالبة ماجستير
كلية الهندسة-جامعة بغداد

الخلاصة

يتأثر تدهور المجاري المدفونة خلال فترة عملها بعدة عوامل مما يؤدي الى سوء الاداء وفشل في البنى التحتية كما هو الحال مع بقية المنشات الهندسية. إن التدهور الهيدروليكي للمجاري المدفونة سببه انسداد المجاري بينما التدهور الانشائي فسببه انهيار المجاري بسبب مواصفات المجاري وخصائص التربة المحيطة ومستوى المياه الجوفية.

الهدف الرئيسي من هذا البحث هو تطوير نماذج تدهور والتي تستخدم لتنبؤ التغيرات في حالة الصرف الصحي والتي يمكن أن توفر أدوات تقييم وتحديد خدمية لشبكات الصرف الصحي في مدينة بغداد. وقد تم تطوير وفحص نموذجين للتدهور باستخدام برنامج SPSS وهما نموذج متعددة التمايز (MDM) ونموذج الشبكة العصبية (NNM). وقد تم اختيار خط زبلن الناقل للمجاري في مدينة بغداد كحالة دراسية. إن نموذج التدهور المبني على أساس NNDM أعطى أعلى كفاءة للتنبؤ والتي يمكن أن تعزى إلى قدرته الكامنة لنمذجة العمليات المعقدة. أما نموذج MDDM فلقد قدم كفاءة تنبؤ منخفضة نسبيا وهذا قد يكون راجعا إلى الافتراضات المقيدة بواسطة هذا النموذج. بالنسبة لنموذج NNDM أعطت مصفوفة التصنيف كفاءة التنبؤ الإجمالية حوالي 87.3٪ لتدريب النموذج و 70٪ للتأكد من صحة النموذج والاستنتاج العام من هذه النماذج هو التنبؤ بأن خط زبلن الناقل للمجاري في حالة سيئة.

1. INTRODUCTION

Sewer networks are subsurface infrastructure systems which collect domestic sewage from different facilities to sewage treatment plants or other places for disposal. Many parts of the sewer network have been deteriorated due to several internal and external factors. This network may need to be replaced, repaired or renovated in order to guarantee their required hydraulic performance and to avoid possibility of failure, **Hemed, 2015**. Previous studies in the field of sewer deterioration models, as **Davies et al., 2001** provided a review of the numerous factors that have been recognized as influencing the structural stability of rigid sewer pipes with their effects on the general process of pipe deterioration and failure.

Tran, 2007 developed several hydraulic and structural deterioration models in Dandenong in Victoria, Australia, by using Markov model for prediction of individual pipes, and the result showed the best performance when predicting sewer deterioration for the selected case study.

Chughtai and **Zayed, 2008** applied a multiple regression model on data from two Canadian municipalities (Pierrefonds and Niagara Falls) to simulate the condition state of sewers. It was indicated the developed regression models using the determination coefficient (R^2) which can explain 72 to 88 % of the total variability in the operational and structural sewer conditions. **Ana, 2009** applied several deterioration models on sewer and inspection data of Leuven and Antwerp cities, Belgium. The cohort survival model seemed to be the most reliable pipe group model for this case study. For the pipe-level models, the logistic regression and the probabilistic neural network (PNN) showed good overall prediction quality.

Khan et al., 2010 developed deterioration models using data from Pierrefonds, Canada. They used neural network modeling with back propagation (BPNN) and probabilistic (PNN) approaches. They used about 20% of the available dataset to test the model. The determination coefficient (R^2) ranged within 71 and 86 % depending on the deterioration factors considered. **Salman, 2010,** applied several deterioration models (ordinal regression, multinomial logistic regression and binary logistic regression analysis) on inspection data of Cincinnati city (USA). The binary logistic regression analysis showed the best performance in predicting sewer deterioration, the total model efficiency was 66%. Prediction efficiency for good condition was 78% and for bad condition 46%.

There are a number of activities that can be undertaken in order to keep the sewer network functional and in good shape such as routine maintenance, repair and renovation. This study is

significance to the general authority for sewerage services to monitor the performance of sewer systems in Baghdad city, Iraq, to help utilities to predict future maintenance and rehabilitation or replacement timing. The research's aim is to predict changes in sewer conditions by develop deterioration models that are able to provide assessment tools for Zublin trunk sewer in Baghdad city, Iraq, and to investigate models usefulness and applicability in sewer deterioration modeling.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1 Case Study Description

The case study in this paper is the Zublin trunk sewer. It is one of the main lines that collect sewage from Al-Rusafa side in Baghdad city with an estimated total length of around 25.4 km with diameters of 1800-2400 mm at depths of 3-7 m. Reaching Al- Rustamiya sewage treatment plant with 3000 mm in diameter at 6-10 m in depth. This line starts from the municipality of Al-Shaab and ends at Al-Rustamiya sewage treatment plant (3rd expansion) south of Baghdad as shown in **Fig. 1**.

2.2 Data Collection

The predictor's selection and the quality and quantity of the collected data affect models prediction. In this study, data are collected from different departments of Baghdad Mayoralty (design, implementation, planning, operating, maintenance and Geographic Information Systems). In addition, other data were collected from different sections in the different municipalities of Al-Rusafa that Zublin line serves them. The data included: sewer condition, age, material, function, type, shape, diameter, depth, length, slope and traffic intensity.

3. SEWER STRUCTURAL DETERIORATION MODELS

3.1 Multiple Discriminant Deterioration Model (MDDM)

One of the statistical methods that is used to predict or classify individuals into exhaustive and mutually exclusive classes based on a set of predictors is Fisher's linear discriminant analysis LDA, **Huberty, 1994**. The aim of MDDM is to estimate the linear relationship between a single categorical dependent variable (i.e. condition classes) and a set of quantitative independent variables (e.g. deterioration factors) by maximizing variables in the class scatter, which is called Fisher's criterion, **Laitinen, 2007**, and used this criterion as the calibration technique for the LDA, **Johnson** and **Wichern, 2002**.

3.1.1 Model description

The MDDM uses a group of linear equations of independent variables (i.e. deterioration factors) to determine classification functions, **Kley et al., 2013**:

$$L_i = \alpha + \beta i_1 X_1 + \beta i_2 X_2 + \ldots + \beta i_n X_n \quad (1)$$

Where

L_i is the classification function where i = 1 to j, with j being the number of condition classes, X (1 to n) are the independent variables, βi are the classification coefficients that correspondent to n-number of independent variables, α is the offset. The determination of the coefficients βi can be done by maximizing the variance between classes relative to the within-class variance of Y, **Sharma, 1996**.

3.1.2 Model assumptions

The following are the assumptions needed to be adhered when using MDDM as: linearity of relationships, equal dispersion matrices and the independent variables follow a multivariate normal distribution, **Hair et al., 1998**. Studies, however, have shown mixed evidence with regard to the sensitivity of MDDM to violations of the above assumptions. Typically, the violations affect the classification process negatively.

3.1.3 Standardized discriminant functions coefficients

The standardized coefficients β_i* are used for the assessment of the relative importance of the discriminator variable i in the discriminant function. These coefficients can be determined using the following expression (**Sharma, 1996**):

$$\beta_i^* = \beta_i S_i \quad (2)$$

Where:

β_i* standardized coefficient, β_i unstandardized coefficient and S_i the pooled standard deviation of variable i.

3.2 Neural Network Deterioration Model (NNDM)

Neural networks can be used to predict outcome data from input data in a manner that simulates the operation of the human nervous system. Unlike statistical models, NNs have no assumptions related with the model structure because it is determined by data. Generally, the model can simulate non-linear relationships within the deterioration process and can handle ordinal outputs such as condition classes. In the case of sewer deterioration modeling, the mathematical relationships between independent variables (deterioration factors) and dependent variable (sewer condition classes) are investigated through learning from past data the deterioration behavior of pipes. Then, the gained knowledge from the past data is generalized and stored in the NNs to predict the pipe's condition, **Tran et al., 2007**.

3.2.1 Model structure

Generally, a neural network is composed of artificial neurons that are connected together and ranged in different layers in order to reduce the complexity, **Al-Barqawi** and **Zayed, 2008,** as shown in **Fig. 2**. The connection weights, which attach the connections between neurons are determined by minimizing the error between the predicted output and the actual output value using the observed data, **Salman, 2010**. The NNs have always a special input signal values equal 1, with a bias weight. The function of bias weight is to allow or stop the input signals going through by (being non-zero value) or (being zero-value) respectively.

Mathematically, a neural network function can be written as below:

$$Y = f\left(\sum_{i=1}^{k} Xi\, Wi\right) \quad (3)$$

Where, Y the output signal, Xi the input signal, K the number of input signals, Wi the connection weights, f the activation function.

3.2.2 Feed-forward type

Feed forward type of NNs was used in this study to reduce the unnecessary complexity when determining NN models structure, **Lou et al., 2001**. As can be seen from **Fig. 2**, the connections in the network flow forward from the input layer to the output layer without any feedback loops.

3.2.3 Activation functions

The values of units in the succeeding layer are linked to the weighted sums of units in a layer by the activation function. The hyperbolic tangent function was used for the hidden layer neurons and the softmax function was used for output layer neurons in this study, since using automatic architecture and the output is categorical, **IBM® SPSS® Statistics 20 User Guide**.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Data Processing

The dataset available for this network contained 103 records corresponding to individual manhole-to-manhole sewer length. In this database some sewers have erroneous entries, e.g. pipes with zero diameters, length and slopes; these sewers were discarded from the analysis. Here, 4 samples with zero length and slope were taken out from the analysis, reducing the useful samples to 99. Out of the 99 useful sewer samples, 79 were set aside for calibration and 20 were for validation. The selection of the pipes for calibration and validation was done using simple random sampling. Some of the entries in the Zublin trunk sewer database are of non-numeric type (e.g. shape, material). These types of data were then converted to numeric type by assigning codes to them, thus facilitating analysis. The data that is needed to build the models and its codes are shown in **Table 1**.

4.2 Development of Sewer Structural Deterioration Models

4.2.1 MDDM

4.2.1.1 Coefficients of the classification and standardized discriminant functions

The classification functions coefficients can be used to classify easily sewers into condition states. Whereas, the coefficients of the standardized discriminant functions can be used to assess the relative importance of the discriminator variables, as shown in **Table 2**.

4.2.1.2 Sample prediction

A similar function to Eq. (1) can be written using the above coefficients to create the four classification functions for the prediction of the condition states of the Zublin sewers. The following classification functions, L_i, can be written for condition states i = 2, 3, 4, 5 (there is no sewer pipe in condition 1, which is excellent):

$$L_2 = -6.834 \times \text{Type} + 3.365 \times \text{A}ge + 0.029 \times \text{D}iameter + 4.929 \times \text{depth} + 0.064 \times \text{Length} + 25.754 \times \text{Slope} + 11.299 \times \text{Traffic} + 51.375 \times \text{Material} - 151.750$$

$$L_3 = -7.944 \times \text{Type} + 4.286 \times \text{A}ge + 0.029 \times \text{D}iameter + 2.595 \times \text{Depth} + 0.069 \times \text{Length} + 32.207 \times \text{Slope} + 10.458 \times \text{Traffic} + 44.421 \times \text{Material} - 156.076$$

$$L_4 = -9.352 \times \text{Type} + 5.009 \times \text{A}ge + 0.029 \times \text{D}iameter + 2.520 \times \text{Depth} + 0.057 \times \text{Length} + 32.185 \times \text{Slope} + 9.508 \times \text{Traffic} + 44.367 \times \text{Material} - 172.877$$

$$L_5 = -9.130 \times \text{Type} + 5.996 \times \text{A}ge + 0.030 \times \text{D}iameter + 2.110 \times \text{Depth} + 0.058 \times \text{Length} + 28.655 \times \text{Slope} + 8.213 \times \text{Traffic} + 43.040 \times \text{Material} - 204.833$$

To make a classification, the observed values of the predictors are inserted into the classification functions above to calculate a classification score. The observation is assigned to the class with the highest classification score.

4.2.2 NNDM

In this model, approximately 64% of the data were assigned for training, 17% for testing and 19% to a holdout sample. Furthermore, values of all the scale input factors are rescaled using normalized method according to Eq. (4) to improve network training.

$$X_i = \frac{X-min}{max-min} \quad (4)$$

4.2.2.1 Training of NNDM

NNDM training in this study, is used to calculate the model structure (i.e. the network weights and the hidden neurons numbers). For the hidden neurons numbers, four neurons in the hidden layer has chosen by automatic architecture selection. The optimization algorithm that is used to estimate the network weights is scaled conjugate gradient with batch training type as they suitable for small datasets.

4.2.2.2 Sample prediction

The model architecture is listed in **Table 3**, the condition of a sewer with a particular characteristic can then be predicted.

The non-linear relationship between the input and output data can be written as follows:

$$C = \sum_{i=1}^{n} X_i W_i + (W_o) \quad (5)$$

$$H_i = \tanh(C) \quad (6)$$

$$Y_i = \frac{e^{(H_k)}}{\sum_j e^{(H_j)}} \quad (7)$$

Where: n the number of the predictors, W_o bias weight, H_i the output of the hidden neurons, Y_j the output of the output neuron, H_k is the input for Y_j.

To make a classification, the observed values of the predictors are inserted into the equations above to calculate a classification score, which is a value between 0-1. The observation is assigned to the class with the highest classification score.

4.2.2.3 Independent Variable Importance

The importance of each independent variable was computed in determining the neural network based on the combined training and calibrating samples, **IBM® SPSS® Statistics 20 User Gide**. **Table 4** appears that variables age and traffic have the greatest effect on how the network classifies sewers followed by diameter, material, type, slope, length, depth respectively. The independent variable importance is a measure of the amount of changes in value, and predicted the network model for different values of the independent variable while normalized importance is simply the importance values divided by the largest importance values and expressed as percentages.

4.3 Model Performance Evaluation

For evaluating model performance, the model error (i.e. the difference between predicted and observed values) must be quantified, **Wright et al., 2006**. When high model error, the performance model is low. The confusion matrix is often used for ordinal and categorical outputs. The validation dataset should be used to effectively test the model, **Baik et al., 2006**.

4.3.1 Confusion matrix

When comparing an observed values with model prediction, four possible situations can be observed: (1) true positive (TP) when the model correctly predicts the sewer condition (i.e. pipe in good condition), (2) true negative (TN) when the model correctly predicts the sewer condition (i.e. pipe in poor condition), (3) false positive (FP) when the model incorrectly predicts the sewer condition as a negative case (i.e. sewer in good condition predicted as being in bad condition), and (4) false negative (FN) when the model incorrectly predicts the sewer condition as a positive case (e.g. sewer in poor condition predicted as being in good condition) as shown in **Table 5**. The TP11 in this table means the number of pipes which were observed and correctly predicted in condition 1. In addition, O1, O2 and O3 represent the total pipes number which were observed in condition 1, 2 and 3 respectively and P1, P2 and P3 represent the total pipes number which were predicted in condition 1, 2 and 3 respectively, **Tran, 2007**.

The overall predicted efficiency (OPE) was used to evaluate the performance prediction of MDDM and NNDM which were developed in this study to predict the changes of pipe conditions. The OPE can be computed from the confusion matrix using Eq. (8). Evaluating

$$OPE = \frac{\mathrm{TP11+\ TP22+TN33}}{\mathrm{O1+\ O2+\ O3}} \tag{8}$$

Tables 6 and 7 are the confusion matrices for MDDM and NNDM. Which showed that the deterioration model based on the NNDM provide the highest overall prediction efficiency. The high overall prediction efficiency by the NNDM could be attributed to its inherent ability to model complex processes. The MDDM provided relatively low overall prediction efficiency, this may be

due to the restrictive assumptions by this model such as the assumption of the normality of the predictor variables which is difficult to satisfy with the given dataset.

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this paper, the MDDM and NNDM, were developed, tested and evaluated using the sewer dataset as an assessment tool for determining the serviceability of the Zublin trunk sewer. Among these two models, the NNDM was found to have a high overall prediction efficiency level than MDDM. This model, however, is susceptible to bias in predicting the conditions of sewers with the greatest number of samples in the calibration dataset. According to NNDM the most effective factors influence deterioration model is age, traffic, diameter, material, type, slope, length, depth respectively.

The overall conclusion from these models may predict that Zublin trunk sewer is of a poor condition. To solve this problem continuous maintenance may keep the sewer in good condition and it working in a high performance level reaching the design limits. A good documentation of all observations and problems will help reviewing the sewer system performance as well as providing a good source of information for future planning.

ACKNOWLEDGEMENTS

Our special gratitude and many thanks are forwarded to the " *Mayoralty of Baghdad/ Baghdad Sewage and Al-Rustamiya STP, s Office-* ", without their support and encouragement this work would have not been done.

REFERENCES

- Al-Barqawi, H. and Zayed, T., 2008, *Infrastructure Management: Integrated AHP/ANN Model to Evaluate Municipal Water Mains' Performance*, J. Infrastructure Systems, 14(4): 305-318.
- Ana, E.V., 2009, *Sewer Asset Management - Sewer Structural Deterioration Modeling and Multicriteria Decision Making in Sewer Rehabilitation Projects Prioritization*, Ph.D thesis, Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Vrije Universiteit Brussel, Brussel.
- Baik, H. S., Jeong, H. S. and Abraham, D. M., 2006, *Estimating Transition Probabilities in Markov Chain-Based Deterioration Models for Management of Wastewater Systems*, Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, 132 (1): 15-24.
- Chughtai, F. and Zayed, T., 2008, *Infrastructure Condition Prediction Models for Sustainable Sewer Pipelines. Journal of Performance of Constructed Facilities*, 22(5): 333-341.
- Davies, J.P., Clarke, B.A. and Whiter, J.T., 2001, *Factors Influencing the Structural Deterioration and Collapse of Rigid Sewer Pipes*, Urban Water Journal, 3: 73-89.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L. and Black, W.C., 1998, *Multivariate data analysis*, London: Prentice-Hall.

- Hemed, A.J., 2015, *Life – Cycle Cost Analysis and Deterioration Model for Sewer Network in Baghdad*. Doctoral dissertation, College of Engineering, University of Baghdad – Iraq.
- Huberty, C.J., 1994, *Applied Discriminant Analysis*, John Wiley and Sons, New York.
- IBM® SPSS® Statistics 20 User Guide.
- Johnson, R. A. and Wichern, D. W., 2002, *Applied Multivariate Analysis*. Prentice Hall, New York.
- Khan, Z., Zayed, T. and Moselhi, O., 2010, *Structural Condition Assessment of Sewer Pipelines*. Journal of Performance of Constructed Facilities 24: 170-179.
- Kley, G., Kropp, I., Schmidt, T. and Caradot, N., 2013, *Review of Available Technologies and Methodologies for Sewer Condition Evaluation*. KWB report, project SEMA, 2013 Berlin, Germany.
- Laitinen, E.K., 2007, *Classification Accuracy and Correlation: Failure Prediction*, European Journal of Operational Research, 183: 210-225.
- Lou, Z., Gunaratne, M., Lu, J. J. and Dietrich, B., 2001, *Application of Neural Network Model to Forecast Short-Term Pavement Crack Condition: Florida Case Study*, Journal of Infrastructure Systems, ASCE, 7 (4): 166-171.
- Salman, B., 2010, *Infrastructure Management and Deterioration Risk Assessment of Wastewater Collection Systems*, Ph.D thesis, University of Cincinnati. Ohio.
- Sharma, S., 1996, *Applied Multivariate Techniques*, New York: John Wiley and Sons.
- Tran, D.H., 2007, *Investigation of Deterioration Models for Stormwater Pipe Systems*, Doctoral dissertation, School of Architectural, Civil and Mechanical Engineering, Faculty of Health, Engineering and Science, Victoria University, Australia.
- Tran, D.H., Perera, B.J.C. and Ng, A.W.M., 2007, *Neural Network Based Prediction Models for Structural Deterioration of Urban Drainage Pipes*. Land, Water and Environmental Management: Integrated Systems for Sustainability, Proceedings, Christchurch pp. 2264-2270.
- Wright, L.T., Heaney, J.P. and Dent, S., 2006, *Prioritizing Sanitary Sewers for Rehabilitation Using Least-Cost Classifiers*, Journal of Infrastructure Systems, ASCE, 12 (3): 174-183.

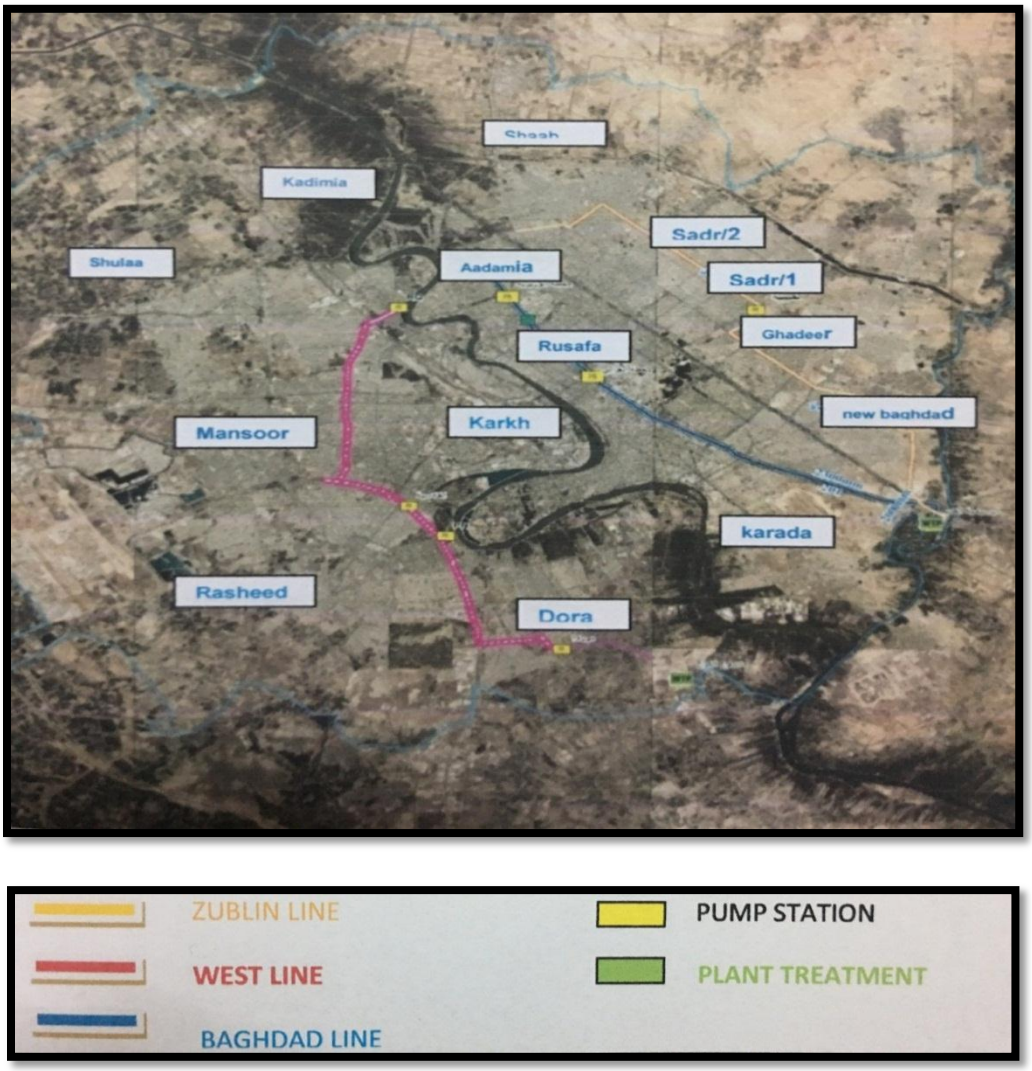


Figure 1. Zublin trunk sewer layout (Mayoralty of Baghdad).

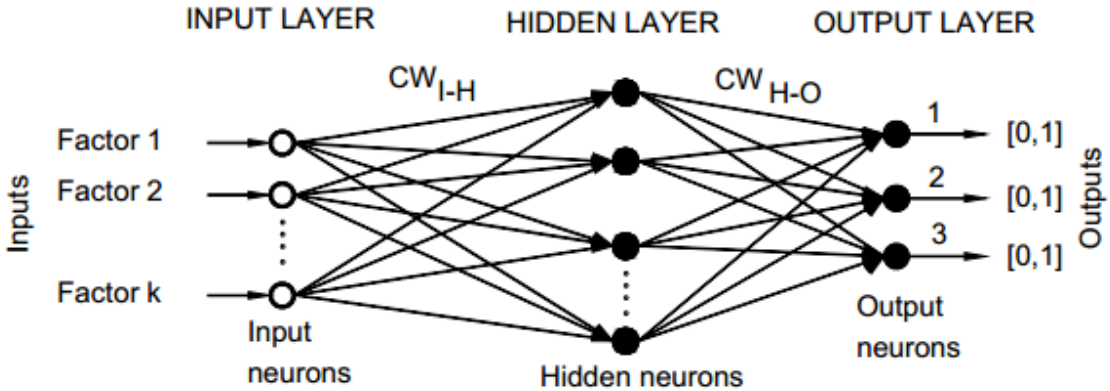


Figure 2. Structure of the NNs (**Al-Barqawi** and **Zayed, 2008**).

Table 1. Summary code of sewer network.

Data	Measurement type	Codes
Sewer condition	Ordinal	1-excellent, 2- very good, 3- good, 4- poor, 5- very poor.
Age [years]	Continuous	
Pipe material	Nominal categorical	1- Concrete, 2- PVC, 3- GRP.
Function	Nominal categorical	1- Combined system, 2- separate system.
Type	Nominal categorical	1- Gravity sewer, 2- pressure sewer.
Pipe shape	Nominal categorical	1- Circular, 2- rectangular.
Size [mm]	Continuous	
Depth [m]	Continuous	
Length [m]	Continuous	
Slope [m/m]	Continuous	
Traffic intensity (based on location)	Ordinal	1- Low, 2- medium, 3- high.

Table 2. Coefficients of the classification and standardized discriminant functions.

Predictor variables	Classification functions coefficients				Standardized discriminant functions coefficients		
	2	3	4	5	1	2	3
Type	-6.834	-7.944	-9.352	-9.130	.145	.359	-.280
Age	3.365	4.286	5.009	5.996	-1.030	.011	.032
Diameter	.029	.029	.029	.030	-.048	-.060	-.129
Depth	4.929	2.873	2.595	2.110	.544	.956	.823
Length	.064	.069	.057	.058	.075	.064	-.449
Slope	25.754	26.346	32.207	28.655	-.062	-.405	.545
Traffic	11.299	10.458	9.508	8.213	.407	-.116	-.098
Material	51.375	44.421	44.367	43.040	.322	.702	.795
(Constant)	-151.750	-156.076	-172.877	-204.833			

Table 3. Estimation of hidden and output parameters.

Predictor		Predicted							
		Hidden Layer 1				Output Layer			
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	[Condition=2]	[Condition=3]	[Condition=4]	[Condition=5]
Input Layer	(Bias)	.052	1.530	.406	.343				
	[type=1]	.184	.539	-.182-	-.344-				
	[type=2]	-.513-	.807	-.091-	-.158-				
	[traffic=1]	-.088-	.513	-1.443-	.475				
	[traffic=2]	.983	.569	1.221	-.113-				
	[traffic=3]	-1.756-	1.124	.169	-.231-				
	[material=1]	.016	.466	-.939-	-.170-				
	[material=2]	-.361-	.408	1.125	-.376-				
	age	4.078	-4.823-	-1.254-	.322				
	diameter	-1.130-	-.225-	-1.191-	-.340-				
	depth	-.085-	.220	-1.187-	-.135-				
	length	.766	.015	-.334-	.467				
	slope	.301	-.319-	.631	-.199-				
Hidden Layer 1	(Bias)					-.500-	.162	1.195	-.253-
	H(1:1)					-3.017-	-.880-	3.191	1.432
	H(1:2)					1.835	1.071	1.707	-4.749-
	H(1:3)					.747	-1.643-	2.301	-1.854-
	H(1:4)					.083	.493	-.058-	-.312-

Table 4. Independent Variable Importance.

parameter	Importance	Normalized Importance	parameter	Importance	Normalized Importance
Type	.063	13.3%	Diameter	.078	16.5%
Traffic	.187	39.8%	Depth	.036	7.7%
Material	.072	15.3%	Length	.043	9.1%
Age	.471	100.0%	Slope	.050	10.7%

Table 5. Confusion matrix.

		Predicted condition			Total
		1 (good)	2 (fair)	3 (poor)	
Observed condition	1 (good)	TP_{11}	FP_{12}	FP_{13}	O_1
	2 (fair)	FP_{21}	TP_{22}	FP_{23}	O_2
	3 (poor)	FN_{31}	FN_{32}	TN_{33}	O_3
Total		P_1	P_2	P_3	

Table 6. Prediction efficiencies during the calibration and validation of the MDDM.

Condition			Predicted Group Membership				Total
			2	3	4	5	
Calibration (a)	Count	2	6	1	0	0	7
		3	3	10	4	1	18
		4	0	1	25	3	29
		5	0	0	2	23	25
Validation (b)	Count	2	1	2	0	0	3
		3	0	2	1	4	7
		4	0	0	5	0	5
		5	0	0	0	5	5

a.81.0% of calibration sample correctly classified.
b.65.0% of validation sample correctly classified.

Table 7. Prediction efficiencies during the calibration and validation of the NNDM.

Sample	Observed	Predicted				
		2	3	4	5	Percent Correct
Training	2	2	2	0	0	50.0%
	3	0	10	3	1	71.4%
	4	0	0	20	1	95.2%
	5	0	1	0	23	95.8%
	Overall Percent	3.2%	20.6%	36.5%	39.7%	87.3%
Holdout	2	1	3	0	0	25.0%
	3	0	5	1	0	83.3%
	4	0	2	4	0	66.7%
	5	0	0	0	4	100.0%
	Overall Percent	5.0%	50.0%	25.0%	20.0%	70.0%

Development of an On-Line Self-Tuning FPGA-PID-PWM Control Algorithm Design for DC-DC Buck Converter in Mobile Applications

Asst. Prof. Dr. Ahmed Sabah Al-Araji
Control and Systems Eng. Dept. at University of Technology
Baghdad - Iraq
60166@uotechnology.edu.iq

ABSTRACT

This paper presents a new development of an on-line hybrid self-tuning control algorithm of the Field Programmable Gate Array - Proportional Integral Derivative - Pulse Width Modulation (FPGA-PID-PWM) controller for DC-DC buck converter which is used in battery operation of mobile applications. The main goal in this work is to propose structure of the hybrid Bees-PSO tuning control algorithm which has a capability of quickly and precisely searching in the global regions in order to obtain optimal gain parameters for the proposed controller to generate the best voltage control action to achieve the desired performance of the Buck converter output. Matlab simulation results and Xilinx development tool Integrated Software Environment (ISE) experimental work show the robustness and effectiveness of the proposed on-line hybrid Bees-PSO tuning control algorithm in terms of obtaining smooth and unsaturated state voltage control action and minimizing the tracking voltage error of the Buck converter output. Moreover, the fitness evaluation number is reduced.

Keywords: Buck Converter; Digital PID Controller; On-Line; Self-Tuning; Bees-PSO Algorithm; FPGA.

تطوير لتصميم خوارزمية سيطرة (مصفوفة البوابات المنطقية القابلة للبرمجة – التناسبي التكاملي التفاضلي - تعديل عرض النبضة) تلقائية التنغيم وبشكل حي متصل لمحول خفض التيار المستمر في التطبيقات النقالة

أ.م.د. احمد صباح عبد الامير
قسم هندسة السيطرة والنظم
الجامعة التكنولوجية

الخلاصة

يقدم هذا البحث تطوير جديد لخوارزمية تنغيم المسيطر بصورة تلقائية وبشكل حي متصل لمسيطر(مصفوفة البوابات المنطقية القابلة للبرمجة – التناسبي التكاملي التفاضلي - تعديل عرض النبضة) للمحول الخفض للتيار المستمر الذي يستخدم في عمل البطارية للتطبيقات النقالة .إن الهدف الرئيسي من هذا العمل هو اقتراح هيكلية لخوارزمية الهجينة (النحل – أمثلية حشد الجسيمات) لتنغيم المسيطر والتي لها القابلية على البحث السريع و المضبوط في المناطق العالمية لكي يحصل على امثل عناصر الكسب للمسيطر المقترح لتوليد أفضل فولتية فعل سيطرة لتحقيق الأداء المطلوب للخراج المحول الخفض .
أن نتائج المحاكاة (الحقيبة البرمجة ماتلاب) والعمل التجريبي (الحقيبة البرمجية زيلينكس) اثبت متانة وفعالية للخوارزمية الهجينة المقترحة من حيث الحصول على فعل سيطرة ناعم بدون حالة الإشباع وتقليل تتابع الخطأ لفولطية الإخراج للمحول الخفض. وبالإضافة إلى تقليل عدد استدعاء لدالة التقييم.

الكلمات الرئيسية: محول خافض، مسيطر رقمي ، بشكل حي ومتصل، تنغيم ذاتي، خوارزمية النحل-حشد الجسميات.

1. INTRODUCTION

In the last decade, the mobile applications in our life have been increased such as mobile phones and laptops. Thus, the design and the control of DC-DC converter power switching circuits for battery operation are required in order to achieve voltage regulation with fast transient response and high conversion efficiency, **Chander, et al., 2013** and **Emami, et al., 2008.**

Therefore, there are different types of control algorithms for the Buck converter. These algorithms are based on the mathematical model of the power switching circuit of the DC-DC converter and they are proposed to achieve the desired output voltage with variable load current and fast dynamic response as well as high efficiency with high performance of the controllers, such as PI controller, **Garg, et al. 2015,** fuzzy logic and PID controllers, **Tapou, et al. 2011,** adaptive hysteresis controllers, **Kim, et al. 2012** and **Chuang, et al. 2011**, pole placement controller **Kelly,** and **Rinne, 2005**, state feedback controller **Keller, et al. 2005**, LQR method controller, **Leung, et al. 1993**, sliding model controller, **He,** and **Luo, 2004,** and switching control with time delay controller based FPGA, **Themozhi,** and **Reddy, 2014**.

The motivation of this work is to handle Buck converter dynamic behaviors problems, which affect the work of the portable devices. These problems are summarized by: variable output voltages; wide range of loading current and various input voltage levels. In order to solve these problems in the transient and steady-state responses in the closed loop system, the on-line hybrid Bees-PSO tuning algorithm of adaptive PID controller based FPGA is proposed in this paper. This tuning control algorithm is a modified version of the Bees algorithm.

The contributions of this work is described as follows:

- Proposing of the hybrid Bees-PSO control algorithm which has the ability of the fast on-line searching in global regions to get and tune the best gain parameters for the adaptive PID controller. These parameters are responsible of generating the best voltage control action. Thus, the output voltage of the Buck converter will quickly reach the desired output voltage in the transient response.
- Verifying the PID controller adaptation performance by changing the input voltage levels of the Buck converter .
- Investigating the performance of the adaptive PID controller robustness by adding a load disturbance.
- Verifying the design and the implementation of the on-line digital PID controller with the pulse width modulation by using FPGA-Xilinx-Virtex-5 xc5vlx5 board for the Buck converter system
- Validating experimentally the proposed FPGA-PID-PWM controller as an embedded integrated circuit.

The Matlab simulation results of adaptive PID controller and the Xilinx Virtex-5 board experimental work for the FPGA-PID-PWM controller show preciously the same performance for the Buck converter model in terms of minimizing the voltage error and in generating the best voltage control action.

The organization of this paper can be described as follows: Section two, contains the Buck converter circuit mathematical model. Section three, describes the proposed design structure of FPGA-PID controller. Section four, demonstrates the proposed hybrid Bees-PSO tuning control algorithm. Section five, considers the performance of the adaptive PID controller through simulation results. Section six, shows the design and the verification of the FPGA-PID-PWM

controller based on Xilinx Virtex-5 xc5vlx50 board and Xilinx ISE 14.5 respectively as experimental work. Finally, section seven gives the conclusions from this paper.

2. BUCK CONVERTER CIRCUIT MODEL

In general, the Buck converter belongs to the class of Chopper circuits, or attenuation circuits. It actually multiplies the constant input source voltage V_{Supply} by a scalar factor, smaller than unity, then the output voltage V_{out} of Buck converter is less than the input source voltage V_{Supply}, **Chander, et al., 2013**.

Fig. 1, shows the simplified schematic of the synchronous Buck power stage which has controllable n-channel MOSFETs power switches, **Chander, et al., 2013** and **Tapou, et al. 2011** to achieve the operation condition. The figure indicates Q_1 is the MOS switch and Q_2 is the MOS synchronous rectifier which replaces the diode rectifier in order to increase the circuit efficiency, V_{Supply} is the source voltage, V_{out} is the output voltage, L is the converter main inductance, C is the main capacitor and R_{Load} is the load resistance, the on channel resistance of the switch and synchronous rectifier MOS transistors (rs_{on}), the effective series resistance of the inductor (r_L) and capacitor (r_C).

To analyze the operation of the circuit and describe the mathematical model, there are two time of operation (Ton) and (Toff) which depend on two MOSFET (Q1 and Q2) as follows:

Switching ON Q1 and switching OFF Q2:

At a period of time t<T1, the circuit analysis can be described by applying Kirshoff's voltage law as follows:

$$V_S - i_L \cdot rs_{on} - L\frac{di_L}{dt} - i_L \cdot r_L - V_{OUT} = 0 \tag{1}$$

Switching OFF Q1 and swithing ON Q2:

At a period of time T1<t<T2, the circuit analysis can be described by applying Kirshoff's voltage law as follows:

$$-i_L \cdot rs_{on} - L\frac{di_L}{dt} - i_L \cdot r_L - V_{OUT} = 0 \tag{2}$$

By defining Δ as a switching function as Eq. (3) to turn V_{Supply} ON and OFF

$$\Delta = \begin{cases} 1 & 0 < t < T_1 \\ 0 & T_1 < t < T_2 \end{cases} \tag{3}$$

Then Eq. (1) and Eq. (2) can be written as follows

$$\Delta V_S - i_L \cdot rs_{on} - L\frac{di_L}{dt} - i_L \cdot r_L - V_{OUT} = 0 \tag{4}$$

then

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{1}{L}\left[(\Delta V_S - V_{OUT}) - i_L \cdot (rs_{on} + r_L)\right] \tag{5}$$

The output voltage of the Buck converter circuit V_{out} is written as:

$$V_{OUT} = i_L \cdot X_{Load} \tag{6}$$

where X_{Load} is the output impedance as in Eq. (7)

$$X_{Load} = \frac{R_L \times X_C}{R_L + X_C} \tag{7}$$

where

$$X_C = \frac{1}{SC} + r_C \tag{8}$$

Then, it can be written as:

$$X_{Load} = \frac{SCR_L r_C + R_L}{SC(R_L + r_C) + 1} \tag{9}$$

Substituting Eq. (9) into Eq. (6) results in:

$$SC(R_L + r_C)V_{OUT} = i_L(SCR_L r_C + R_L) \tag{10}$$

By taking the time derivative of both side for Eq. (10) we get

$$\frac{dV_{OUT}}{dt} = \frac{\frac{di_L}{dt}(CR_L + r_C) + i_L R_L}{C(R_L + r_C)} \tag{11}$$

Finally, substituting Eq. (5) in Eq. (11) gives

$$\frac{dV_{OUT}}{dt} = \frac{\frac{1}{L}[(\Delta V_S - V_{OUT}) - i_L \cdot (rs_{on} + r_L)](CR_L + r_C) + i_L R_L}{C(R_L + r_C)} \tag{12}$$

3. ADAPTIVE DIGITAL PID CONTROLLER DESIGN

Generally, PID controllers are widely used in industrial applications because of their simple structure which consists of three terms: proportional, integral and derivative **Emami, et al., 2008** and **Garg, et al. 2015**. The proposed on- line self-tuning adaptive PID controller structure in this paper is shown in **Fig. 2,** which has a strong adaptation performance, high dynamic characteristic and good robustness performance because of its ability in finding and tuning the PID control parameters.

The control action of the proposed on-line self-tuning adaptive PID controller is necessary to stabilize the error voltage of the Buck converter output when the output voltage drifts from the reference voltage and to give a good performance evaluation for uncertain parameters and for disturbance rejection.

The PID controller time-domain form is given by Eq. (13), **Garg, et al. 2015**:

$$u(t) = k_p e(t) + k_i \int_0^t e(t)d(t) + k_d \frac{de(t)}{dt} \tag{13}$$

where k_p is the proportional gain; k_i is the integral gain; k_d is the derivative gain; *u(t)* is the control action and *e(t)* is the error signal.

In order to implement the adaptive PID controller in FPGA, the continuous controller of Eq. (13) is simply replaced by a digital equivalent one using the z-transform where the integration and differentiation are performed numerically .The trapezoidal rule for numerical integration, and the backward difference for numerical differentiation, will be used as a common method for transformation, **Sravanthi,** and **Rajkumar, 2014** thus, Eq. (14) will represent the digital form for Eq. (13)

$$U(Z) = [k_p + \frac{k_i T_s}{2}\frac{1+Z^{-1}}{1-Z^{-1}} + k_d \frac{1-Z^{-1}}{T_s}]E(Z) \tag{14}$$

where T_S : The sampling time.

In a discrete time at k^{th} samples, the actual output of the controller *u(k)* can be represented as follows:

$$u(k) = k_p e(k) + F(k) + \frac{k_d}{T_s}(e(k) - e(k-1)) \tag{15}$$

$$F(k) = F(k-1) + \frac{k_i T_s}{2}(e(k) + e(k-1)) \quad (16)$$

The structure of the digital PID controller will be realized, as shown in **Fig. 3,** based on Eq. (14). Obviously, it is composed of three multiplications and five accumulations operations. **Fig. 4,** demonstrates the FPGA–PID block diagram for **Fig. 3**.

4. HYBRID (BEES-PSO) TUNING ALGORITHM

The proposed hybrid Bees-PSO tuning algorithm is created by mixing two search algorithms. The first one is the Bees algorithm which mimics of the food foraging behavior of swarms in honey bees. This algorithm is carried out by using two searches the neighborhood search that has two types of Bees (Selected and Recruit Bees) and the global (random) search that has also two types of Bess (Scout and Fittest Bees), **Pham, et al., 2005** and **Pham, et al., 2006**.

The second algorithm is Particle Swarm Optimization PSO which has the capability to search for the optimal solution by simulating the movement and flocking of birds. Particles represent population of individual search one which has its position and velocity to move around the search space till finding the best or optimal solution by using the fitness function, **Wang, et al. 2017**.

The hybridization comprises the use of the PSO algorithm to generate the population (Recruit Bees) as particles in the neighborhood search region of the Bees algorithm then combining the (Fittest Bees from PSO algorithm) with the new (Scout Bees) to generate the new population in the global search area of the Bees algorithm. This mixing improves and speeds up the optimization process significantly.

The proposed hybrid algorithm is used to find and tune the optimal gains control for the adaptive PID controller to generate the best and the smooth voltage signal that leads to minimize the Buck converter output voltage error during variable load.

The flowchart diagram of the proposed hybrid Bees-PSO tuning control algorithm is shown in **Fig. 5**.

In this work, the Scout-Bees (n) are generated as the initial population with random three values of the PID controller's parameters and it is used the fitness Eq. (17), **Al-Araji, 2014,** based cost function.

$$fitness = \frac{1}{\mu + Cost\ Function} \quad (17)$$

where: $\mu > 0$ to avoid division by zero.

The cost function is a mean square error as in Eq. (18) .

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[(V_{ref} - V_{OUT})^2 \quad (18)$$

N: is the number of iterations.

The size of (patch size) the neighborhood search (Selected-Bees (m)) is determined by applying the proposed Eqs. (19,20,21).

$$\Delta Kp = 0.5 \times Kp_{old} \times random(0,1) \quad (19)$$

$$\Delta Ki = 0.1 \times Ki_{old} \times random(0,1) \quad (20)$$

$$\Delta Kd = 0.2 \times Kd_{old} \times random(0,1) \quad (21)$$

Then, the particles (Recruit-Bees) are generated by using Eqs. (22, 23, 24) in order to search and find the best controller's parameters.

$$Kp_{new} = Kp_{old} + \Delta Kp \quad (22)$$

$$Ki_{new} = Ki_{old} + \Delta Ki \quad (23)$$

$$Kd_{new} = Kd_{old} + \Delta Kd \quad (24)$$

Then, each best particle (Fittest-Bees) depends on the Eqs. (17,18) is updated by using Eqs. (25 - 30).

$$\Delta Kp_m^{k+1} = \Omega \Delta Kp_m^k + c_1 r_1 (pbest_m^k - Kp_m^k) + c_2 r_2 (gbest^k - Kp_m^k) \quad (25)$$

$$Kp_m^{k+1} = Kp_m^k + \Delta Kp_m^{k+1} \quad (26)$$

$$\Delta Ki_m^{k+1} = \Omega \Delta Ki_m^k + c_1 r_1 (pbest_m^k - Ki_m^k) + c_2 r_2 (gbest^k - Ki_m^k) \quad (27)$$

$$Ki_m^{k+1} = Ki_m^k + \Delta Ki_m^{k+1} \quad (28)$$

$$\Delta Kd_m^{k+1} = \Omega \Delta Kd_m^k + c_1 r_1 (pbest_m^k - Kd_m^k) + c_2 r_2 (gbest^k - Kd_m^k) \quad (29)$$

$$Kd_m^{k+1} = Kd_m^k + \Delta Kd_m^{k+1} \quad (30)$$

where: $m = 1,2,3,.....pop$; $Kpid_m^k$ are the particle's weight m at k^{th} iteration; Ω : is the inertia weight factor is equal to 0.79; c_1 and c_2 are the positive values; r_1 and r_2 are random numbers between 0 and 1; P_{bestm} is best previous weight of mth ; Particle and g_{best} is best particle among all the particle in the population.

The hybrid Bees-PSO algorithm for finding and tuning control parameters is repeated at 4µsecond (sampling time) for each kth sample based on Shannon theorem.

5. MATLAB SIMULATION RESULTS

The Buck converter power circuit specifications are taken from, **Garg, et al. 2015** and **Tapou, et al. 2011**, as shown in **Table 1**. The MATLAB simulation is carried out on-line hybrid Bees-PSO tuning control algorithm with adaptive PID controller, as shown in **Fig. 2**, to follow the desired output voltage for the DC-DC Buck converter with sampling time equal to 4µsec based on the time constant of the model τ=26µsec that depends on the damping ratio ζ= 1.1023 and the natural frequency wn=$3.4703\times10^{+4}$ rad/sec of the Buck converter model. Therefore, the dynamic behaviour of the Buck convert output is fast, hence it needs to a fast self-tuning control algorithm to generate the control action.

In this paper, to show that the adaptive PID controller with hybrid Bees-PSO tuning control parameters has a capability of fast generating optimal and smooth voltage control action and minimizing the voltage error with minimum number of iterations, the parameters of the optimization hybrid Bees-PSO algorithm will be defined as shown in **Table 2.**

The simulation results of the variable step change in the desired output voltage of the Buck converter based closed loop voltage control system with on-line tuning adaptive PID controller with initial output voltage of zero volt can be shown in **Figs. 6-a, b, c**, so the response of the output voltage of the Buck converter model to variable step changes as (2.25, 1.75 and 1.25) volt was very small over shoot at 0.2 msec and zero steady-state error in each step change, as shown in **Fig. 6-a**.

The voltage error between the desired output voltage and the actual output voltage of the Buck converter model was small value in the transient at each step change of the desired value and became zero value at steady state, as shown in **Fig. 6-b**.

Fig. 6-c, shows the adaptive PID control action response which has very small spikes in response to the first desired voltage step change (2.25 volt) without oscillation. The control action did not reach the saturation state action where the maximum value of the control action is 3.75 volt based on the battery supply voltage.

In this work, Mean Square Error (MSE) for on-line hybrid Bees-PSO tuning control algorithm has clearly improved the performance of the adaptive PID controller by showing the voltage error convergence for the Buck converter model at 300 samples, as shown in **Fig. 7**.

To investigate the on-line tuning control algorithm based hybrid Bees-PSO is better than other algorithms in terms of the effects of iteration number. In the local search, the iteration number is equal to 3 while in the global search it is equal to 4 via summing all the values of on-line mean square error, as shown in **Fig. 8**.

The parameters of the adaptive PID controller *kp, ki* and *kd* that have been tuned on-line based on hybrid Bees-PSO algorithm at each sample are shown in **Figs. 9-a, b, c,** respectively.

The response of the output voltage of the Buck converter model to a step change (1.25) volt with variable load resistance that decreases by 10% at 0.225 msec as adding a disturbance, in order to verify the robustness performance of the adaptive PID controller. It had small over shoot at 0.275 msec with very small oscillation during adding disturbance but at steady-state, the error was equal to zero value as shown in **Fig.10-a**.

Fig. 10-b, shows the error between the desired voltage and the Buck converter output voltage. The error has a small value at transient state and in steady state, the error became very close to zero with very small oscillation. **Fig. 10-c**, shows the control action which has a capability to track the voltage error of the Buck converter output to follow the desired voltage step change and reduce the effect of the load resistance disturbance as well as the model uncertainties on the system because of the strong adaptability and high robustness performance of the proposed controller trained by the powerful on-line hybrid Bees-PSO tuning control algorithm.

6. EXPERIMENTAL WORK

This section demonstrates in detail the design, implementation, verification and validation by device programming of the digital FPGA-PID-PWM using the Xilinx development tool Integrated Software Environment (ISE) version 14.5.

The simulation of all modules is done by using Verilog language and finally the experimental results are verified with Matlab simulation results. The schematic design methodology is used to make all modules of the controller which consists of three parts, the first part is digital PID that is based on two **Figs. 3, 4** and the second part is the digital pulse width modulation circuit and the third part is the digital control unit which controls and synchronizes the data flow of FPGA-PID-PWM. The most important issues in any digital design are to decide the finite word length, which restricts the real number representation of signals, variables and coefficients of constant number of bits also, it is very important to decide the type of arithmetic (fixed point or floating point) these two required decisions have obvious predication for the system dynamic response.

In this work, Matlab simulation is used to predict the following data: the voltage error signal values, control gains (kp, ki and kd) and control action values during 300 samples and according to the estimated signed data (1) decimal place is needed to represent the integer part and (3) decimal places are essentially to represent the fractional part thus, the economical 16 -signed fixed point arithmetic are used to get a high precision representation with the following details: 1 bit for sign which represents the most significant bit MSB, 4 bit for integer and finally 11 bit to represent the three decimal places of the fractional part and this is according to Eq. (31), **Ifeachor, et al., 2002,** and **Williamson, 1991**.

$$B \cong 3.3D \tag{31}$$

where D is number of decimal places; B is number of binary bits.

As mentioned above we have a signed data, thus two's complement arithmetic module, as shown in **Fig. 11-a**, is very essential to deal with signed number of the voltage error signal (input to the FPGA-PID-PWM). In digital design the two's complement format is preferred for arithmetic operations because it has only one representation for zero and moreover, the dynamic range is greater by one as compared with ons's complements and signed magnitude representation since one more number can be represented. Finally, its "not to overflow" which means that any intermediate overflow that may occur in reaching the end result is of no consequence.

The FPGA design for the two's complement module needs the following components as shown in **Table 3**. **Fig. 11-b**, shows the test bench waveform of the 2's complement arithmetic digital circuit using Verilog language. To obtain the output from this circuit two clocks and two control signals (Load_E and CO_E) are needed. The circuit detects the MSB which refers to the sign of the input voltage error signal number if it is equal to logic 0 this means a positive number and it will stay in its natural binary form if it is equal to logic 1 this means a detection for the negative number occurred then the complement of all binary bits will be taken and logic 1 is added to the LSB.

The schematic design sheet of the digital PID controller based on **Fig. 4**, is achieved and it required the following ICs Registers, Adders -Subtracts and Multipliers, as shown in **Fig. 12-a**. The Verilog language is used to simulate the design and test the operation of the digital PID, as shown in **Fig. 12-b**. The implementation of the digital PID needs component as shown in **Table 4**. The synchronization and the control of the data flow within the FPGA digital PID controller needs (11) eleven control signal, as shown in **Table 5**.

It is very important to explain that there is a need to add 2'S complement digital circuit with two control signals (Load_U and CO_U) before and after the PID controller module in order to detect negative and positive sing and convert the number if negative to the 2'S complement format thus, the over-all control signal will be fifteen signals. The data flow from the input (voltage error) to the output (control action) needs fifteen clocks, two clocks to get input 2'S complement, eleven clocks to get PID output and two clocks to get the 2'S complement of the control action which will be fed to the PWM circuit.

The digital Pulse Width Modulation (PWM) is digital circuit that gives a train of variable width pulses with fixed frequency and magnitude, **Angulo, et al., 2006.**

In this work, it is designed to convert the output "control action" of the digital PID controller to variable width pulses that is used as a gate control signals or the MOSFET power transistors (Q1 and Q2) to turn them to ON and OFF state.

The FPGA-PWM design needs the following IC: 8-bit comparator and 8-bit counter with one enable control signal. The control signal of the digital PID is normalized from 16 bit to 8 bit by truncation and this signal is fed to the first input of the comparator while the comparator's second input is fed by the eight bits counter which counts the 256 levels of the modulation control signal. The maximum PWM frequency is 265 kHz and the synchronization clock period of the system is 14.5 nsec. When the counter start counting, its value will be compared continuously with the normalized control signal and if the control signal is larger, the PWM output is set to one, otherwise, it is set to zero thus, the train of variable width will be created.

The synchronization and control of the FPGA-PID-PWM operation requires the design of a control unit that will achieve a sequence of pulses by using 16 bits Shift-Register with some Logic gates circuit to generate the 16 control pulses, as shown in **Fig. 13-a**.

The schematic design of the digital control and PWM digital circuit simulated using Verilog language to test the operation of the design is as shown in **Fig. 13-b**.

The FPGA-PWM and control unit design needs components as shown in **Table 6.** The overall schematic design of FPGA-PID-PWM controller is shown in **Fig. 14-a**, it needs components as shown in **Table 7**. **Fig. 14-b**, shows the top level design of FPGA-PID-PWM IC with its pins and controls.

To verify FPGA-PID-PWM in the Xilinx development tool (ISE Ver. 14.5) using Verilog language the following input data: voltage error signal and control parameters (kp, ki, kd) are fed continuously at each sample (272 clock) in form of a data files to the test bench to obtain the digital PWM control action, as shown in **Fig. 15**, and the output result is saved in another file.

Finally, to validate the output response of the digital FPGA-PID-PWM, it will be compared with the output response of the adaptive PID controller response, as shown in **Fig. 16**, and it is clear that the output voltage response of the Buck converter that is based on the digital FPGA-PID-PWM controller is approximately matching with the output voltage response of the Buck converter that is based on the adaptive PID controller because of many considerations that have been taken in the design of digital controller such as:

- Using 16 bits high precision representation for word length that led to no needed for scaling factor processing.
- Using two's complement that prevented the consequence of over flow.
- Fixed point fraction that overcame the over flow in multiplication point.

The maximum difference voltage in the Buck converter output between using two controllers in **Fig. 16**, did not access ±0.15 volt, as shown in **Fig. 17.**

Therefore, the implementation of FPGA-PID-PWM is downloaded to Xilinx Virtex5 xc5vlx50 board, as shown in **Fig. 18**, and this is done after generating the bit-stream file that successfully has been obtained from Xilinx-ISE (synthesize-XST, Implement Design and Generate Programming File) development system in order to validate the FPGA-PID-PWM controller as embedded integrated circuit.

7. CONCLUSIONS

The Matlab simulation results and Xilinx development tool Integrated Software Environment (ISE) experimental work on the on-line Bees-PSO tuning control algorithm of adaptive PID controller are based on FPGA presented in this paper for DC-DC Buck converter system. The proposed on-line tuning control gain parameters algorithm was responsible for the following:

- Fast pick up of the optimal control gain parameters with minimum number of fitness evaluation.
- Efficiency of obtaining the best voltage control action with no saturation state leads to save the energy of the battery supply.
- Effective minimization capability of tracking voltage error to track the reference voltage.
- Giving high robustness performance in reducing the variable load current effects.
- Making high performance output of FPGA-PID-PWM controller as embedded integrated circuit in terms of minimum number of control unit output signals and quickly and precisely generating control action.

8. REFERENCES

- Al-Araji, A., 2014, *Development of Kinematic Path-Tracking Controller Design for Real Mobile Robot via Back-Stepping Slice Genetic Robust Algorithm Technique.* Arabian Journal for Science and Engineering. Vol. 39, No. 12, pp. 8825-8835.
- Angulo, F., Ocampo, C., Oliver, G. and Ramos, R., 2006, *Nonlinear and Nonsmooth Dynamics in a DC-DC Buck Converter: Two Experimental Set-ups*. Journal Nonlinear Dynamics. Vol. 46, No. 3, pp. 239-257.
- Chander, S., Agarwal, P. and Gupta, I., 2013, *ASIC and FPGA based DPWM Architectures for Single-Phase and Single-Output DC-DC Converter: a Review.* Central European Journal of Engineering. Vol. 19, No. 4, pp. 620-643.
- Chuang, J. and Chou, H., 2011, *An Efficient Fast Response Hysteresis Buck Converter with Adaptive Synthetic Ripple Modulator*. The 8th International Conference of IEEE on Power Electronics. pp. 620-627.
- Emami, A., Poudeh, M. and Eshtehardiha, S. 2008, *Particle Swarm Optimization for Improved Performance of PID Controller on Buck Converter.* The International Conference of IEEE on Mechatronics and Automation. pp. 520-524.
- Garg, M., Hote, Y. and Pathak, M., 2015, *Design and Performance Analysis of a PWM DC-DC Buck Converter Using PI-Lead Compensator*. Arabian Journal for Science and Engineering . Vol. 40, No. 12, pp. 3607-3626.
- He, Y., and Luo, F., 2004, *Study of Sliding Mode Control for DC-DC Converters*. International Conference of IEEE on Power System Technology. Vol. 2, pp. 1969-1974.
- Ifeachor, E. and Jervis, W., 2002, Digital Signal Processing a Practical Approach. 2nd edition, Pearson Education Inc.
- Keller, I., Lasea, D., and Myrzik, J., 2005, *State-Space Control Structures for Buck Converter with/without Filter.* European Conference of IEEE on Power Electron. pp. 1-10.
- Kelly, A. and Rinne, K. 2005, *Control of DC-DC Converters by Direct Pole Placement and Adaptive Feed Forward Gain Adjustment*. The 20thAnnual Conference of IEEE on Applied Power Electron and Exposition. pp. 1970-1975.
- Kim, K-H, Kong, B-S and Jun, Y-H, 2012, *Adaptive Frequency-Controlled Ultra-Fast Hysteretic Buck Converter for Portable Devices.* International Conference of IEEE on SoC Design. pp. 5-8.
- Leung, F., Tam, P., and Li, C., 1993, *An Improved LQR-Based Controller for Switching DC-DC Converters.* IEEE Transaction Indsitrials Electron. Vol. 40, No. 5, pp. 521-528.
- Pham, D.T., Ghanbarzadeh, A., Koc, E., Otri, S., Rahim, S. and Zaidi M., 2005, *The Bees Algorithm.* Technical Note, Manufacturing Engineering Centre, Cardiff University, UK.
- Pham, D.T., Kog, E., Ghanbarzadeh, A., Otri, S., Rahim, S. and Zaidi, M., 2006, *The Bees Algorithm – A Novel Tool for Complex Optimisation Problems*, IPROMS 2006 Proceeding 2nd International Virtual Conference on Intelligent Production Machines and Systems, Oxford, Elsevier.

- Sravanthi, G. and Rajkumar, N., 2014, *PID Controller Implementation for Speed Control Applications Using FPGA*. International Journal of VLSI System Design and Communication Systems. Vol. 2, No. 6, pp. 364-370.
- Tapou, M., Al-Raweshidy, H., Abbod, M. and Al-Kindi, M., 2011, *A Buck Converter for DVS Compatible Processors in Mobile Computing Applications Using Fuzzy Logic Implemented in a RISC Based Microcontroller*. The 2nd Internation Conference on Circuit and System Control Signal. Prague, Czech. pp. 135-139.
- Themozhi, G., and Reddy S., 2014, *On Chip Pulse Width Modulator and Dead Time Controller in Bidirctional DC to DC Converter for Aero Space Applications*. Arabian Journal for Science and Engineering. Vol. 39, No. 2, pp. 957-966.
- Wang, D., Tan, D. and Liu, L., 2017, *Particle Swarm Optimization Algorithm: An Overview*. Journal Soft Computing. DOI: 10.1007/s00500-016-2476-6, pp. 1-22.
- Williamson, D., 1991, *Digital Control and Implementation Finite Word length Consideration*. Prentice Hall Inc.

Table 1. The parameter values of the Buck converter model [3,4].

Description	Symbol	Value	Unit
The Converter Main Inductance	L	33	µH
The Main Capacitor	C	47	µF
The Load Resistance	R_{Load}	2.345	Ω
The Effective Series Resistance of The Inductor	r_L	66	mΩ
The Effective Series Resistance of The Capacitor	r_C	70	mΩ
The ON Channel Resistance of The Switch and Synchronous Rectifier MOS Transistors	rs_{on}	2.1	Ω
Supply Voltage	V_{Supply}	3.75	V

Table 2. The parameter values of the proposed tuning algorithm.

Scout Bees (n) is equal to 10 at the global search
The Selected Bees is equal to 5
The particle is equal to 20 in the neighborhood search;
The Fittest Bees is equal to 5
The iteration number (*N*) in the global search is equal to 4
The iteration number (*P*) in the neighborhood search is equal to 3.

Table 3. The two's complement module needs components.

LUTs slice	logic gates	occupied slices	LUT flip-flop pairs	flip-flop	bonded IOBs
81	82	41	82	16	35

Table 4. The digital PID module needs components.

LUTs slice	logic gates	occupied slices	LUT flip-flop pairs	flip-flop	bonded IOBs
272	281	140	281	144	91

Table 5. The control signals

No.	Signal Name	Signal operation
1	Clear	To clear all registers
2	CS1	To load the values of Kp, Ki, Kd
3	CS2	To operate the digital PID controller
4	CS3	
5	CS4	
6	CS5	
7	CS6	
8	CS7	
9	CS8	
10	CS9	
11	CS10	To load the data (digital control action) in the register

Table 6. The control unit with PWM module needs components.

LUTs slice	logic gates	occupied slices	LUT flip-flop pairs	flip-flop	bonded IOBs
40	42	35	45	25	43

Table 7. The FPGA-PID-PWM module needs components.

LUTs slice	logic gates	occupied slices	LUT flip-flop pairs	flip-flop	bonded IOBs
474	487	257	490	201	67

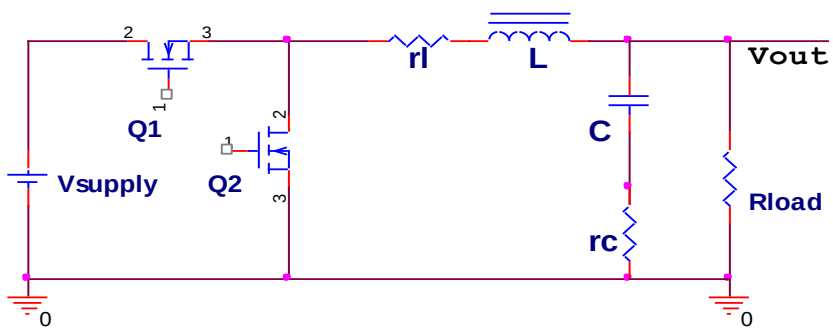


Figure 1. Synchronous Buck power stage schematic.

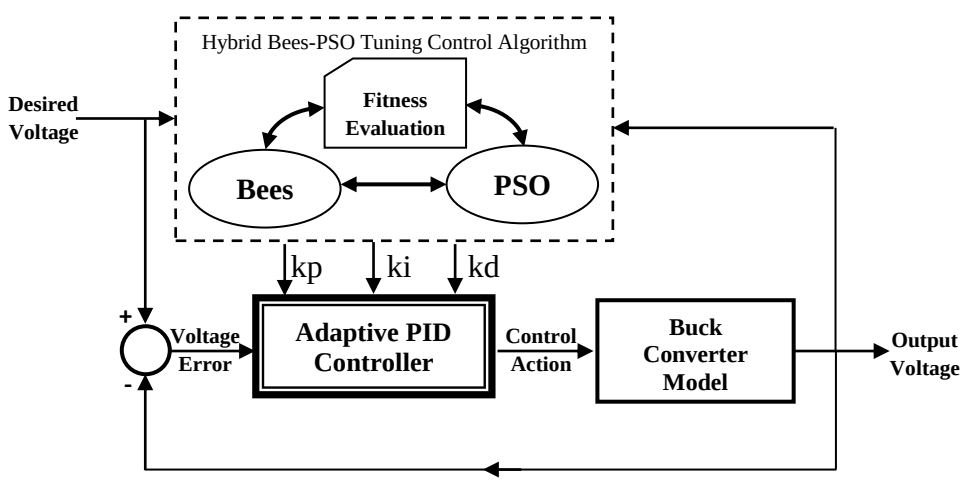


Figure 2. The block diagram of the adaptive PID controller for Buck converter model.

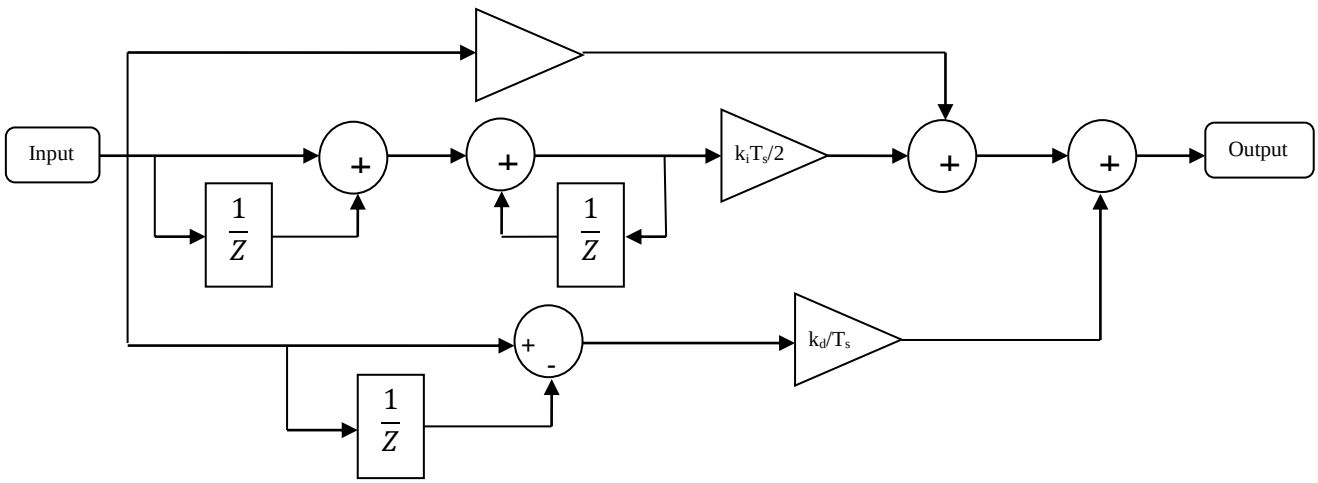


Figure 3. Digital PID controller realization.

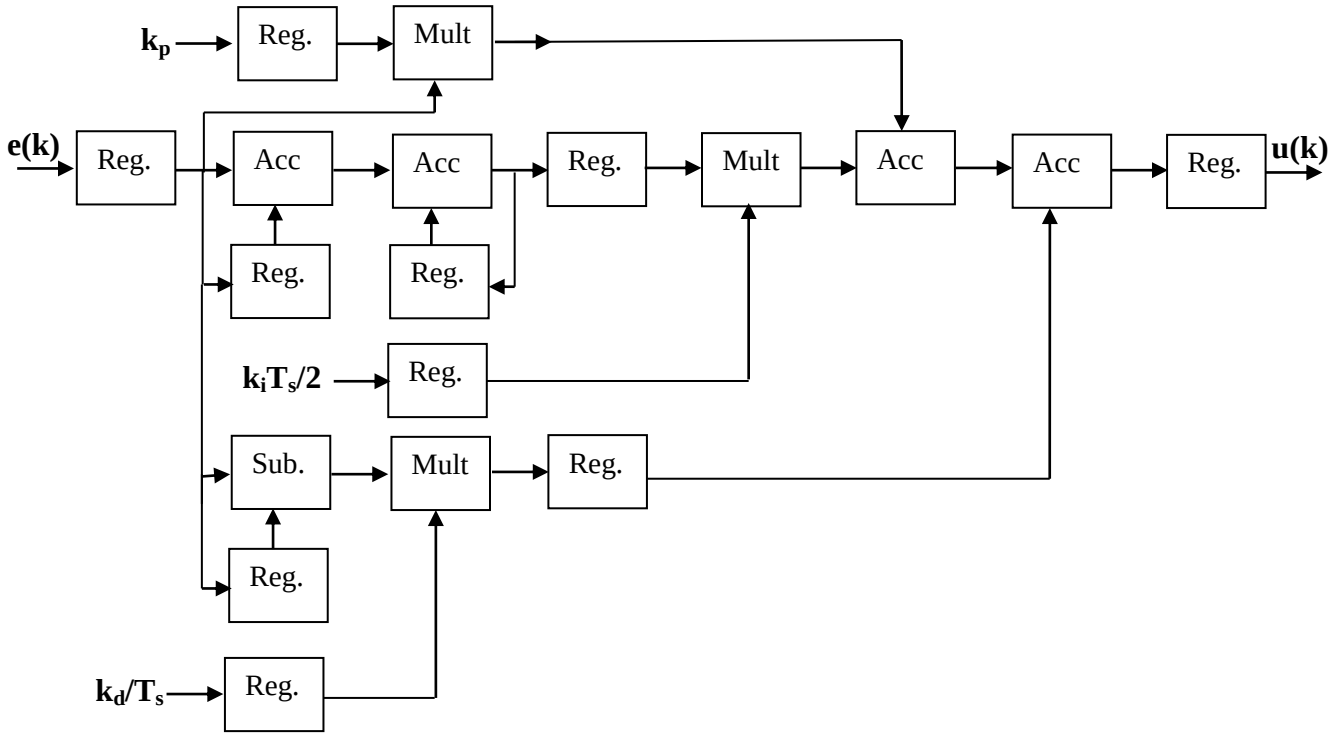


Figure 4. Block diagram of PID controller in FPGA.

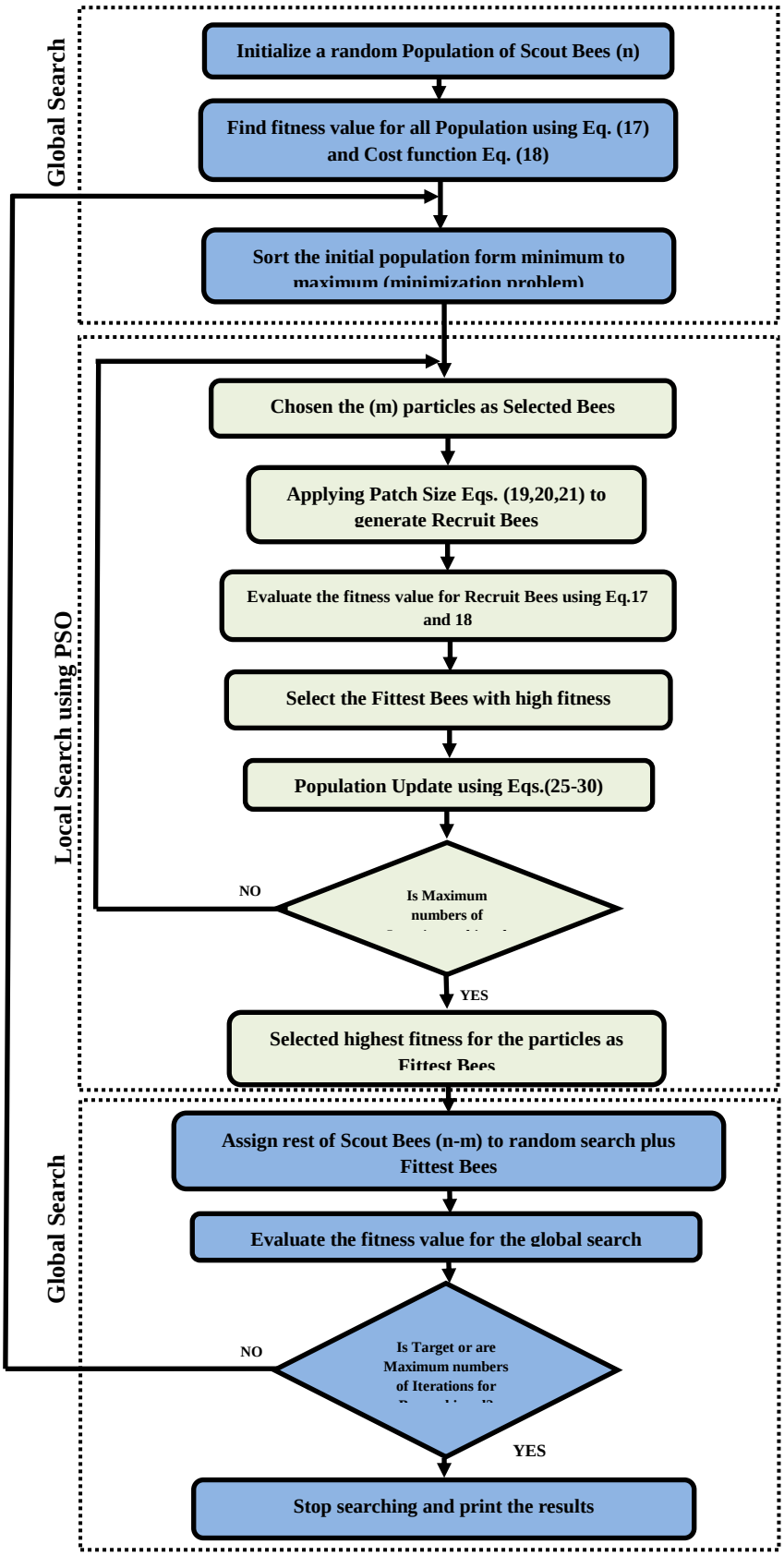


Figure 5. The proposed flow chart of the Bees-PSO algorithm.

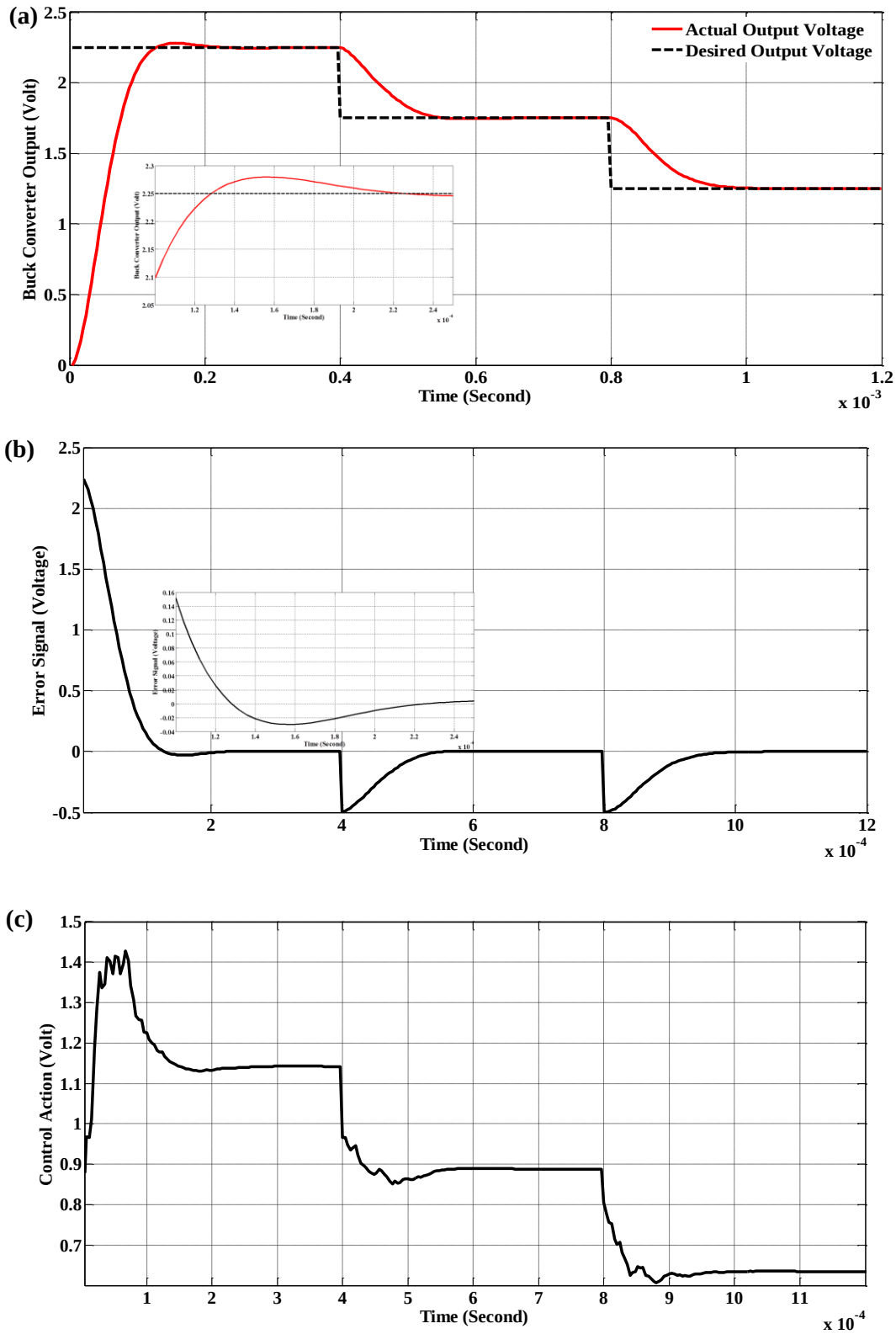


Figure 6. Simulation results of the adaptive PID controller (a) Output voltage for Buck converter model; (b) Voltage error; (c) Voltage control action.

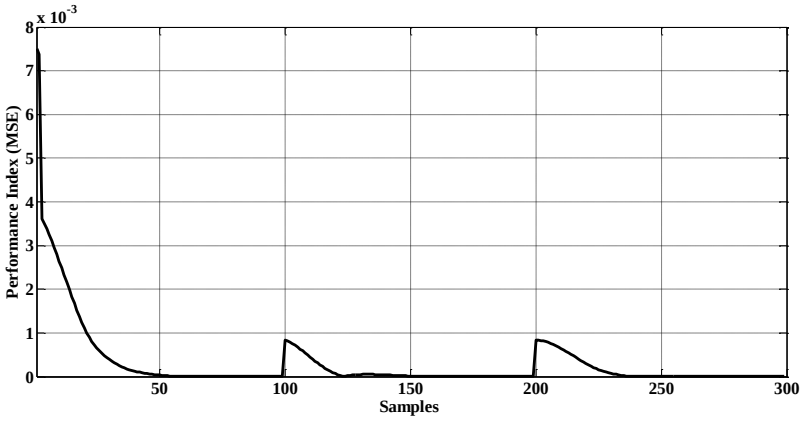


Figure 7. On-line performance index (MSE).

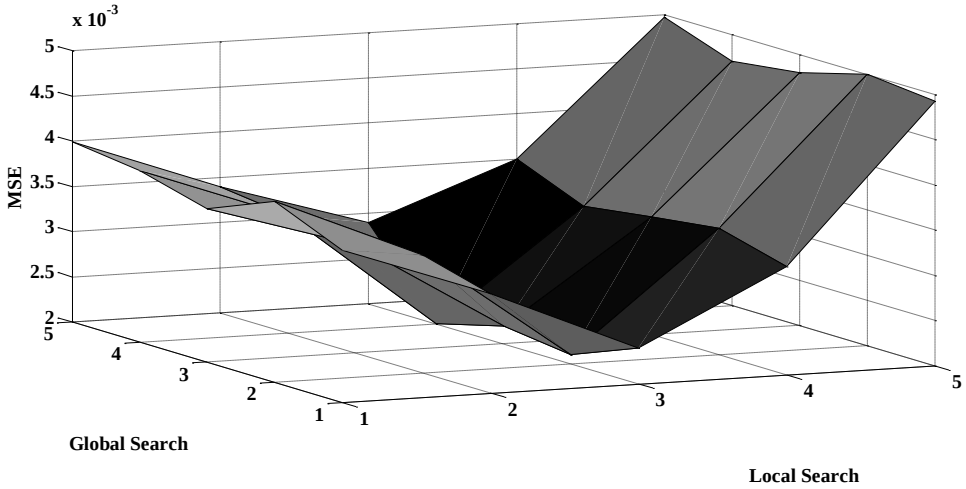


Figure 8. The effect of MSE summing with changing number of the iteration in local and global search space.

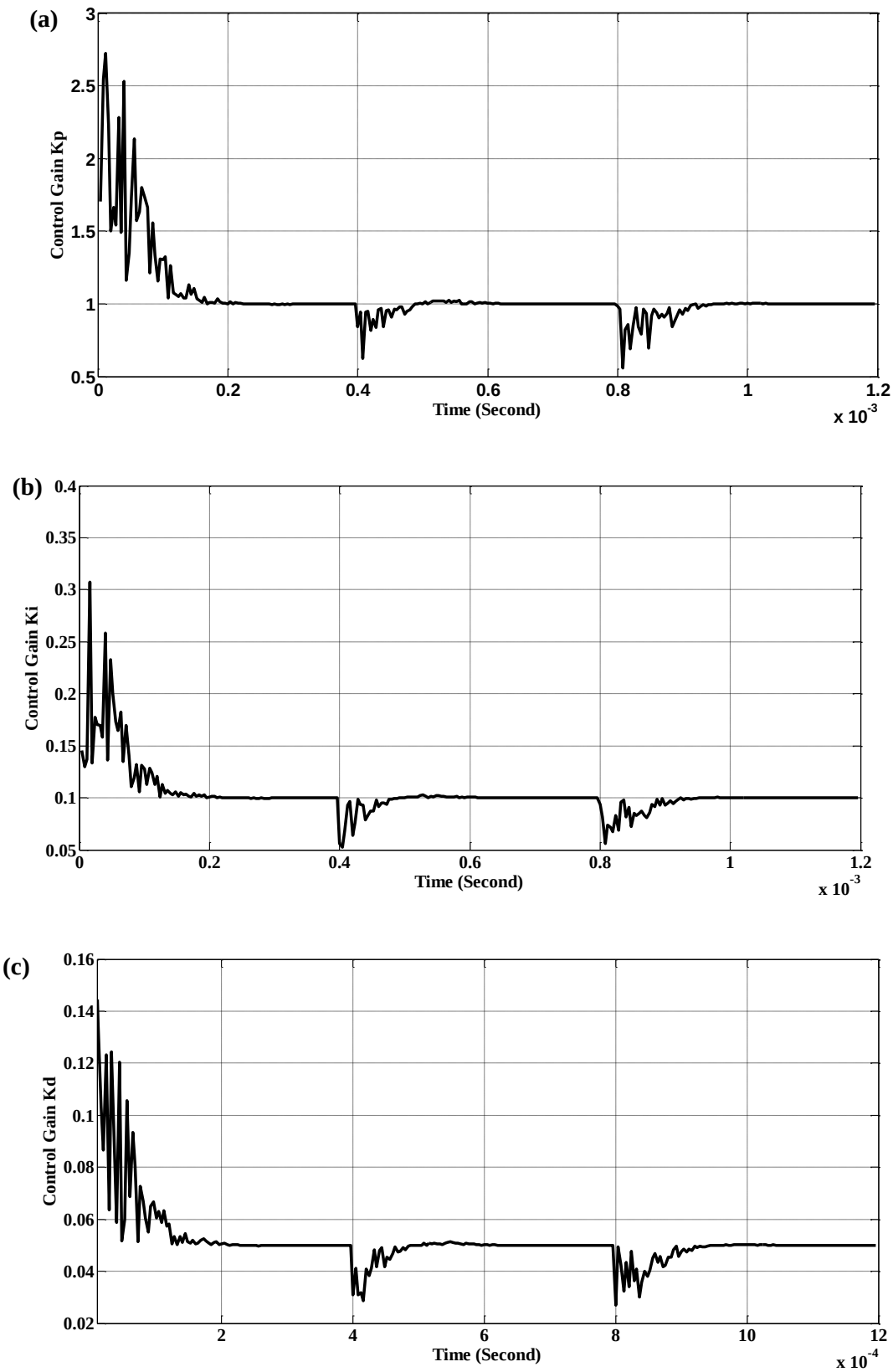


Figure 9. Simulation results of the control parameters (a) kp; (b) kd; (c) ki.

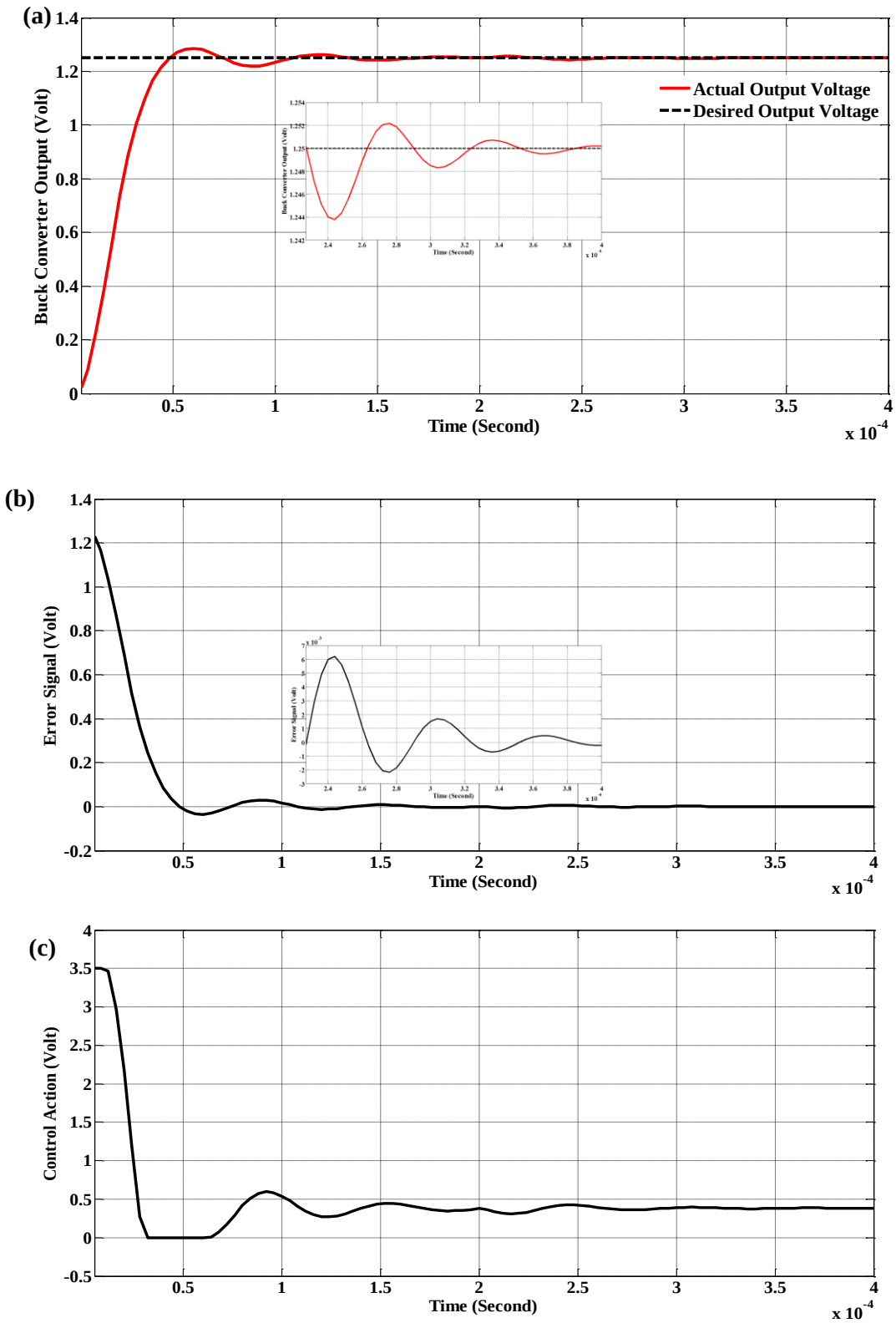


Figure 10. Simulation results of the adaptive PID controller with disturbance effect(a) Output voltage for Buck converter model; (b) Voltage error; (c) Voltage control action.

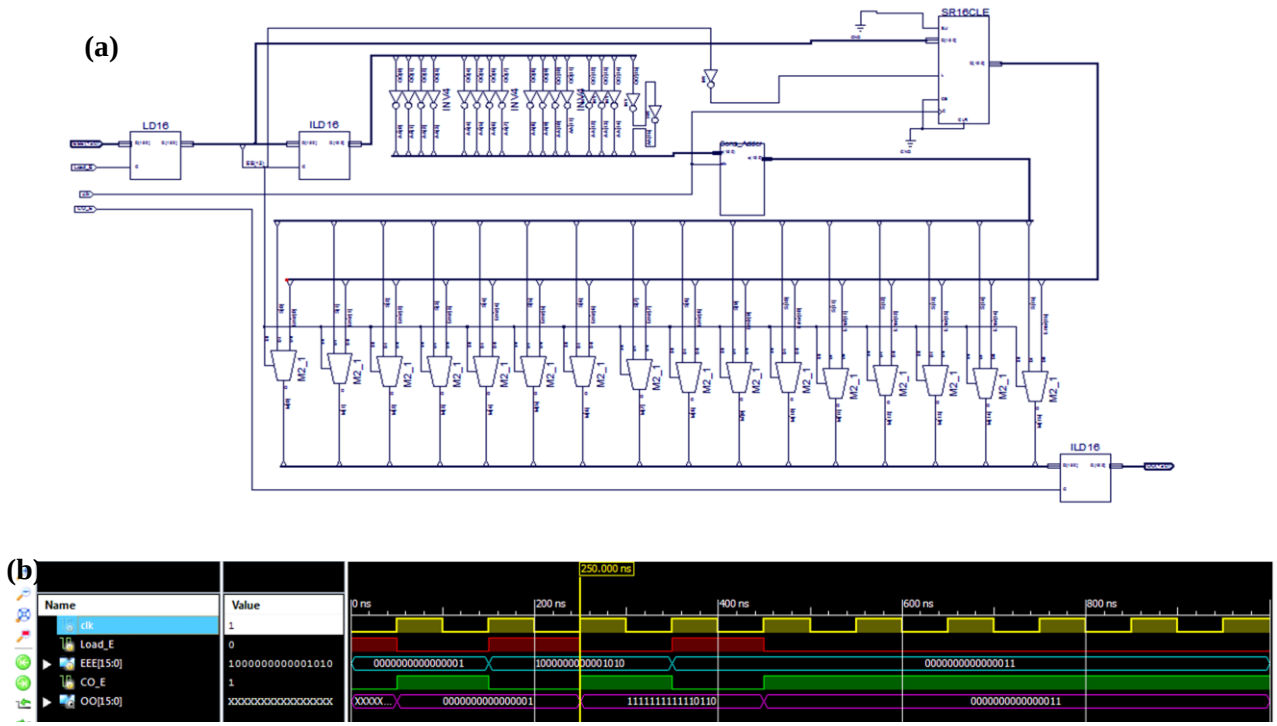
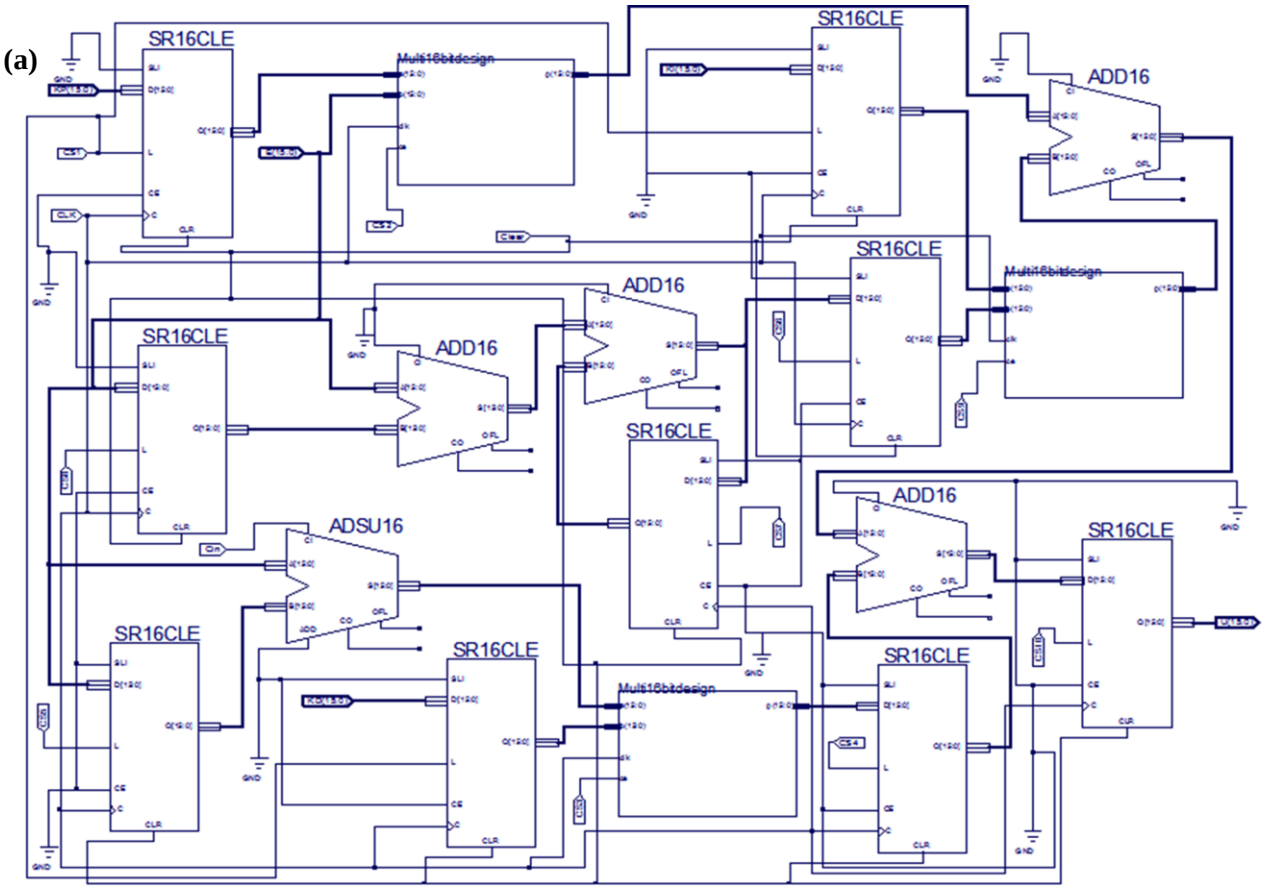


Figure 11. The 2's complement arithmetic digital circuit (a) Schematic diagram; (b) The test bench waveform.



(b)

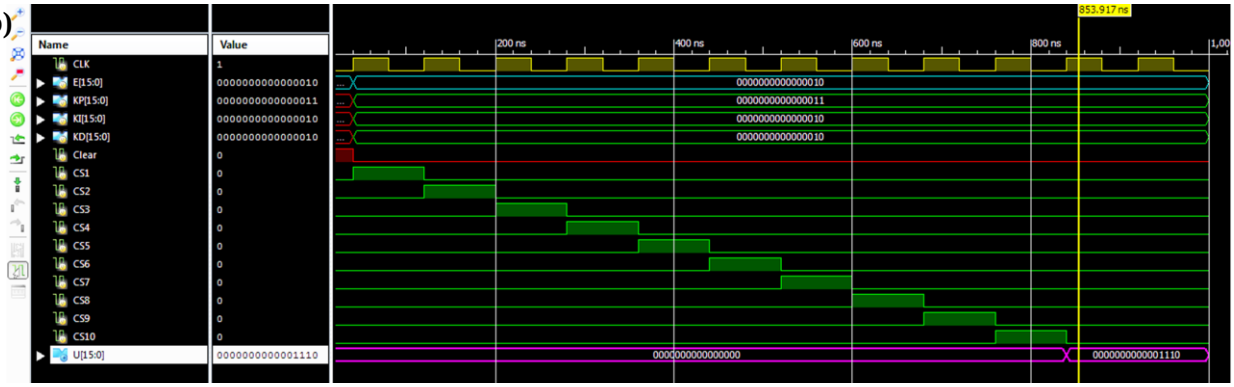
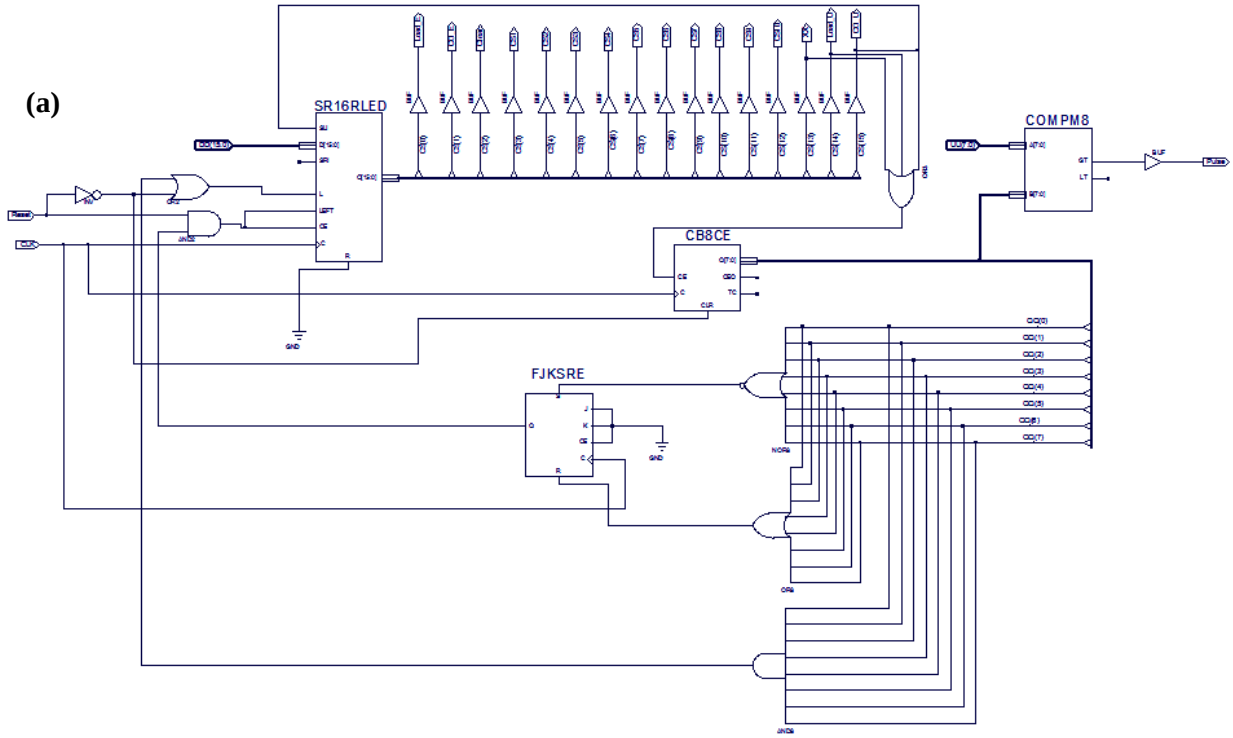


Figure 12. Digital circuit of PID controller (a) Schematic diagram; (b) The test bench waveform.

(a)



(b)

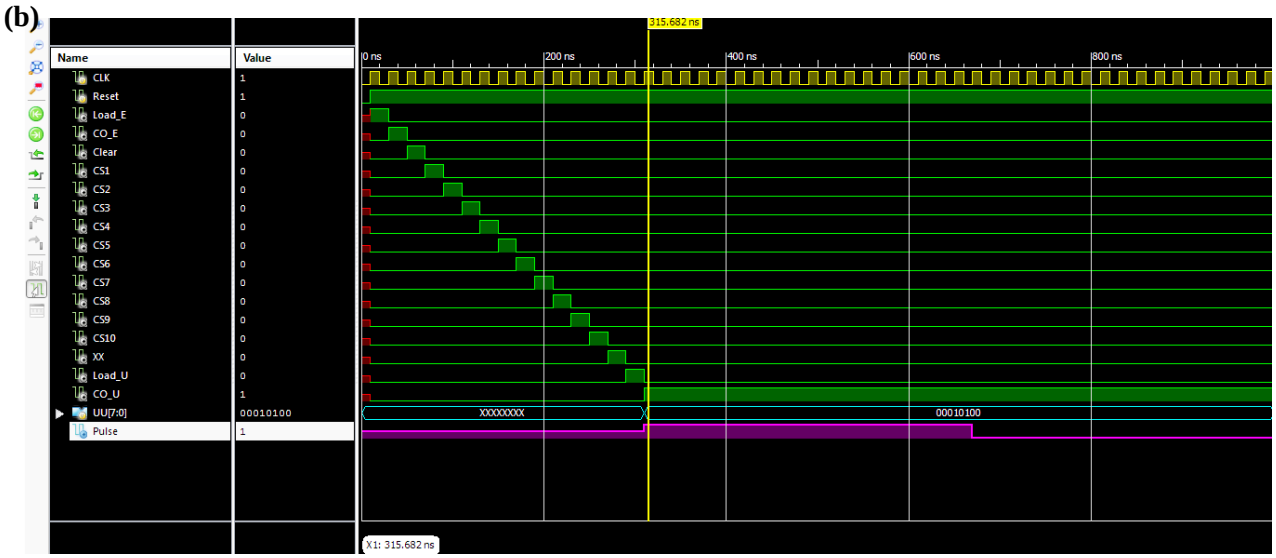
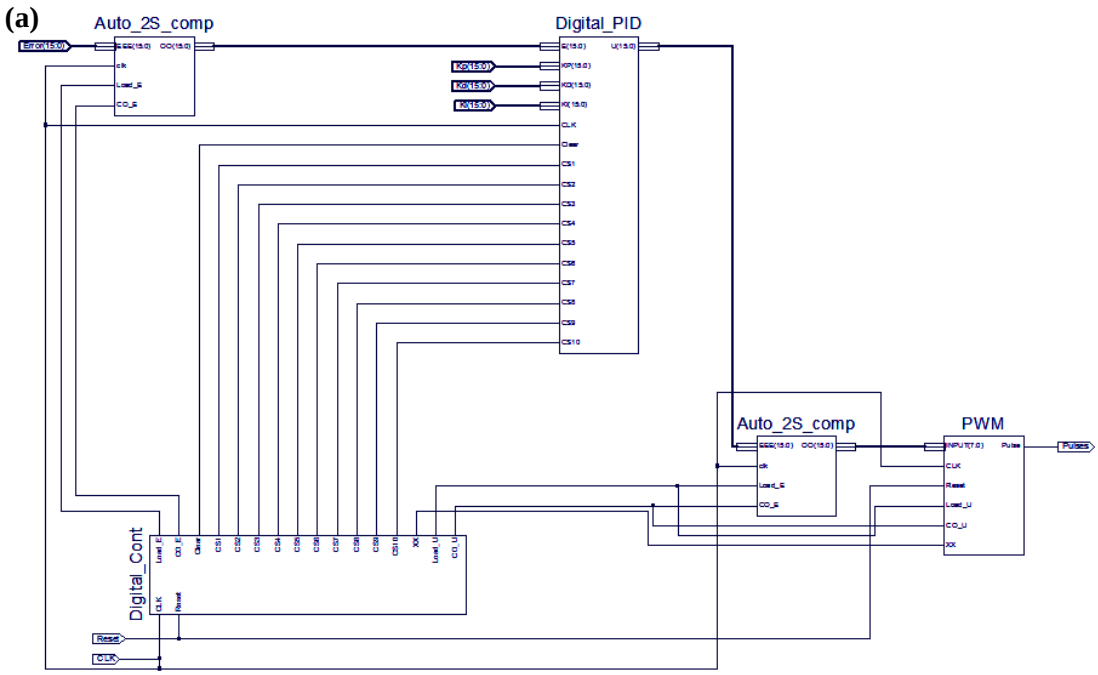


Figure 13. Digital circuit of control unit with PWM digital circuit(a) Schematic diagram; (b) The test bench waveform.

(a)



(b)

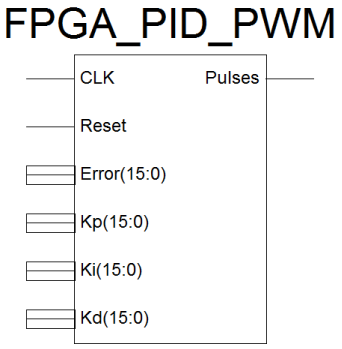


Figure 14. a) The FPGA-PID-PWM controller; b) The top level design of FPGA-PID-PWM IC.

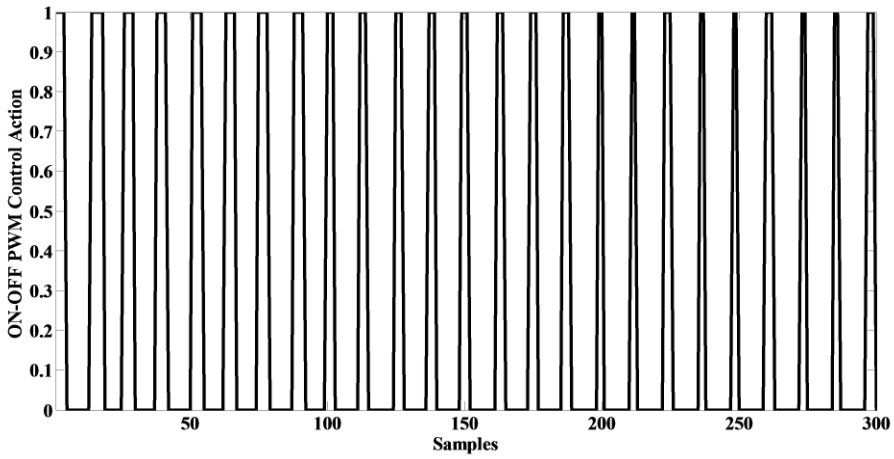


Figure 15. The output of the PWM digital circuit.

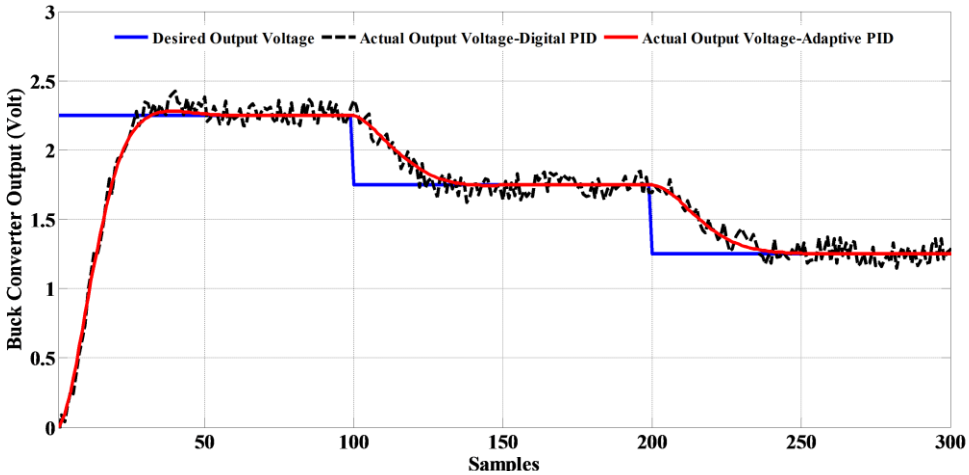


Figure 16. Matlab simulation results and Xilinx ISE results of the output voltage of Buck converter model.

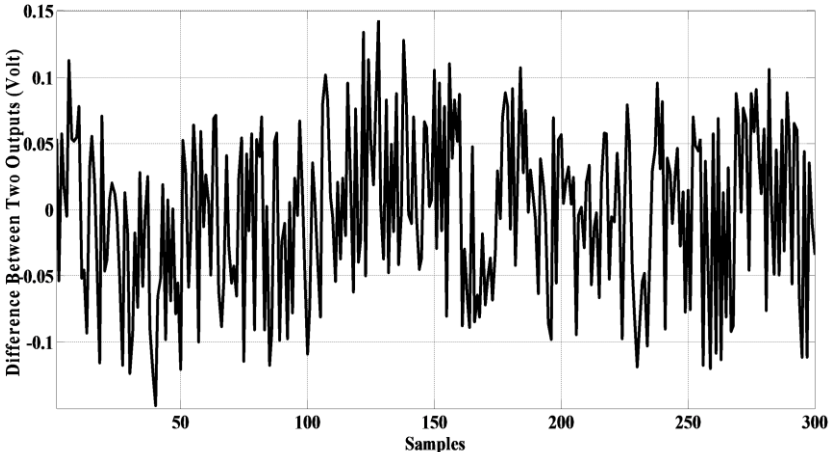


Figure 17. The maximum difference voltage between Matlab simulation result and Xilinx ISE result of the Buck converter output voltage.

Figure 18. Experimental setup of the Xilinx Virtex-5 development system.

اثر التحولات العمرانية الحديثة على المشهد الحضري لمراكز المدن التاريخية

دراسة عمرانية للمركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف

ا.م.د. صبيح لفته فرحان الزبيدي
استاذ مساعد
كلية الهندسة –جامعة واسط
drsabeeh@uowasit.edu.iq

م. د. حسام ساجت عويد الدلفي
مدرس
كلية الهندسة –جامعة واسط
hussam_sachit@yahoo.com

الخلاصة

يتناول البحث موضوع التحولات العمرانية الحديثة في المشهد الحضري لمراكز المدن التاريخية التي تهدد تركيبة وشخصية مراكز المدن الحضارية والحضرية وهو ما يمثل مشكلة البحث. لذا يهدف البحث الى توضيح اثر التحولات في الواقع العمراني للمشهد الحضري واهمية استيعاب تلك التحولات في خلق صورة مستقبلية حضارية لمركز مدينة النجف الأشرف التاريخي.

وقد توصل البحث الى ان غياب الوحدة النظامية التي تجمع تركيب المشهد الحضري البانورامي بسبب عدم ترابط الابنية العالية وغياب المفهوم الحقيقي للتجديد الحضري ضمن كامل السياق العام يمكن ان يضعف المركز التاريخي ويهدد القيمة التاريخية والحضرية لتلك المراكز. ومنها يذهب البحث الى ضرورة دعم التراث المعنوي والمادي وإضافة فعاليات وظيفية تراعي التحولات العمرانية وتدعم مستقبل المركز التاريخي ضمن خطط قائمة على مفاهيم الاستدامة الاجتماعية وتفعيل الجانب البيئي والاقتصادي للبيئة العمرانية.

الكلمات الافتتاحية: التحولات العمرانية، المشاركة المجتمعية، المركز التاريخي، المشهد الحضري، مدينة النجف الاشرف.

Effect of New Urban Transformations at Townscape of Historical Cities

Urban Study of Alnajaf Historical City Center

ABSTRACT

This paper deals with the subject of modern urban transformations in the townscape of the centers of historical cities, bringing changes to these centers, which represents the research problem. The research aims to clarify the impact of changes in the physical urban scene and the importance of assimilation of urban transformations to create a good civilized image in the future of Alnajaf historical city center.

The most important findings of the research show that what distinguishes the case of the historic center is a weakness in the panoramic installation urban scene, and the absence of regular unit that combines the installation because of the spaces between the high rises on one hand, and the absence of the true concept of urban renewing in the entire general context. So the search is stressed to the need to add functional activities taking into account the urban transformations and support the future of the historic center with the support of the moral and material heritage of the historic city center, and contribute to social sustainability and activate the environmental and economic environment of the urban side.

Key words: Urban transformations, Community participation, Historical Cities Centers, Townscape, Al-najaf City Center.

1- المقدمة:

شهدت مدينة النجف الاشرف بعد العام (2003م) تحولات (ثقافية واجتماعية واقتصادية) تسببت بإحداث تحولات عمرانية شملت عموم المدينة وتركزت بشكل واضح في المشهد الحضري للمركز التاريخي. فقد انعكست التحولات على هوية وخصوصية المدينة واثرت سلبا على كيانها المادي والعلاقات بين عناصر المشهد الحضري والانسان كمدينة عربية اسلامية.

2- منهجية البحث:

اولاً: يتم بناء اطار نظري للتحولات العمرانية والمشهد الحضري للمركز التاريخي عن طريق:
استخلاص مفردات الاطار النظري للمفردات التي ذكرت انفاً.
ثانياً: اجراء استبيان على عينه قصدية من الخبراء (40 خبيراً) من العاملين في مجال العمارة والتصميم الحضري.
ثالثاً: التوصل الى الاستنتاجات والتوصيات.

3- التحولات في اللغة والاصطلاح:

ترتبط التحولات في اللغة بمعاني التغير (الرازي، طبعة 1950م، ص136)، اما في اللغة الانكليزية فأن بعض القواميس تذكر ان لفعل (Transform) معنيين اساسيين (يحَّول، ويتحوَّل) والاسم منه (Transformation) بمعنى تحويل وتحوَّل، واستحالة (البعلبكي، 1950م). اما في الاصطلاح فيرتبط بجانب الفعل والذي يصف مجمل التغييرات والاجراءات والفعاليات المحولة ضمن عملية محددة(حسام ساجت، 2013م، ص53). والذي يمكن ان يحمل ابعاد متناقضة في التطبيق (Williams, 2000, P.181)، ويكون جانبي التحولات (العملية (مدخلات التحول)، والنتاج (فعل التحول)) اساس لمعنى التحولات في مسار البحث.

4- التحولات العمرانية:

- ويقصد بها عمليات اعادة الهيكلة واعادة التدخل في المناطق الحضرية التي فقدت وظائفها وادخالها في اجزاء الحياة الاجتماعية والثقافية للمدينة، لتكون قادرة على خدمة الاقتصاد والاستجابة بشكل افضل لاحتياجات المستخدمين (لفتة، 2014م). ويمكن تصنيف نمطين منها: (المحمدي، 2008م، ص31)
- _ التحولات الحافظة للنظام: وهي التحولات التي تؤدي الى ثبات النوع لمجموعة معينة من الظواهر المتولدة.
- _ التحولات المدمرة للنظام: وهي التحولات التي تؤدي الى نشوء انواع جديده من الظواهر. **و تتمثل هذه التحولات العمرانية بـ:**
- تحولات مرتبطة بالزمان والمكان وهي تعد مؤشر لخصائص الثبات والتغيير في الفكر والنظام.
- تحولات مرتبطة بطبيعة المفردات الجزئية (كمية ونوعية) التي تكَون كيان المدينة وتحتوى بالتكامل الموضوعي.
- تحولات مرتبطة بكيان وهيكل المدينة وسكانها وتحتوى (بوحدة التنوع). (رزاق، 2012م، ص196)

ويمكن تمييز نموذجين لمراكز المدن نتيجة لمجموعة التحولات العمرانية وهما: الانموذج السلبي ويظهر عيوب النسيج التقليدي والتخطيط المكاني السيء كجزء لا يتجزأ من تبعات الاستمرارية المكانية المتقادمة، وعدم مراعة التطور المستقبلي لنمو مركز المدينة. (Mishra, 2013, P19-20) والانموذج الناجح يبرز عن طريق الطاقات الاستثمارية المكانية الجيدة. (Cooper, and other, 2009, P.238-240) وتوفير فرص التطوير الجيد القائم على ابتكار وتجديد الفعاليات ضمن مركز المدينة واستخدام طاقة المكان الايجابية في توجيه الاستثمار المحلي والدولي. (Benchmarking U.S. Regional Cities, 2014, P.48) ورغم ان الحفاظ على المدينة القديمة واعادة احيائها ضمن المشهد الحضري لا يمكن ان يرتبط احدهما بالأخر دون حدوث تناقض. فأن مجموع التغييرات الملموسة او الظاهرة في البنى الأساسية او الثانوية في تركيبة المركز التاريخي نتيجة لطريقة التعامل او لتراكم التدخلات الفردية او الجماعية من جهة، والتدخلات القسرية غير المراعية للقوانين والضوابط البنائية لحقبة محددة من تاريخها المادي والمعنوي من جهة أخرى يمكن ان يشير الى التحولات العمرانية بصورة ايجابية او سلبية يمكن تقييمها عن طريق مسار البحث(صخر، 2004م، ص73).

5- المشهد الحضري لمراكز المدن التاريخية:

يقصد بالمشهد الحضري فنّ التنظيم والتماسك البصري لخليط المباني، والشوارع، والفضاءات التي تختلق البيئة الحضرية، كجزء لا يتجزأ من البيئة الحضرية المادية والموضوعية. حيث يمكن للمشهد الحضري ان يؤشر غالبا انحطاط الفضاء الحضري ضمن سياق البيئة العمرانية، عن طريق تعاظم المشكلات الحضرية للمدينة ودخول مركزها في مرحلة عدم التوازن او عدم استيعاب الخدمات الصناعية والتجارية والاجتماعية المناسبة لمستقبلها. (Chen, and other, 2009, p.27)

كما يرتبط المشهد الحضري بفعالية التخطيط السليم والتصميم الحضري المراعي لمتطلبات السكان. (Sen, 2013, p.115) فقد خلق الاهتمام بجزء من المشهد الحضري ضمن الممارسات المعمارية فقدان الكثير من الفضاءات في مراكز المدن خصوصيتها وتميزها، (Carmona & Tiesdell, 2007, p.62) وبذلك يمتلك جانب مكونات المشهد الحضري اهمية كبيرة في تأشير واقع التحولات العمرانية في مراكز المدن عموماً، وهذا ما يمكن التركيز عليه في واقع حال المركز التقليدي لمدينة النجف الاشرف التاريخي الحالة الدراسية للبحث.

6- واقع حال المركز التقليدي لمدينة النجف الاشرف التاريخي:

يعد المركز التقليدي لمدينة النجف الاشرف انموذجاً مميزاً للنسيج التقليدي المتضام والمرتبط بالكتلة الرئيسة لمرقد الامام على (عليه السلام)، ومظهراً حضرياً فعالاً يعكس الاستمرارية المكانية للفعالية الحضرية فهي اولاً مدينة للساكنين، ومدينة للعلم والمعرفة ثانياً، مدينة للزائرين ثالثاً، فضلاً عن عدها مدينة تراث انساني عالمي. (Urban renwal of the city center. 2012, p.24)

ويتميز واقع حال المركز التاريخي بتأثر النسيج العمراني بعوامل الضعف والتقادم الزماني وبعض الابنية والمنشآت المرتبطة بالغالب بالفعاليات الدينية كالجوامع والحسينيات والمكتبات، كما يحتوي على العديد من الابنية القيمة عمرانيا ومعمارياً، الا ان الغالب من الابنية على طول المحاور الحركية ذات وظائف تجارية تفتقر غالبيتها الى الابداع المعماري، او الملاءمة للمفردات العمرانية ذات القيمة التاريخية. كما ان ادخال طرز معمارية بعيده عن روح التواصل مع الموروث المعماري الاسلامي، وعدم صيانه المساكن التراثية، وكذلك دخول الفعاليات التجارية داخل الازقة التقليدية السكنية يفضي بالقضاء على التدرج الهرمي داخل مركز المدينة. (كمونة، 2010م)

ومنها يكون الظاهر في النسيج الحضري تهديده بفوضى حضرية لا تلاءم النسيج التقليدي للمركز التاريخي وتأثره بالتحولات العمرانية الحديثة خصوصاً مع تداخل الفعاليات المختلفة داخل المركز التاريخي مع ظهور التصرف الشخصي وغير الموجه من قبل الافراد والمؤسسات. ولأهمية المركز التاريخي وتعدد وظائفه الحضرية يظهر تأثير التحولات العمرانية الحديثة ومنها القرارات اليومية التراكمية بشكل واضح على مظهر المركز التاريخي والمتمثل بالمشهد الحضري.

7- مشكلة البحث:

عدم وضوح تأثير التحولات العمرانية الحديثة على مشهد مركز مدينة النجف الاشرف التاريخي.

8- أهداف البحث:

توضيح تأثير التحولات العمرانية الحديثة على مكونات المشهد الحضري لمراكز المدن التاريخية بشكل عام، والمشهد الحضري للمركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف بشكل خاص.

ويتم ذلك عن طريق الاجابة على الاسئلة الأتية:

- ما هو تقييم واقع حال المشهد العمراني في المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف؟
- ما هي طبيعة التحولات العمرانية لمدينة النجف الأشرف وما اسباب تلك التحولات؟
- ما هي الرؤية المستقبلية لاستيعاب تحولات المشهد الحضري لمركز مدينة النجف الأشرف التاريخي؟
- ما هي الآليات الملائمة للمشاركة المجتمعية الفعالة، في تطوير او تحسين المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف؟

9- فرضية البحث :

إن المخرجات الناتجة من التحولات الفكرية بأبعادها الاجتماعية، والثقافية، ستؤثر على المدينة، لان تلك المخرجات تمثل العناصر المكونة للمدينة من جهة، ومن جهة أخرى تمثل المدينة الحيز المكاني الذي تتفاعل فيه تلك العناصر.

10- الابعاد المكانية والزمانية للدراسة :

10-1-الابعاد المكانية : وتشمل الجزء التاريخي لمدينة النجف الاشرف.
10-2-الابعاد الزمانية : وتشمل العقد الاخير اي العشر سنوات الاخيرة (2005-2014) .

11- القياس:

تم قياس متغيرات التحولات العمرانية الحديثة وقياس تأثير ذلك على المشهد الحضري للمركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف عن طريق المفردات المستخلصة من الاطار النظري لخصائص وطبيعة تلك التحولات، وكما موضح في الملحق رقم (1).

12- تصميم البحث :

لغرض التحقق من اثر التحولات العمرانية الحديثة على المشهد الحضري للمركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف، فقد تم تهيئة واعداد استمارة الدراسة الميدانية الموضحة في الملحق رقم (2) وتحديد عينات الدراسة، وكما يأتي:

12-1-استمارة الاستبيان :

تم اعداد استمارة الاستبيان (الملحق رقم 2) تضنت ثلاثة محاور، تناول المحور الاول تقييم واقع حال المشهد العمراني في المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف وتحولاته المعاصرة. و تضمن(12) سؤال وتناول المحور الثاني الحاجة الى تغيير المشهد التاريخي في مركز مدينة النجف الأشرف (هل التغيير مفروض علينا أم حاجة نسعى إليها؟). وتضمن (6) اسئلة اما المحور الثالث فتناول الرؤية المستقبلية لاستيعاب المشهد الحضري للمركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف للتحولات العمرانية الحديثة وتضمن 13 سؤال.

12-2-عينة المستبينين :

تم اختيار عينة مكونة من (40 خبير) لإجراء الاستبيان عليها من المختصين الذين يمتلكون مستوى علمي وثقافي يؤهلهم من الاجابة على اسئلة الاستبيان بشكل دقيق، وشملت حملت الشهادات العليا في اختصاصات هندسة العمارة والتخطيط الحضري وبواقع 22 شخص من حملة شهادة الدكتوراه و12 شخص يحملون شهادة الماجستير و6 أشخاص من حملة شهادة البكالوريوس، يعمل اكثر من نصفهم بواقع 58% منهم في المؤسسات الاكاديمية و30% منهم في مؤسسات حكومية و12% في القطاع الخاص، كما يمتلك 62%منهم خبرة تمتد لأكثر من 10 سنوات و20% تمتد خبرتهم من10-20 سنة في حين يمتلك 18% منهم خبرة 1-4 سنوات.

13- النتائج

13-1- تقييم واقع حال المشهد العمراني في المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف وتحولاته المعاصرة:

13-1-1- تقييم واقع حال المشهد الحضري:

يتبين من الدراسة العملية ان نصف سكان عينة الدراسة (50%) قيموا المركز التاريخي على انه جانب تاريخي يعبر عن تراكم الأجيال وخبرته للتعامل مع المكان ضمن حقب زمنية مختلفة، وبين (40%) منهم ان المركز التاريخي هو صورة ذهنية قائمة من تفاعل المحاور البصرية والحركية في مركز المدينة. وهذا يعبر عن الخصوصية التاريخية لمدينة النجف الاشرف كونها تضم الضريح المقدس للأمام علي (ع) وما يتبعه من فعاليات الزيارة للمرقد الشريف المؤثرة بشكل فاعل على المشهد الحضري، وهذا التفرد والتميز لم يأت من فراغ وانما يرجع بالاساس الى الخصائص التاريخية المميزة للمكان وطبيعة الخصائص التخطيطية المميزة للمركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف كمدينة عربية اسلامية استمدت تخطيطيها من مبادى الدين الاسلامي الحنيف.

13-1-2-خصائص المشكلات في المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف:

وبالنظر الى خصائص المشكلات في المركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف واسبابها نجد ان نسبة من عينة الدراسة والتي تقترب من النصف (47.5%) بينت ان للزيادة المطردة في السكان وعدم تناسب الخدمات المقدمة لهم هو المصدر الرئيس لتلك المشكلات. مع طغيان مفهوم الفردية على الإحساس والوعي الجماعي لمفهوم البيئة المحلية والذي اكده (40%) من الخبراء.

وبين ثلث الخبراء (35%) ان السبب يعود الى غياب القيم المكانية التقليدية وعدم الإحساس بالهوية المكانية، في حين بين (32.5%) ان الجانب الاقتصادي والحاجة الملحة في تحريك فعاليات مركز المدينة هو السبب.

وهذه النسب تبين لنا بوضوح الافتقار الى الدراسات المعمارية والتخطيطية الملائمة لخصوصية المركز التاريخي وعدم الاخذ بالحسبان الهوية المميزة لتلك المدينة مع عدم تناسب الخطط والخدمات المختلفة مع معدلات النمو السكاني كون المدينة من المدن الجاذبة للسكان والذي ادى الى تنافس الفعاليات واستعمالات الارض وتحريكها وفق للجوانب الاقتصادية البحتة دون النظر للجوانب الروحية والمعنوية لتلك المدينة.

13-1-2-خصائص التحولات العمرانية التي طالت مدينة النجف الأشرف وعلاقتها بالقوانين:

أما بالنسبة للتحولات العمرانية فقد تبين ان النسبة الاكبر من عينة الدراسة (82.5%) قد اشارت الى ان هناك تحولات عمرانية طالت مدينة النجف الاشرف، بين حوالي ثلاثة ارباع العينة (73%) ان التحولات شملت المدينة ككل وحوالي ثلثي العين (67%) وضحوا ان التحولات اختصت بالجزء الحديث من المدينة وما يقارب نصف العينة (45%) بينوا ان التحولات العمرانية برزت في المركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف، تنوعت الآراء في طبيعة نظرتها تجاه تلك التحولات، النسبة الاكبر (55%) بينت الى ان هناك تحولات جزئية على مستوى المدينة ككل، وبين (22.5%) حصول تحولات عمرانية جذرية على مستوى الجزء الحديث في المدينة، كذلك اظهرت نتائج الاستبيان ان خمس عينة الدراسة (20%) منهم ان هناك تحولات عمرانية جذرية حصلت في المركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف، وما يقارب من ثلث العينة (37.5%) بينوا ان تغييرات جزئية تمت في المركز التاريخي، حيث إن الشكل التاريخي والحضري للمدينة القديمة لا يزال سليما بشكل واسع، ومع ذلك هناك أمثلة عديدة أصابها التآكل بسبب التطوير الحديث والتصفية والهدم غير المدروس، فمثلا تم إهمال العديد من المباني التاريخية والدينية وغير الدينية ذات التصميم المعماري الرائع نتيجة للانهيار الذي أصاب البناء والمساحات من الأراضي المهجورة والخالية.

اما اسباب هذه التحولات العمرانية فتبرز الاسباب الاقتصادية بنسبة (90%)، تبرز كمحرك اساسي لواقع التغيير والتحول في المركز التاريخي نتيجة الضغط الذي يفرضه القطاع الخاص على عملية التطوير في العديد من المناطق في المدينة القديمة وهيمنة الاستعمال التجاري والسياحي بإضافة الفنادق والمطاعم فضلاً عن الارتفاع المتزايد لهذه التطويرات التي تهدد بصورة مباشرة الهيمنة البصرية للروضة الحيدرية. حيث بين ثلاث ارباع عينة الدراسة (75%) ان هذه التحولات العمرانية سببت مشكلات تخطيطية او تصميمية (حضرية او معمارية) للمشهد الحضري في المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف، برزت هذه المشكلات كسبب للتلوث البصري للمشهد الحضري عموماً في المركز التاريخي حيث اكد (67%) من الخبراء هذه الظاهرة. واتفق (53%) من الخبراء على ان التحولات العمرانية أثرت سلبا على خصوصية المركز التاريخي واكد نصف الخبراء (50%) منهم على ان التحولات العمرانية أثرت سلبيا على الأسس التخطيطية القائم عليها المركز التاريخي كمدينة عربية إسلامية. مع بروز مشكلة اخرى وبنسبة (43%) من اراء خبراء عينة الدراسة تمثلت في التحولات العمرانية التي أثرت على المعاني الدلالية والتركيبية وهوية مركز المدينة التاريخي.

حيث يعتبر النسيج العمراني المتميز للمدينة القديمة المتكون من المباني السكنية ومباني العمل وأماكن التعليم امراً ضرورياً بالنسبة للميزة العمرانية وتراث المدينة، كما وان مجموع القيم المهمة والتاريخية تتجسد في هذا النسيج الحضري الذي تعرض للكثير من المخاطر بسبب عملية التطوير الواسعة وغير المنسقة للقطاع الخاص التي تفرض تهديداً حقيقياً لتماسك المدينة القديمة واثر ذلك على هوية وخصوصية المدينة.

وبين الغالبية من عينة الدراسة وبنسبة (87.5%) ان القوانين والتشريعات تساهم في الحد من تأثير التحولات العمرانية الحديثة لمراكز المدن ذات البعد التاريخي. واجمع اكثر من نصف الخبراء (57%) الذين تم استطلاع آرائهم على اهمية وجود ما يضمن الاهتمام بالحفاظ او حماية المشهد الحضري للمركز التاريخي. مع تأكيد ما يقارب النصف (49%) على وضع إطار قانوني وتشريعي يحكم المشاركة بين المجتمع المحلي ومجالس المحافظات ضمن المشهد الحضري للمركز التاريخي. مع ضرورة تغيير القوانين والتشريعات بخطط بعيدة الأمد لضمان مراعاة التطوير المستقبلي لمشهد مركز المدينة التاريخي والذي اكده (40%) من الخبراء.

وقد اهتم (23%) من الخبراء بموضوع الارتباط والتنسيق مع المنظمات الدولية المختصة بما يضمن مشاركة تلك الجهات المختصة بالأشراف والتنظيم لتلك المواقع التاريخية واستثمار خبرة هذه الجهات المختصة في رسم الخطط ووضع القوانين الملائمة مع اليات التطبيق لتنسجم مع الخصوصية والهوية المميزة للمركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف.

13-2- الحاجة الى تغيير المشهد التاريخي في مركز مدينة النجف الأشرف:

13-2-1- تحليل ملائمة التغيير للمدينة:

يتبين من الدراسة الميدانية ان أكثر ما يقارب ثلاثة ارباع عينة الدراسة يرى ان هناك ضرورة لتغيير المشهد الحضري التاريخي لمركز مدينة النجف الأشرف بما يلاءم مستقبل المدينة ، كما مبين بالمخطط رقم (1)، وما يقارب النصف (46%) بينوا ان المشهد الحضري لا يظهر حقيقة الوظائف التقليدية الأساسية للمركز التاريخي بشكل صحيح. حيث اكد (39%) من الخبراء الذين مثلوا عينة الدراسة ان المشهد الحضري لمركز مدينة النجف الأشرف يظهر بدون خصوصية او هوية مميزة عن غيره من المراكز، في حين اظهر (32%) منهم ان المشهد الحضري في مركز مدينة النجف الأشرف لا يعكس متطلبات الحياة العصرية كما يجب ان يكون، وبروز هذه النسب يعكس الضغط الذي يفرضه القطاع الخاص على عملية التطوير في العديد من المناطق في المدينة القديمة فضلاً عن الارتفاع المتزايد لهذه التطويرات التي تهدد بصورة مباشرة الهيمنة البصرية للروضة الحيدريه، والتي اثرت على الخصوصية والهوية المميزة التي تميز بها المركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف عن سائر المدن الاخرى.

13-2-2-تحليل الية التدخل:

اجمع (70%) من عينة الدراسة على ضرورة ان يكون التدخل للتغيير عن طريق القيام بإعداد خطة تأهيل شاملة للمركز التاريخي وإلزام المستخدمين او المستفيدين التقيد بها. في حين رفضوا بشكل مطلق ان يترك ذلك الى رغبات المستثمرين في قطاع العقارات (المطورين العقاريين) في المركز التاريخي حيث اظهرت نتائج الاستبيان ان (0%) ايدوا ترك التغيير لرغبات المستفيدين، وعدد قليل بنسبة (5%) وافقوا ان يترك ذلك الى رغبات المستفيدين والمستخدمين (أصحاب العقارات) في المركز التاريخي . في حين بين ما يقارب ثلث الخبراء (35%) اشاروا الى ان التغيير يكون بإعداد خطة تأهيل جزئية للمركز التاريخي وإشراك المستخدمين او المستفيدين منها، وكما مبين بالمخطط رقم (2).

ويعكس لنا ذلك سلسلة من الإخطار التي ربما تعرقل عملية إعادة التطوير التاريخية والحساسة وأهم هذه التهديدات هو الضغط المتزايد من القطاع الخاص لبناء الفنادق وأعمال التطوير التجارية الأخرى بحجة تلبية طلبات الزائر، حيث يعتبر النسيج العمراني المتميز للمدينة القديمة المتكون من المباني السكنية ومباني العمل وأماكن التعليم امراً ضرورياً بالنسبة للميزة العمرانية وتراث المدينة، كما وان مجموع القيم المهمة والتاريخية تتجسد في هذا النسيج الحضري الذي تعرض للكثير من المخاطر بسبب عملية التطوير الواسعة وغير المنسقة للقطاع الخاص التي تفرض تهديداً حقيقياً لتماسك المدينة القديمة مما يتطلب القيام بأعداد خطة شاملة للتطوير تأخذ بالحسبان النقاط انفاً .

13-2-3-خصائص الالتزام بالمشاركة المجتمعية:

اوجب الغالبية العظمى من عينة الدراسة (90%) يجب أن تكون خطط التطوير للمركز التاريخي ملتزمة بمشاركة المجتمع المحلي (المشاركة المجتمعية) ، حيث بين ما يقارب نصف الخبراء (47%) ان هذه المشاركة ينبغي ان تكون منتظمة بشكل جماعات أهلية (منظمات مجتمع مدني)، او ان عن طريق مؤسسات حكومية والذي بينه (39%) من عينة الدراسة والابتعاد عن الفردية في اتخاذ القرارات التطويرية للمركز التاريخي حيث لم يؤيد القرارات الفردية سوى (11%) من عينة الدراسة ، وهذه اشارة واضحة على اهمية المشاركة المجتمعية في اتخاذ القرار التخطيطي.

13-4-النظرة المستقبلية لاستيعاب المشهد الحضري للمركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف للتحولات العمرانية الحديثة :

13-4-1-الانماط الملائمة للتطوير:

بين النسبة الاكبر من الخبراء (60%) انه في الإمكان تطوير مركز مدينة النجف الأشرف التاريخي بشكل مميز وفاعل لما تمتلكه من ارث مكاني مميز وقيم اعتبارية لعموم المسلمين، اما الأنماط الملائمة لتطوير المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف فقد مال ما يقارب ثلثي العينة (67.5%) الى اعادة تأهيل المركز التاريخي كحل للمشكلات التي تعاني منها المدينة يضمن ديمومة المدينة ويحافظ على خصوصيتها وهويتها المميزة ، في حين فضل ما يقارب نصف الخبراء (52.5%) الحفاظ بدل اعادة التأهيل واقترح حوالي ثلث عينة الدراسة (37.5%) التطوير. مع امكانية استيعاب التحولات العمرانية الحديثة دون التأثير على خصوصية المدينة المقدسة حيث اكد ذلك ثلاثة ارباع عينة الدراسة (75%) وكما مبين بالمخطط رقم (3).

13-4-2 –الاستدامة وسبل تطوير المركز التاريخي :

اجمع خبراء عينة الدراسة وبنسبة (90%) على أن الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية هي البوابة الأمثل لتطوير مركز مدينة النجف الأشرف التاريخي، حيث ان تقوية وتعزيز مفردات المشهد الحضري للمركز التاريخي واستثمارها بشكل ايجابي من شائنها تعزيز الاستدامة وهذا ما اكده حوالي ثلثي عينة الدراسة (67%)، في حين بين (58%) ان الاستدامة يمكن تحقيقها عن طريق الاستدامة الاجتماعية وتفعيل الجانب البيئي والاقتصادي للبيئة العمرانية ، واكد اخرون بنسبة (39%) على إضافة فعاليات وظيفية تراعي التحولات العمرانية وتدعم مستقبل المركز التاريخي مع دعم التراث المعنوي والمادي لمركز المدينة التاريخي.

13-4-3-المرجعيات الحديثة للمشهد الحضري

بين (80%) من عينة الدراسة الحاجة الى مرجعيات حديثة ضمن المشهد الحضري التقليدي لمركز المدينة، باعتماد التفكير الاستراتيجي وتحديد معايير التدخل في المشهد الحضري للمركز التاريخي الذي ايده (65%) من عينة البحث، على ان يكون التركيز على الصورة الذهنية والتفاعل البصري الناتج عن تحرك الأفراد ضمن النسيج التاريخي لمراكز المدن والذي بينه (25%) منهم في حين بين (20%) توفير الخدمات الاستشارية وتشجيع اللامركزية في عمليات التدخل المرتبط بالمشهد الحضري للمركز التاريخي.

واكد اكثر من نصف الخبراء (52.5%) على ضرورة يكون التركيز في اليات اضافة المرجعيات المادية على التعامل المبدع مع النسيج العمراني ضمن الإضافات الحضرية ومواكبة العصر. على إن لا تمس الإضافة البنى الأصلية التي قام عليها المركز التاريخي والذي بينه (45%) من عينة الدراسة مع اهمية الموازنة بين الحاجة الفعلية للمركز التاريخي والحفاظ على الوظائف التقليدية فيه..

حيث تعد المرجعيات المادية حجر أساس في السيطرة على تحولات المشهد الحضري في مراكز المدن حسب (85%) من عينة الدراسة، وذلك بتوظيف الأبنية التراثية لوظيفة تؤمن لها الديمومة والاستمرار، والذي بينه حوالي ثلثي عينة الدراسة (67%)، مع تأكيد نصف الخبراء(50%) على اهمية إصدار ضوابط تشريعية ملزمة من قبل السلطات المحلية المساهمة الفعلية في تعزيز القيمة التراثية لتلك المرجعيات وإيجاد مشاريع لتعزيز مكانتها.

وقد رجح (57%) من عينة الدراسة انهم مع الحفاظ على المرجعيات المادية مع شرط إعادة تأهيلها والاستفادة منها لدعم فعاليات المركز التاريخي. في حين وضح (12,5%) منهم انهم مع ازالة تلك المرجعيات لأنها متهرئة ولا تلاءم مشهد مركز المدينة المعاصر او إذا تم بنائها بشكلها القديم بمواد حديثة لتلاءم مشهد مركز المدينة المعاصر. ويمكن الاستدلال على اهمية تلك المرجعيات في رأي الخبراء مقابل من يقلل من اهميتها في عموم عينة الدراسة.

13-4-4-المشاركة المجتمعية في المشهد الحضري للمركز التاريخي :

بين (40%) من عينة الدراسة ان المشاركة المجتمعية يمكن تحقيقها عن طريق الشراكة بين المختصين (الاستشارة المجانية المدعمة) والمجتمع المدني (التنفيذ الخاص) وبنسبة اقل بلغت (37.5%) اوضح الخبراء الاعتماد على القطاع الخاص والمستثمرين والمطورين العقاريين ودعمهم من قبل الحكومة المحلية مع الاقتصار على المشاركة النخبوية من المختصين والمنظمات الدولية كمستشارين للحكومة المحلية.

14- الاستنتاجات:

1- تمتلك مدينه النجف ارث حضاري وهوية مميزة، شأنها شأن مراكز المدن التاريخية العالمية المميزة الاخرى، لذا فان اعادة تأهيل المركز التاريخي كحل للمشكلات التي تعاني منها المدينة يجب ان يتم بشكل يضمن ديمومة المدينة ويحافظ على هويتها المميزة، مع امكانية استيعاب التحولات العمرانية الحديثة دون التأثير على خصوصية المدينة المقدسة.

2- ان اهم ما يميز واقع الحال للمركز التاريخي هو الضعف في التركيب البانورامي للمشهد الحضري، وغياب الوحدة النظامية التي تجمع ذلك التركيب بسبب المسافات بين الابنية العالية من جهة، وغياب المفهوم الحقيقي للتجديد الحضري ضمن كامل السياق العام.

3- شهدت مدينة النجف الاشرف تحولات عمرانية، أثرت على الأسس التخطيطية القائمة عليها المركز التاريخي كمدينة عربية إسلامية، مما انعكس سلبا على المعاني الدلالية والتركيبية وهوية مركز المدينة التاريخي، فبرزت هذه المشكلات كسبب للتلوث البصري للمشهد الحضري.

4- ان التحولات العمرانية الحديثة امر ضروري يتناسب مع تطورات الحياة للمركز التاريخي ويعتمد تأثيره على طبيعة التعامل مع المرجعيات المادية المضافة الى المشهد الحضري.

5- اهم مشكلات النسيج الناتجة عن سياسات وممارسات التطوير والتغيير غير المدروسة والمتراكمة هي التداخل غير المدروس لاستعمالات الارض والتلوث البصري الواضح فضلاً عن تغير المشهد الحضري التقليدي مع ضعف واضح في عمليات الصيانة والحفاظ.

6- هناك سلسلة من الإخطار التي تعرقل عملية إعادة التطوير للمناطق التاريخية والحساسة وأهم هذه التهديدات هو الضغط المتزايد من القطاع الخاص لبناء الفنادق وأعمال التطوير التجارية الأخرى بحجة تلبية طلبات الزائر، حيث يعتبر النسيج العمراني المتميز للمدينة القديمة المتكون من المباني السكنية ومباني العمل وأماكن التعليم امراً ضرورياً بالنسبة للميزة العمرانية وتراث المدينة.

7- العامل الاقتصادي يبرز كمحرك اساسي للتغيير والتحول في المركز التاريخي، نتيجة الضغط الذي يفرضه القطاع الخاص على عملية التطوير في العديد من المناطق في المدينة القديمة وهيمنة الاستعمال التجاري والسياحي بإضافة الفنادق والمطاعم فضلاً عن الارتفاع المتزايد لهذه التطويرات التي تهدد بصورة مباشرة الهيمنة البصرية للروضة الحيدرية.

8- أن البوابة الأمثل لتطوير مركز مدينة النجف الأشرف التاريخي تتمثل في السعي الى تحقيق الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية، حيث ان تقوية وتعزيز مفردات المشهد الحضري للمركز التاريخي واستثمارها بشكل ايجابي من شائنها تعزيز الاستدامة.

15- التوصيات :

1- ضرورة إضافة فعاليات وظيفية كجزء من متطلبات واقع المدينة العمراني بشكل فاعل وتدعم مستقبل المركز التاريخي مع دعم التراث المعنوي والمادي لمركز المدينة التاريخي، وتساهم في تحقيق الاستدامة الاجتماعية وتفعيل الجانب البيئي والاقتصادي للبيئة العمرانية.

2- اهمية اصدار تشريعات قانونية تحد من تأثير التحولات العمرانية الحديثة على مراكز المدن التاريخية، او تسيطر عليها، وتسهم في تحقيق المشاركة المجتمعية في خطط التطوير لتلك المراكز، على ان تشمل تلك المشاركة المختصين من الاستشاريين والمجتمع المدني.

3- ضرورة ان يكون التدخل للتغيير عن طريق القيام بإعداد خطة تأهيل شاملة (وليست جزئية) للمركز التاريخي وإلزام المستخدمين او المستفيدين التقيد بها، للحفاظ على تماسك المدينة القديمة والميزة العمرانية وتراث المدينة، الذي يتجسد في النسيج الحضري التقليدي.

4- اهمية اعتماد التفكير الاستراتيجي وتحديد معايير التدخل في المشهد الحضري في المرجعيات الحديثة للمراكز التاريخية وذلك عن طريق التركيز على الصورة الذهنية والتفاعل البصري ضمن النسيج التاريخي لمراكز المدن.

16- المصادر:

16-1- المصادر العربية:

1- الرازي، محمد بن أبى بكر بن عبد القادر، مختار الصحاح، دار الكتاب العربي، شركة ومطبعة مصطفى البياتي الجلبي وأولاده، مصر، طبعة 1950م.

2- البعلبكي، منير، قاموس المورد، دار العلمين للطباعة، بيروت، الطبعة الثالثة، 1970م.

3- حسام ساجت عويد، التحولات المورفولوجية في مراكز المدن التاريخية، اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة بغداد، 2013م.

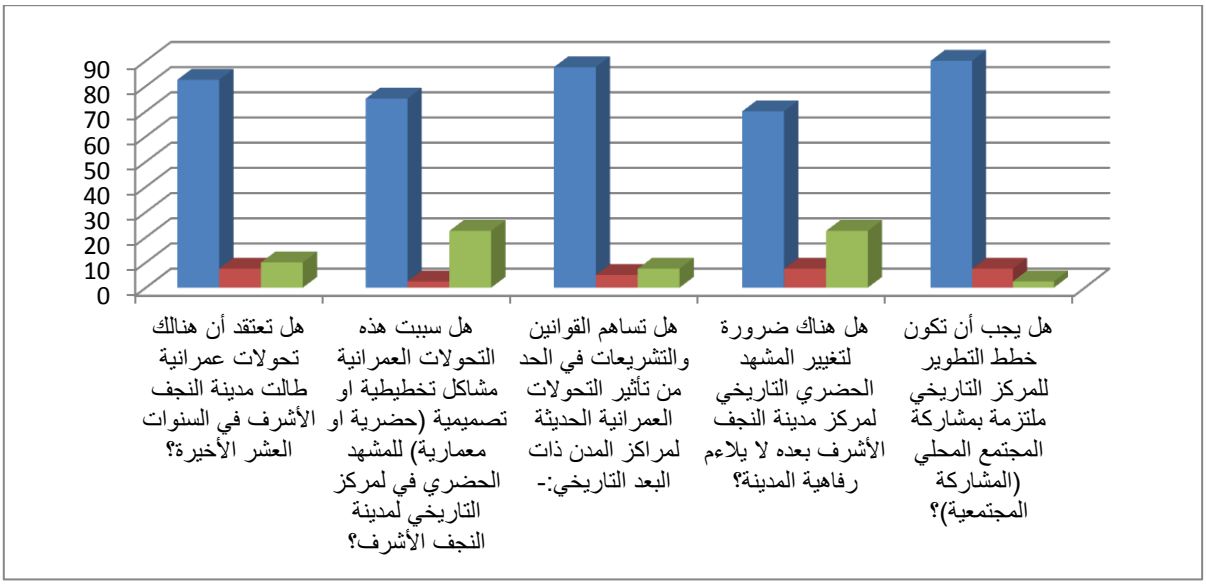
4- صبيح لفته فرحان، التحول الحضري في النمط العمراني واثره على خصوصية المدن المقدسة، جامعة الكوفة الندوة العلمية: التراث ثروة وطنية نسعى للارتقاء بها، 2014.

5- المحمدي، مها حقي، التحول في السياق الحضري دراسة تحليلية للنظامين الكامن والظاهر لمدينة دمشق القديمة باستخدام تقنيات التحسس النائي، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة التكنولوجية، 2008.

6- نسرين رزاق ابراهيم، تأثير الابعاد المكانية والزمانية على تغير الابعاد النوعية لحجوم المدن، مجلة المخطط والتنمية، مركز التخطيط الحضري والاقليمي، جامعه بغداد، العدد 25، سنة 2012.
7- محمد صخر علبي، اشكالية الحفاظ المعماري-حلب القديمة أنموذجاً، الحفاظ المعماري بين النظرية والتطبيق، المؤتمر والمعرض الدولي الاول، دبي، 2004م.
8- كمونة، حيدر عبد الرزاق، مراكز المدن المقدسة في العراق: مدينة النجف الاشرف انموذجا (مشكلات وحلول)، المؤتمر الدولي الاول للحفاظ على مراكز المدن العراقية، (22-26 اذار)، 2010م.
9- مكتب ديوان، التجديد الحضري لمركز مدينة النجف الاشرف (المدينة القديمة)، تقرير المرحلة الثالثة (المعدل)، البدائل الحضرية، وزارة البلديات والاشغال العامة/المديرية العامة للتخطيط العمراني، ايار 2012م.
10- مكتب ديوان، التجديد الحضري لمركز مدينة النجف الاشرف (المدينة القديمة)، تقرير المرحلة الثانية، وزارة البلديات والاشغال العامة، 2011م.

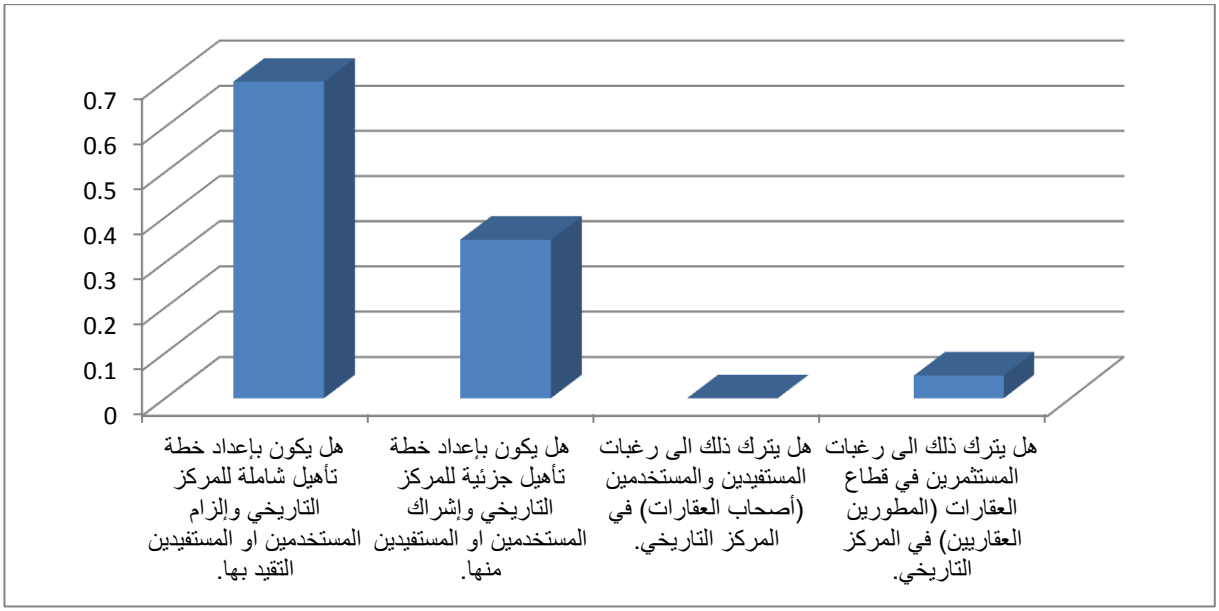
16-2- المصادر الانكليزية:

1- Williams, John James, South Africa Urban transformation, Elsevier Science Ltd, Cities, Vol. 17, No. 3, (pp. 167–183) 2000.
2- Mishra, Soma A., Pandit, R. K., Urban Transformation and Role of Architecture towards Social Sustainability, International Journal of Engineering Research and Development, Volume 5, Issue 7 (January 2013, PP. 16-20).
3- Cooper, Rachel and other, designing Sustainable Cities, Blackwell Publishing Ltd, United Kingdom, 2009.
4- Benchmarking U.S. Regional Cities: A Study And Guide For Transformation, Indiana-Regional-City-Transformation-Full-Report, 2014.
5- Chen, Aimin, Gordon G. Liu and Kevin H. Zhang, Urban transformation in China, The Chinese economy series, Ashgate Publishing Limited, England, 2009.
6- Sen, Priyadarshini, Evaluating the Planning Strategies for Urban Land Use: A Study on Bengaluru City, India, Journal of Geography and Geology; Vol. 5, No. 1; 2013.
7- Carmona, Matthew, Tiesdell, Steve, Urban Design Reader, Architectural Press is an Imprint of Elsevier, Great Britain, First Edition, 2007, P.62.
8- Urban renwal of the city center of holy Najaf (old city), Stage stage three Report (revised), 2012.



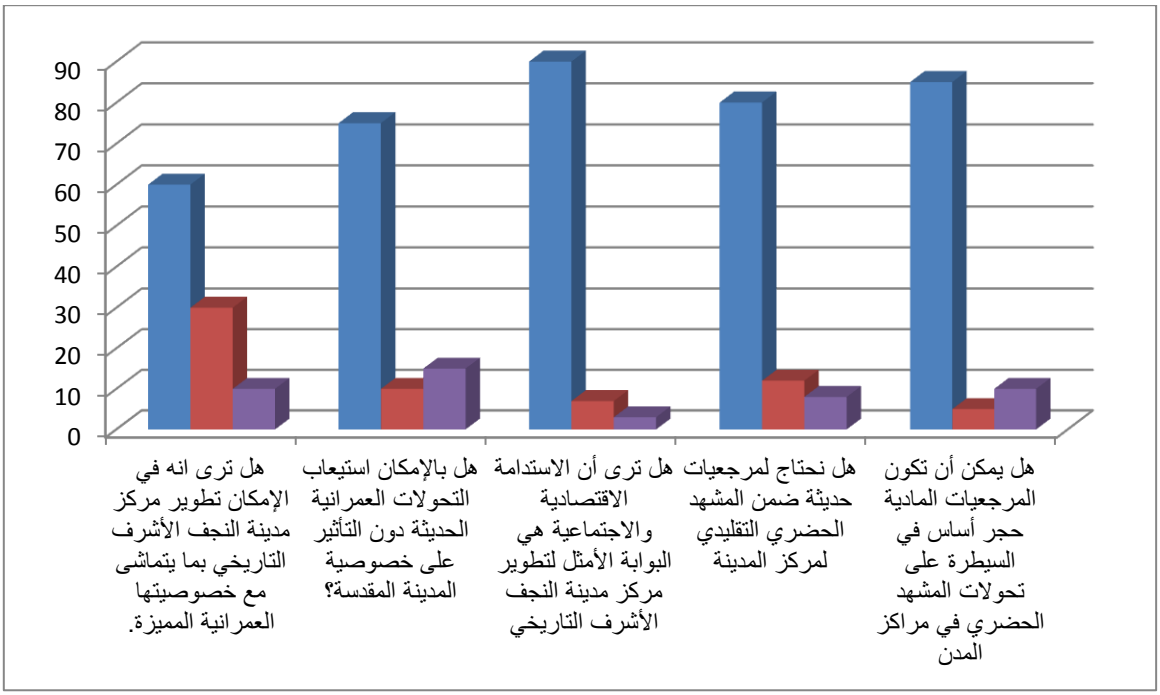
مخطط (1) دور التحولات في احداث المشكلات التخطيطية وفاعلية القوانين في المعالجة . (الباحث)

يظهر بوضوح النسب العالية لتشخيص المشكلة البحثية من قبل الخبراء والقارة بوجود تحولات عمرانية سببت في مشاكل تخطيطية وتصميمية للمركز التاريخي في مدينة النجف الاشرف ويظهر بوضوح ايضاً توجه الخبراء وبنسبة كبيرة منهم الى ضرورة تغيير المشهد الحضري بما يلائم خصوصية مركز المدينة من جهة وما يتناسب مع طبيعة الحياة العصرية في تلك المراكز النابضة بالحياة.



مخطط (2) الية التدخل في خلق التغيير. (الباحث)

يظهر المخطط بوضوح ذهاب نسبة كبيرة من الخبراء صوب تقنين الية التدخل وخاصة فيما يرتبط برغبات المستفيدين والمستخدمين لقطاعات مركز المدينة والذهاب صوب اعداد خطط متكاملة تلزم الفئات المتداخلة في مركز المدينة اخذ الاطار العام والالتزام بجزئيات معدة مسبقة في خصوص تاهيل المركز التاريخي.



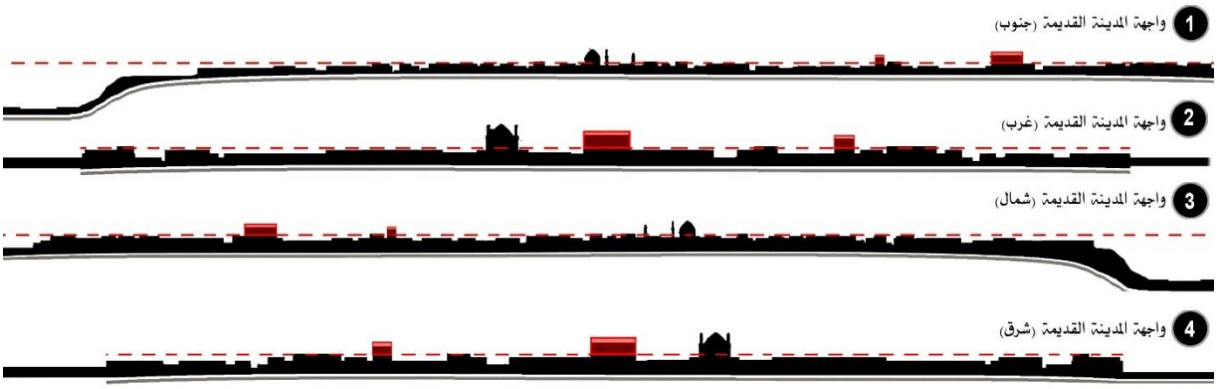
مخطط (3) مرجعيات مراكز المدن. (الباحث)

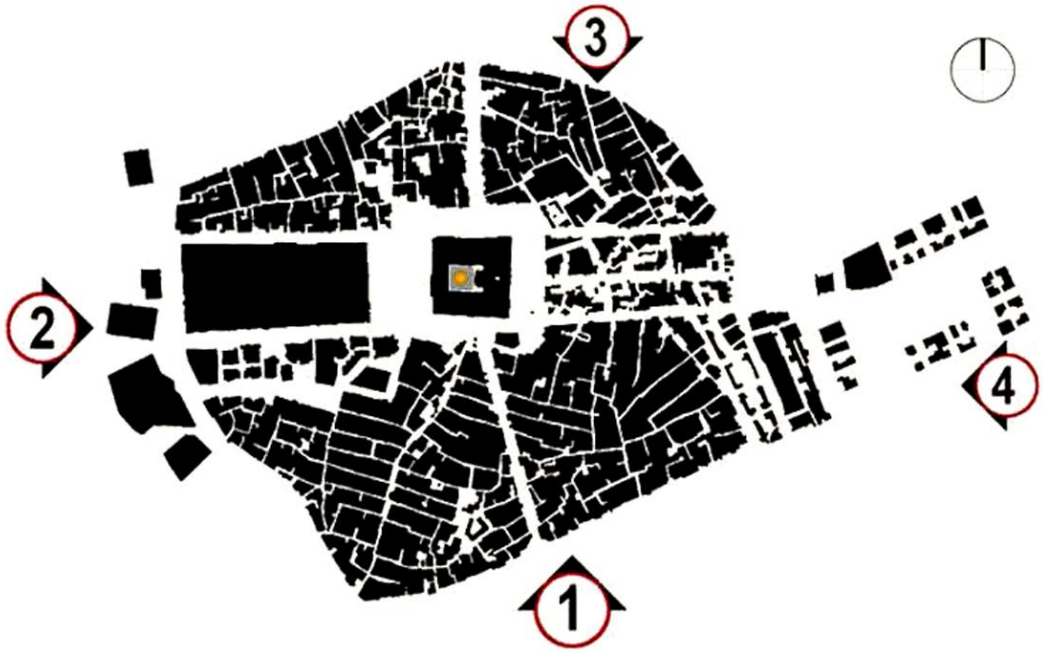
يظهر المخطط بوضوح ذهاب نسبة كبيرة من الخبراء الى الاقرار بالحاجة الماسة الى التجديد في المشهد الحضري وانعاش المركز التاريخي بمرجعيات ذات بعد مكاني يكون امتداد للبنى التقليدية للمكان وبعد حضاري لمستقبل عموم المدينة ويكون ذلك من بوابة مفهوم الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية للمركز التاريخي.

شكل (1): صورة جوية توضح واقع حال استعمالات الارض لعام 2011م لمركز مدينة النجف الاشرف التاريخي.

(مكتب ديوان، 2012م، ص8)

التداخل وعدم وضوح الانماط البنائية والحضرية خصوصاً مع الفعاليات التجارية ونجاوزها على الفعاليات السكنية، مما يهدد بفوضى حضرية لا تلاءم النسيج التقليدي للمركز التاريخي. ويؤشر هذا التداخل وعدم الوضوح حجم المشكلة مع ما يعانيه مركز المدينة التاريخي من ضغط كبير على مستوى الفعاليات الحضرية والبنى المكانية لاحتواء المشهد الحضري للمركز التاريخي.





شكل (2): مجسم مع خط السماء لمركز مدينة النجف الاشرف التاريخي لعام 2011م. (مكتب ديوان، 2011م، ص61-62)

مجسم من اعمال مكتب ديوان (المختص برفع واقع الحال لمركز مدينة النجف الاشرف كجزء من متطلبات تطوير المركز التأريخي) ويظهر المجسم حجم مشكلة المركز التاريخي والذي يعاني من تعدد اطراف التدخلات والتجاوز على البنية المكانية للمركز التريخي، وهنا يمكن الاشارة الى توجه البحث بعدم امكانية السيطرة على المدينة بمجرد تنظيم المخططات الاساسية دون السيطرة على القرارات الجماعية والفردية لاطراف التدخل، والتي تساهم بشكل او باخر على توجيه التحولات السلبية او الايجابية على حد سواء.

شكل (3): متطلبات جديدة لانعاش المركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف واستخدام تقنيات البناء الحديث. (الباحث)

شكل رقم (1) كراج متعدد طوابق لاستيعاب حركة الزائرين من اطراف وبشكل محدود حيث لا يسمح باستخدام الكراج الا من له تصريح امني بدخول مركز المدينة (كما في ساكني المركز التاريخي او العاملين في المحيط المكاني) ويمكن له ان يستوعب العدد الكبير للمستخدمين من هذه الفئة ، ويوضح شكل (2) بناء بالهياكل الحديدية كجز من المواد الحديثة الغريبة على الواقع العمراني والمشهد الحضري للمركز التاريخي.

شكل (4): واقع حال محيط مركز مدينة النجف الاشرف التاريخي لعام 2013-2014م. (الباحث)

شكل رقم (1,2,3) يوضح تهديد التحولات العمرانية للنسيج التقليدي للمركز التاريخي، حيث تظهر مشكلات استيعاب التحولات في احتواء المحيط التقليدي لمركز مدينة النجف الاشرف التاريخي العديد من الانماط البنائية مما يستوجب حضور الحلول المبدعة والاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص في حل اشكالية التحولات السلبية.

ملحق رقم (1) جدول يوضح الاطار النظري المستخلص

تحليل اثر التحولات العمراني لحديثة على المشهد الحضري لمراكز المدن التاريخية.			
ت	المفردات الرئيسة	المفردات الثانوية	المتغيرات
1	واقع حال المشهد العمراني في المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف وتحولاته المعاصرة.	تقييم المشهد الحضري للمركز التاريخي في المدينة.	جانب تاريخي ام تنظيمي او وظيفي
			فعالية المجتمع
		مشكلات مراكز المدن التاريخية المعاصرة.	الاستمرارية الاقتصادية للبنى المكانية
			الخدمات ومشكلات زيادة السكان
			التهالك والتقادم المكاني للمكونات الفيزياوية
			تكامل الفعاليات الحضرية
		ماهية التحولات.	ايجابية فاعلة مع النسيج التقليدي
			سلبية مدمرة للنسيج التقليدي
		طبيعة هذه التحولات.	تحولات تكاملية استمرارية
			تحولات انقطاعية تجزيئية
		المشكلات التخطيطية والتصميمية للمشهد الحضري.	التأثير على العناصر الفيزيائية
			خصوصية المدينة
			المعاني الدلالية
			التلوث البصري
		العلاقة بين تطبيق القوانين وفوضى الممارسات.	دور القوانين في الحد من تأثير التحولات
			المشاركة المجتمعية والقوانين
			وجود خطط لتعديل القوانين
2	تشخيص الحاجة الى تغيير المشهد التاريخي في مركز مدينة النجف الأشرف (هل التغيير مفروض علينا أم حاجة نسعى إليها؟).	ملائمة التغيير للمدينة.	تلبيته متطلبات الحياه العصرية في المركز التاريخي
			علاقة التغيير بهوية المدينة ومكوناتها الاصلية
		طبيعة الية التدخل.	شاملة او جزئية
			تخضع لرغبات المستثمرين او المستفيدين
		الالتزام بالمشاركة المجتمعية.	تحديد طبيعة المشاركة المجتمعية
3	الرؤية المستقبلية لاستيعاب المشهد الحضري للمركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف للتحولات العمرانية الحديثة.	الانماط الملائمة للتطوير.	اعتماد امثلة عالمية
			اعتماد امثلة عربية او محلية
			اعتماد فكر مستقل (خصوصية المدن المقدسة)
		الاستدامة وسبل تطوير المركز التاريخي.	امكانية تحقيق الاستدامة
			دور الحكومة المحلية
		المرجعيات الحديثة للمشهد الحضري.	الحاجة الى مرجعيات حديثة
			الحفاظ على مرجعيات المشهد الحضري
			دور المرجعيات في تنظيم المشهد الحضري
		المشاركة المجتمعية في المشهد الحضري للمركز التاريخي.	الاليات الملائمة للمشاركة المجتمعية

ملحق رقم (2) استمارة الاستبيان

أخواني أخواتي الأعزاء لأغراض انجاز البحث ((اثر التحولات العمرانية الحديثة على المشهد الحضري لمراكز المدن التاريخية، دراسة عمرانية للمركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف)) **يرجى الإجابة على الأسئلة الأتية كجزء من متطلبات استبيان منطقة الدراسة للبحث (المركز التاريخي لمدينة النجف الاشرف)، شاكرين حسن تعاونكم معنا:**

يقصد بالتحولات العمرانية لأغراض البحث: مجموعة التغييرات الملموسة او الظاهرة في البنى الأساسية او الثانوية في تركيبة المدينة نتيجة لطريقة التعامل او لتراكم التدخلات الفردية او الجماعية من جهة والى التدخلات القسرية غير المراعية للقوانين والضوابط البنائية لحقبة محددة من تاريخ أي مركز مدينة تاريخية من جهة أخرى.

يقصد بالمشهد الحضري لأغراض البحث بأنه فنّ التنظيم والتماسك البصري لخليط المباني والشوارع والفضاءات التي تختلق البيئة الحضرية، الذي يتم عن طريقه الابصار او المشاهدة لكل ما له علاقة في اثارة الذاكرة والتجربة لما تبصره العين، وتدركه الاحاسيس البشرية وبما يعبر عن فن تكون البيئة المبنية عن طريق تسلسل الرؤية لمحتوى البيئة المبنية، ضمن المكان وخصائصه التفردية بما يحقق الالفة ويعطي الصورة التكاملية للمدينة.

وفي ضوء ذلك يمكن الاجابة على الاسئلة الاتية:

أولاً: معلومات عامة

التحصيل الدراسي:	بكالوريوس	ماجستير	دكتوراه	
الاختصاص:				
مكان العمل:	مؤسسة حكومية	مؤسسة اكاديمية	قطاع خاص	
عدد سنوات الخدمة:	1-4 سنوات	5-10 سنوات	اكثر من 10 سنوات	

ملاحظة: يكون تأشير الاختيار عن طريق المناطق المظللة

ثانياً: استبانة البحث

-1- **تقييم واقع حال المشهد العمراني في المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف وتحولاته المعاصرة.**

2.1 **حسب اعتقادك القادم من خبرتك الشخصية، هل تأتي مشكلات مراكز مدننا العراقية المعاصرة من:**

- غياب القيم المكانية التقليدية وعدم الإحساس بالهوية المكانية.
- الجانب الاقتصادي والحاجة الملحة في تحريك فعاليات مركز المدينة.
- الزيادة المطردة في السكان وعدم تناسب الخدمات المقدمة لهم.
- طغيان مفهوم الفردية على الإحساس والوعي الجماعي لمفهوم البيئة المحلية.
- عدم التكامل بالفعاليات بين ما هو جوهري وبين ما هو تكميلي.

3.1 **هل تعتقد أن هنالك تحولات عمرانية طالت مدينة النجف الأشرف في السنوات العشر الأخيرة؟**

- نعم
- لا
- لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر.

إذا كانت الإجابة نعم، ما مدى تأثير هذه التحولات:

على مستوى المدينة ككل ☐ نعم ☐ لا ☐ نوعا ما

على مستوى المركز التاريخي فقط	☐	نعم	☐	لا	☐	نوعا ما
على مستوى الجزء الحديث من المدينة (خارج المركز التاريخي)	☐	نعم	☐	لا	☐	نوعا ما

4.1 ما هو رأيك بطبيعة التحولات العمرانية لمدينة النجف الأشرف في السنوات العشر الأخيرة؟

1.4.1 على مستوى المدينة:

- ☐ جذرية (شـــاملة)
- ☐ جزئية (محدودة)
- ☐ غيـــر واضحة

2.4.1 على مستوى المركز التاريخي:

- ☐ جذرية (شـــاملة)
- ☐ جزئية (محدودة)
- ☐ غيـــر واضحة

3.4.1 على مستوى الجزء الحديث من المدينة:

- ☐ جذرية (شـــاملة)
- ☐ جزئية (محدودة)
- ☐ غيـــر واضحة

4.4.1 ما هي الأسباب الكامنة وراء هذه التحولات العمرانية؟

- ☐ اقتصادية.
- ☐ اجتماعية.
- ☐ ثـقـافيـــة.
- ☐ أخرى تذكر:

5.1 هل سببت هذه التحولات العمرانية مشكلات تخطيطية او تصميمية (حضرية او معمارية) للمشهد الحضري في لمركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف؟

☐ نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر.

في حالة الإجابة بنعم، ما هي طبيعة هذه المشكلات؟

- ☐ تحولات عمرانية ولدت تدهور للعناصر الفيزيائية بشكل عام.
- ☐ تحولات عمرانية أثرت سلبا على خصوصية المركز التاريخي.
- ☐ تحولات عمرانية أثرت سلبيا على الأسس التخطيطية القائم عليها المركز التاريخي كمدينة عربية إسلامية.
- ☐ تحولات عمرانية أثرت على المعاني الدلالية والتركيبية وهوية مركز المدينة التاريخي.
- ☐ تحولات عمرانية سببت تلوث بصري للمشهد الحضري عموماً في المركز التاريخي.
- ☐ أخرى تذكر:

6.1 هل تساهم القوانين والتشريعات في الحد من تأثير التحولات العمرانية الحديثة لمراكز المدن ذات البعد التاريخي:

☐ نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر.

في حالة الإجابة بنعم، ما طبيعة هذه المساهمة؟

- ☐ وجود ما يضمن الاهتمام بالحفاظ او حماية المشهد الحضري للمركز التاريخي.

	ما يضمن مشاركة المنظمات الدولية المختصة.
	تعريف إطار قانوني وتشريعي يحكم المشاركة بين المجتمع المحلي ومجالس المحافظات ضمن المشهد الحضري للمركز التاريخي.
	تقف القوانين والتشريعات جامدة عند متطلبات لا تراعي المشهد الحضري للمركز التاريخي.
	تغيير القوانين والتشريعات بخطط ستراتيجية بعيدة الأمد لضمان مراعاة التطوير المستقبلي لمشهد مركز المدينة التاريخي.
	أخرى تذكر
-2-	**الحاجة الى تغيير المشهد التاريخي في مركز مدينة النجف الأشرف (هل التغيير مفروض علينا أم حاجة نسعى إليها؟).**
1.2	**هل هناك ضرورة لتغيير المشهد الحضري التاريخي لمركز مدينة النجف الأشرف ليتناسب مع مستقبل المدينة؟**
	نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر.
	في حالة الإجابة بنعم، هل يرجع ذلك الى:
	ان المشهد الحضري في مركز مدينة النجف الأشرف لا يعكس متطلبات الحياة العصرية كما يجب ان يكون.
	ان المشهد الحضري لا يظهر حقيقة الوظائف التقليدية الأساسية للمركز التاريخي بشكل صحيح.
	ان المشهد الحضري لمركز مدينة النجف الأشرف يظهر بدون خصوصية او هوية مميزة عن غيره من المراكز.
	أخرى تذكر:
2.2	**كيف تكون آلية التدخل في خلق ذلك التغيير؟**
	هل يكون بإعداد خطة تأهيل شاملة للمركز التاريخي وإلزام المستخدمين او المستفيدين التقيد بها.
	هل يكون بإعداد خطة تأهيل جزئية للمركز التاريخي وإشراك المستخدمين او المستفيدين منها.
	هل يترك ذلك الى رغبات المستفيدين والمستخدمين (أصحاب العقارات) في المركز التاريخي.
	هل يترك ذلك الى رغبات المستثمرين في قطاع العقارات (المطورين العقاريين) في المركز التاريخي.
3.2	**هل يجب أن تكون خطط التطوير للمركز التاريخي ملتزمة بمشاركة المجتمع المحلي (المشاركة المجتمعية)؟**
	نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر.
	أذا كان الجواب نعم، ما طبيعة المشاركة المجتمعية:
	منتظمة بشكل جماعات أهلية (منظمات مجتمع مدني).
	فردية (المستفيدين والمستخدمين).
	عن طريق مؤسسات حكومية.
	أخرى تذكر.
	أذا كان الجواب بلا، ما هي مقترحاتك الأساسية لتطوير المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف:
	-1- -2- -3- -4-
-3-	**الرؤية المستقبلية لاستيعاب المشهد الحضري للمركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف للتحولات العمرانية الحديثة.**

1.3	**هل ترى انه في الإمكان تطوير مركز مدينة النجف الأشرف التاريخي بما يضاهي مراكز المدن التاريخية العالمية (لندن أو باريس على سبيل المثال العالمي، بيروت على سبيل المثال العربي)**
	نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر. ☐
1.1.3	**ما هي تلك الأنماط والتي تراها بخبرتك ملائمة لتطوير المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف؟**
	الحفاظ ☐ التجديد ☐ اعادة التاهيل ☐ التاهيل ☐ اخرى ☐
2.1.3	هل بالإمكان استيعاب التحولات العمرانية الحديثة دون التأثير على خصوصية المدينة المقدسة؟
	نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر. ☐
2.3	**هل ترى أن الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية هي البوابة الأمثل لتطوير مركز مدينة النجف الأشرف التاريخي**
	نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر. ☐
1.2.3	**كيف ترى إمكانية تحقيق تلك الاستدامة، هل تأتي عن طريق:**
	تقوية وتعزيز مفردات المشهد الحضري للمركز التاريخي واستثمارها بشكل ايجابي. ☐
	الاستدامة الاجتماعية وتفعيل الجانب البيئي والاقتصادي للبيئة العمرانية. ☐
	إحياء الفعاليات الاساسية والتركيز على المرجعيات المادية الرئيسة في المشهد الحضري. ☐
	دعم التراث المعنوي والمادي لمركز المدينة التاريخي. ☐
	تحقيق الإنعاش الحضري وتعزيز نوعية المعيشة ضمن مفهوم إعادة استخدام التراث المكيف. ☐
	إضافة فعاليات وظيفية تراعي التحولات العمرانية وتدعم مستقبل المركز التاريخي. ☐
	أخرى تذكر: ☐
2.2.3	كيف يمكن ان تكون للستراتيجية المتبعة من قبل الحكومة المحلية ان تساهم بشكل فاعل في التدخل الايجابي ضمن المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف:
	التفكير الاستراتيجي وتحديد معايير التدخل في المشهد الحضري للمركز التاريخي. ☐
	توفير الخدمات الاستشارية وتشجيع اللامركزية في عمليات التدخل المرتبط بالمشهد الحضري للمركز التاريخي. ☐
	تعريف الإطار التنفيذي وإيجاد الحلول الايجابية الداعمة للمشهد الحضري للمركز التاريخي. ☐
	التركيز على المكان وإثراء الجانب المادي بالأشكال والتفاصيل المميزة للمشهد الحضري للمركز التاريخي. ☐
	التركيز على الصورة الذهنية والتفاعل البصري الناتج عن تحرك الأفراد ضمن النسيج التاريخي لمراكز المدن. ☐
	يكون التركيز على الحجوم الحضرية والتناسب المحكوم بين الكتلة والفضاء وبين الشكل والخلفية. ☐
	قابلة العيش وتعزيز القيم الايجابية لمشهد مركز المدينة الحضري. ☐
	الهوية المكانية وتأكيد خصائص المشهد الحضري لمركز المدينة. ☐
3.3	**هل نحتاج لمرجعيات حديثة ضمن المشهد الحضري التقليدي لمركز المدينة**
	نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر. ☐
1.3.3	حسب خبرتك في مجال اختصاصك، كيف يتم إضافة (تلك المرجعيات الحديثة) الى المشهد الحضري التقليدي:
	إن لا تمس الإضافة البنى الأصلية التي قام عليها المركز التاريخي. ☐
	يكون التركيز على التعامل المبدع مع النسيج العمراني ضمن الإضافات الحضرية ومواكبة العصر. ☐
	الأهم هو الموازنة بين الحاجة الفعلية للمركز التاريخي والحفاظ على الوظائف التقليدية فيه. ☐
	يكون حسب الحاجة الفعلية الى إنعاش وتحسين فعاليات المركز التاريخي. ☐
	أخرى تذكر: ☐

2.3.3	هل أنت مع الحفاظ على المرجعيات المادية أم إزالتها من المشهد الحضري لمركز مدينة النجف الأشرف؟
	متى تكون مع الحفاظ على المرجعيات المادية:
☐	ان كان ذلك بالاحتفاظ بتمامها وتفاصيلها وعلى حالتها لتبقى أصيلة.
☐	مع شرط إعادة تأهيلها والاستفادة منها لدعم فعاليات المركز التاريخي.
☐	ان كان بإمكانها تحسين أداء عموم المركز التاريخي لمواكبة العصر.
☐	بعدها جزء لا يتجزأ من مشهد مركز المدينة المعاصر وداعماً لها، وجزء مهم من تاريخ المدينة.
☐	أخرى تذكر:
	متى تكون مع إزالة تلك المرجعيات المادية:
☐	إذا تم الاستفادة من موقعها بوظائف جديدة تلاءم المشهد المعاصر لمركز المدينة.
☐	إذا تم بنائها بشكلها القديم بمواد حديثة لتلاءم مشهد مركز المدينة المعاصر.
☐	لأنها مؤشر عن التحولات العمرانية في مشهد مركز المدينة المعاصر.
☐	لأنها متهرئة ولا تلاءم مشهد مركز المدينة المعاصر.
☐	أخرى تذكر:
3.3.3	هل يمكن أن تكون المرجعيات المادية حجر أساس في السيطرة على تحولات المشهد الحضري في مراكز المدن
☐	نعم ☐ لا ☐ لا يوجد تصور واضح عن هذا الأمر
	أذا كانت الإجابة نعم فكيف يكون ذلك؟ هل يأتي عن طريق:
☐	توظيف الأبنية التراثية لوظيفة تؤمن لها الديمومة والاستمرار.
☐	إيقاف التهشيم للنسيج التقليدي ومنع شق الشوارع العمودية.
☐	منع أو تقنين التغييرات في استعمالات الأرض والعمل بالخطط الستراتيجية.
☐	إصدار ضوابط تشريعية ملزمة من قبل السلطات المحلية.
☐	المساهمة الفعلية في تعزيز القيمة التراثية لتلك المرجعيات وإيجاد مشاريع لتعزيز مكانتها.
☐	أخرى تذكر
4.3	**كيف ترى الآليات الملائمة للمشاركة المجتمعية الفعالة في تطوير او تحسين المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف**
☐	عن طريق الشراكة بين المختصين (الاستشارة المجانية المدعمة) والمجتمع المدني (التنفيذ الخاص).
☐	عن طريق القطاع الخاص والمستثمرين والمطورين العقاريين ودعمهم من قبل الحكومة المحلية.
☐	عن طريق القطاع العام والسيطرة التامة على التطويرات العقارية والخدمية.
☐	عن طريق المجتمع المحلي وتسهيا إعطاء القروض خاصة للمشاريع الصغيرة داخل تلك المراكز
☐	الاقتصار على المشاركة النخبوية من المختصين والمنظمات الدولية كمستشارين للحكومة المحلية.
5.3	**إن لم تكن الإجابة في نوعية الآليات الملائمة للمشاركة المجتمعية الفعالة في تطوير او تحسين المركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف، ما هي برأيك الآلية الملائمة لذلك؟**
☐	-1- -2-
	يسرنا تقديمك ملاحظاتكم حول الاستبيان في هذا الحقل:
	شاكرين تعاونكم وصبركم على ملئ الاستمارة وتزويدنا بخبراتكم في مجال اختصاصكم. *مع تحيات الباحثين.*

دور منهج الشراكة في تيسير الاسكان في العراق

كاظم فارس ضمد العيساوي
كلية الهندسة / جامعة بغداد

الخلاصة

أضحى الاسكان في العراق مشكلة مستعصية، بسبب المقاربة التجزيئية في المعالجة والحل. استلزم الامر حشد الإمكانات في أطر جامعة، منها الشراكات. مشكلة البحث تتمثل: **بغياب التصور الواضح لنمط التكامل بين قطاعات الاسكان**، افضى الى اختلالات بمسار العملية الاسكانية وصعوبات بتوفير السكن. يستهدف البحث **طرح صيغة مرنة تدمج امكانات القطاعات المختلفة في إطار استراتيجية اسكانية شاملة**. الفرضية مضمونها: **الشراكة الفاعلة تتم في ضوء تكامل القطاع العام بدور تفعيلي، والخاص بدور فاعلي، لإنتاج قوة الدفع الاسكانية**. استعرضت مفاهيم الشراكة الاسكانية، وانماطها، وصيغها، في ضوء تجارب دول نامية منها العراق. لم تتبلور صيغة شراكة فاعلة في العراق. طرح البحث صيغة تقوم على الادماج التكاملي للقطاع الخاص، والمنظمات غير الحكومية، والمستفيدين، تحت سقف الدولة (القطاع العام). اختبرت هذه الصيغة في ضوء استبانة خمس فئات المهتمين بالشأن الاسكاني. ظهرت نتيجة متوافقة غالبا مع مفاصلها الاساسية، ونسبيا مع مفرداتها الجزئية. استخلص البحث أخيرا ان الشراكة ممكنة بالإمكانات الفردية، شرط تفعيلها بوسائل غير تقليدية، وإصلاحات مؤسسية.

كلمات رئيسة: منهج الشراكة، تيسير الإسكان، قطاع عام، قطاع خاص، منظمات غير حكومية، المستخدم

The Role of Partnership Approach in Facilitating Housing in Iraq

Kadhim Faris Dhumad Al-Essawi
University of Baghdad/ College of Engineering
kadhim.f@coeng.uobaghdad.edu.iq

ABSTRACT

Housing in Iraq became intractable problem, due to fragmental approach in treating and solutions. Mobilizing all abilities within collective frameworks is required; such as partnership approach. Research problem is **the absence of clear vision for integration type between housing sectors that** cause real difficulties of housing provision. Research aims to **offer flexible formula integrating potential of various sectors in the framework of a comprehensive housing strategy.** Hypothesis is**: effective partnership is possible in light of the integration public sector as activating element with private sector as active element to produce driving force for housing process.** It has reviewed most of concepts, patterns and formats of partnerships, in light of some developing countries experiences. There is no crystallized effective partnership formula in Iraq. Research proposed formula based on complementary integration of private sector, and (ngo), and users, under the roof of (public sector). This formula was tested in light of inquiry of five categories of those concerned with housing affairs. Results were often compatible with basic joints of the formula and relatively compliant with its mechanism details. Conclusion: partnership is possible in light of individual potentialities, activated by non-conventional means with legislative reforms.

Key Words: Partnership Approach, Facilitating Housing, Public Sector, Private Sector, Non-Governmental Organizations, User.

1-المقدمة

يتزايد سكان العالم وترتفع معدلات النمو الحضري، وتتسع المدن وتكبر، ومعه تزداد الحاجة الى السكن. ان سياسات الدول الاسكانية واستراتيجياتها تقف عاجزة عن الايفاء بتوفير السكن المناسب، ويبقى هناك عجز سكني غالبا، وبذا فأن مشكلة الاسكان أضحت عالمية النطاق، توازي بحجمها وأهميتها مشكلة الغذاء والفقر والصحة. لقد انبرت المنظمات الاممية للتنبيه عن هذه المشكلة وطرح التوصيات والنصح لمواجهتها، لكنها في النهاية تبقى مسؤولية الدول وحكوماتها لإيجاد الحلول المناسبة لكل بلد وفق أوضاعه الاقتصادية والاجتماعية. مشكلة الاسكان لا تواجه بحلول فردية جزئية، لذا برزت الحاجة لكل الجهود ولمساهمة جميع الاطراف ذوي الشأن والفاعلية. ان منهج الشراكة يعد أحد الخيارات الفاعلة لحشد الجهود الذاتية وتكثيفها، وجمع الامكانات الفردية وتعظيمها، وتأطير ذلك كله في صيغة تعاونية تشاركية توزع الأدوار وتنسق المسؤوليات بغية تيسير الاسكان وانتاج سكن معياري اقتصادي. يحاول البحث الحالي استقصاء هذه الصيغة التشاركية، بوصفها منهجا يمكن تبنيه من قبل الدول التي تعاني عجزا سكنيا شديدا، كما هو الحال في العراق، ويمكن طرحها في إطار ورقة عمل وآلية يمكن الافادة منها لمقاربة الحل الاسكاني.

2-منهجية البحث

2-1-مشكلة البحث

تتمثل مشكلة البحث **بغياب التصور الواضح لنمط ومستوى التعاون بين القطاعات السكنية في العراق**، الذي افضى الى اختلالات جوهرية في مسار العملية الاسكانية، وصعوبات حقيقية في تيسير السكن، خصوصا لذوي الحاجة الفعلية من اصحاب الدخول المتدنية الذين يمثلون الشريحة الأكبر ممن لامساكن لهم، في إطار عجز سكني كبير (كما ونوعا).

2-2-هدف البحث

يهدف البحث الحالي الى: **طرح صيغة عملية مرنة (ممكنة التطبيق)، لآلية تعاونية تشاركية تجمع قطاعات الاسكان في العراق، سواء الرئيسة (العام والخاص)، او تلك الثانوية**، لتعظيم الامكانات وتقليص المحددات، وذلك في إطار استراتيجية إسكانية شاملة.

2-3-فرضية البحث

لمعالجة مشكلة البحث وتحقيق أهدافه، تم طرح الفرضية الآتية: **الشراكة الاسكانية الناجعة تتم في إطار تكامل القطاعين الرئيسين، العام بدوره التفعيلي، والخاص بدوره الفاعلي**. فيكون دور القطاع العام تأطيري، متكئا على القوة المعنوية للدولة، ودور القطاع الخاص دافعي معتمدا على مجموع القوى الصغيرة والمتوسطة الفاعلة التي تنتج بمجموعها القوة الدافعة للعملية الاسكانية. اما دور منظمات المجتمع المدني والمستفيدين (Users) فيكون تكميلي ساند.

2-4-منهج البحث

التزم البحث **منهجا وصفيا تحليليا**، في ضوء جمع البيانات وتحليلها ووصف نتائجها، عن طريق اختبارات الاستبانة لاستكمال النتائج المتحققة نظريا.

2-5-هيكلية البحث

يشتمل البحث على محورين أساسيين، الاول: **نظري** ويتضمن مفاهيم الشراكة، وانواعها، وانماطها، واهميتها، وطرق تشكلها، وصولا الى الصيغة التشاركية النظرية التي تمثل الحالة الأكثر ملائمة وفق منظور البحث الحالي. والمحور الثاني: **عملي**

ويشتمل على استبانة خمس مجاميع ممن لهم علاقة بشكل او بآخر بالعملية الاسكانية، وهم: فئة القطاع العام، وفئة القطاع الخاص، وفئة المنظمات الغير الحكومية، وفئة المستفيدين، واخيرا فئة المختصين. هذه الاستبانة لغرض اختبار الصيغة النظرية للشراكة بغية تقييمها.

3-المحور النظري

3-1-مفهوم الشراكة

حسب قاموس (ويبستر)، فأن لفظة الشريك (Partner) تدل على الشخص الذي يرتبط مع آخر في عمل مشترك، والشراكة (Partnership)، تشير للعلاقة بين الشركاء الذين يتقاسمون المخاطر والمنافع في هذا العمل او المشروع المشترك **(Webster, 1992, p.723)**. يعد مفهوم الشراكة حديث نسبيا، اذ لم يظهر في القاموس الا في العام (1987) بالصيغة الآتية: نظام يجمع المتعاملين الاقتصاديين والاجتماعيين. أما في مجال العلاقات الدولية فأن أصل استعمال كلمة شراكة تم لأول مرة من طرف مؤتمر الامم المتحدة للتجارة والتنمية (CNUCED) في نهاية الثمانينات **(ويكيبيديا-الموسوعة الحرة، مفردة شراكة)**. استعملت كلمة شراكة كثيرا من قبل الباحثين دون اعطائها مفهوما دقيقا، مثلا يرى (B.Ponson) انها تتمثل في كل اشكال التعاون بين مؤسسات او منظمات لمدة معينة، تهدف الى تقوية فعالية المتعاملين من اجل تحقيق الاهداف التي تم تحديدها **(ويكيبيديا-الموسوعة الحرة، مفردة شراكة)**.

3-2-شراكة القطاع العام -الخاص (PPP)

شراكة القطاع العام – الخاص (Public –Private Partnership): هي نوع من انواع التعاقدات، التي تتم بين قطاعات الدولة مع القطاع الخاص، لتنفيذ مشروعات ضخمة تحتاج الى تمويل كبير، مثل مشروعات البنية التحتية. ظهر هذا النوع من الاعمال في تسعينات القرن المنصرم في العديد من الدول مثل: بريطانيا، وروسيا، وكندا، واستراليا، والهند. ويزداد الطلب في الوقت الحاضر على هذا النوع من الاعمال نظرا لعدم كفاية الاستثمارات الحكومية للدول، والطلب المتزايد على مشروعات البنى التحتية نظرا للزيادة المطردة في عدد السكان **(Public Private Partnership،Wikipedia)**. الارباك والحيرة في مفهوم الشراكات، سائد في الاوساط السياسية والاجتماعية، ولمنع سوء الفهم لابد من توضيح المراد بالشراكات. المجلس الكندي يعرف الشراكة على انها: مشروع تعاوني بين القطاعين العام والخاص، مبنية على خبرة كل شريك، شريطة الإيفاء باحتياجات عامة محددة بأكمل وجه عن طريق تخصيص الموارد المناسبة وتحديد المخاطر والمكافآت. لكن (والاس وآخرون Wallace et al) يروا ان هذا التعريف ربما يعد مضللا، لأنه يشير الى صورة من القطاع الخاص تهدف الى الربح، عملا بالتوازي وربما كشريك على قدم المساواة مع القطاع العام، لتوفير بعض الفوائد المجتمعية. مفهوم آخر خاطئ للمصطلح هو انه مرادف للخصخصة، وكما يوضح (Bull-Spiering & Dewulf) في الشراكة: ممثلو القطاعين العام والخاص يتشاركون الكلف والإيرادات والمسؤوليات، في حين ان في حالة الخصخصة يتم نقل كامل المسؤولية عن الاحكام الى القطاع الخاص. ولإزالة الالتباس فأن التعريف المتبنى لأغراض هذا البحث، ينطوي على معنى اوسع واشمل واخص، وهذا ما أعتمد في التقرير المكتوب ل(CMHC) حول الشراكات: الشراكات بين القطاعين العام والخاص هي: الترتيبات التي يضطلع بها مجموعة المنظمات غير الربحية، والعامة، والخاصة، في برامج المشاركات. وعلى كل حال فأن الشراكات لا تحدث في سياق برنامج منفرد بل تمثل انهماكا ديناميكيا للقطاع العام، والخاص، والمنظمات الغير الربحية، بحيث ان كل طرف او شريك يساهم ببعض المهام والمسؤوليات ويتحمل جزءا من المخاطر **(Wallace et al., 1998, p.2)**. ثمة مفهوم خاطئ شائع آخر هو: ان القطاع الخاص يقوم في إطار الشراكات بتمويل البنية التحتية العامة، وهذا غير صحيح، لأن التمويل تحديدا ليس ما يشكل الشراكة، بل هو أحد عناصرها. في الشراكات القطاع العام لا يشتري الاصول بل يشتري حزمة من الخدمات وفق شروط

صارمة (**Grimsey and Lewis, 2004, p.5**). كان الدخول الفعلي والعملي للشراكات في القرن الثامن عشر، وذلك في مجال الطرق والسكك الحديد حيث بداية مرحلة اعادة النمو والتنمية **(Baruqh2007 ,p.25)**، ويعزى ذلك الى تغير المواقف حول تقديم الخدمات العامة، وعدم الرضا عن اساليب البناء والتنمية التقليدية، وكون الحكومة المزود الرئيس والوحيد للخدمات **(Dube,2013, p.33)**. الشراكة بين القطاع العام والخاص (PPP) برزت بوصفها عنصرا مركزيا في السياسات الحضرية، في كل من الولايات المتحدة والمملكة المتحدة في وقت مبكر من الثمانينات، ولو ان معنى الشراكة كان قد تحول قبل الثمانينات ليعكس الرغبة الناشئة عند كلي القطاعين العام والخاص لنقل المسؤولية عن التجديد الحضري للمطورين من القطاع الخاص والمستثمرين **(Dube, 2013, p.33)**.

3-3-أهمية شراكة القطاع العام – الخاص

جاء في تقرير اللجنة الاوربية حول الشراكة بين القطاعين العام والخاص: أن الاستثمار في البنية التحتية للقطاع العام يعد وسيلة مهمة للحفاظ على النشاط الاقتصادي، نظرا للدور الكبير الذي تلعبه الشراكة بين القطاعين في تطوير البنية التحتية هذه، فضلا عن درجة تعقد مثل هذه التعاملات. توفر الشراكة بين القطاعين منظورا فريدا للتعاون والجوانب الشبكية للإدارة العامة. ان التطور في مجال الشراكة بين القطاعين كمفهوم وكممارسة هو نتاج للإدارة العامة الحديثة التي ظهرت اواخر القرن العشرين والضغوطات التي فرضتها العولمة **(UN, 2011, p.1)** .التحديات المالية هي التي تواجه التنمية الحضرية وتثقل كاهل الخزانة العامة للدول، مما استدعى اللجوء للقطاع الخاص للمساعدة في ذلك، اي اللجوء الى اسلوب الشراكات للإسهام الفاعل في تمويل المشاريع الكبرى كمشاريع الاسكان والبنى التحتية.

3-4-عناصر شراكة القطاع العام – الخاص

تنطوي الشراكة بين القطاعين العام والخاص على عناصر هي:

أ -**الشركاء:** الشراكات تستلزم اثنين او أكثر من الجهات، إذ لابد لواحد من هؤلاء أن يكون هيئة عامة. وكل شريك يجب ان يكون مديرا لنفسه قادرا على التفاوض والتعاقد بالأصالة عن نفسه، ويجب على جميع الاطراف الالتزام التنظيمي للشراكة **(Grimsey & Lewis , 2004 , p.13)**.

ب -**العلاقة:** الشراكات يجب ان تكون دائمة وعلائقية لتكون ناجعة.

ت -**توفير المواد:** يجب على كل شريك ان تكون له مساهمة ايجابية في الشراكة وترتيبات للاستفادة من أفضل المهارات والمعرفة والموارد من اي من القطاعين العام والخاص. كل شريك يجب ان يسهم بنسبة من المال، والممتلكات، والسلطة والسمعة للشراكة، لان الشراكات يجب ان تخلق قيمة للمال في تنمية البنية التحتية **(Grimsey , 2004, p.15)**.

ث -**المشاركة:** الشراكات تتطلب الالتزام من جميع الأطراف بتقاسم المسؤولية والمخاطر بالنسبة للنتائج، سواء أكانت مالية، أو اقتصادية، أو بيئية، أو اجتماعية، في اطار تعاوني بحيث تفضي الشراكة الى مصلحة مشتركة في المشروع **(Grimsey & Lewis, 2004, p.1)**.

ج -**الاستمرارية:** عقد الشراكة يضع القواعد التي توفر للشركاء اليقين وتطوير المبادئ التي تحكم التفاعلات. وهنا يجب ان تكون القيم المشتركة، والفهم المشترك للأولويات، واهداف السياسة، وقدر كبير من الثقة، في اطار شراكات تضمن النجاح والاستمرارية **(Grimsey , 2004, p.17)**.

3-5-أنواع الشراكات

هناك عدة أنواع من الشراكات بين القطاعين العام والخاص، وفقا لمآل ملكية المشروع ومسؤولية بناءه وتشغيله، وكالآتي: **(Dube, 2013, p.36-37)**

أ –**بناء–تشغيل–تحويل (Build-Operate-Transfer (BOT**: في مثل هذه العقود يكون القطاع الخاص هو المسؤول عن تمويل، وتصميم، وبناء وتشغيل المشروع، أما السيطرة والملكية فتكون للقطاع العام (الحكومة) عند الانتهاء.

ب –**بناء–تشغيل – تملك (Build-Operate-Own (BOO**: سيطرة وملكية المشاريع في هذا النوع من الترتيبات يبقى بيد الكيان الخاص، وهذا الكيان هو المسؤول عن تمويل، وبناء، وتشغيل وامتلاك مرفق المشروع أو البنية التحتية الى الأبد.

ت –**المشاريع المشتركة (Joint Venture (JV**: ويكون فيها التمويل، والتشغيل، والملكية من مسؤولية كلي القطاعين العام والخاص. استخدم هذا النوع من الشراكة في مشاريع التجديد الحضري في الولايات المتحدة. تتخذ علاقات الشراكة اشكالا عدة وتشمل متطلبات وميزات مختلفة مثل:

- ينقل القطاع العام الاراضي والممتلكات أو المنشآت التي تعود له الى القطاع الخاص، مع أو دون دفع مقابل، لبعض او كل المدة المتفق عليها.
- يقوم القطاع الخاص ببناء، أو توسيع، أو تجديد المنشآت والتسهيلات القائمة.
- يحدد القطاع العام الخدمات التشغيلية للمنشآت والتسهيلات.
- يوفر القطاع الخاص الخدمات باستخدام المرافق العامة لمدة محددة عادة مع قيود مفروضة على معايير العمليات والتسعير
- عمل ترتيبات بين القطاعين على نقل التطوير أو كامل المشروع للقطاع العام في نهاية مدة الترتيب المتفق عليه.

3–6–الشراكة الإسكانية

3–6–1–برامج الإسكان التقليدية في الدول النامية

انتجت برامج الاسكان التقليدية في البلدان النامية وحدات سكنية بحلول مرتفعة الكلفة، وهذا يستلزم بالتأكيد دعما ماليا قويا. وقد ذهب معظم الدعم الى أسر الموظفين وذوي الدخول المتوسطة، بتأثيرات سياسية رغم أولوية ذوي الدخول المنخفضة. الموارد المحدودة وقلة الدعم يقابله ارتفاع في الكلف الاسكانية، مما أدى الى شحة في إنتاج الوحدات، وانخفاض في تغطية العجز السكني وتلبية الطلب المتزايد على المساكن. عادة هذه البرامج نقلت الدعم في شكل فائدة اقل من أسعار السوق الى المطورين والمؤسسات المالية، وهي بنوك الاسكان غالبا، التي استوعبت جزءا كبيرا منها. وفي المقابل فأن برامج الاسكان المناسبة للدول النامية تشتمل على أعانات عامة محدودة من القطاع للأسر التي تمثل الطلب الاسكاني، بإنتاج منخفض كلفة وقيمة سعر سوق وحلول متقدمة ناجعة، تسمح بأعلى نسبة من التغطية السكنية. لقد طرحت ثلاث صيغ تلبي هذه المعايير في إطار الشراكات، وهي: **(UN, 2011, p.12)**

- برامج الدعم المباشر للطلب الاسكاني.
- التمويل الاصغر للإسكان.
- تطوير وتنمية اراضي ذوي الدخل المنخفض.

3–6–2–الشراكة بوصفها منهجا لتيسير الاسكان

ان المناهج التقليدية التجزيئية في الإسكان، التي انتهجتها غالبا الدول النامية ومنها العراق، اثبتت عجزها في مواجهة المشكلة التي بدأت تتسع وتتفاقم. لقد ظهرت على مستوى ادبيات الاسكان مصطلحات مثل: السكن الميسر، والاسكان الاقتصادي، والاسكان منخفض الكلفة، وكل ذلك يشير الى جوهر المشكلة المتمثل بالكلف العالية للوحدات السكنية وانخفاض مدخولات الاسر وقلة التخصيصات المالية الحكومية الموجهة للإسكان. وظهرت كذلك على المستوى العملي وسائل لخفض الكلفة مثل: اساليب الانتاج واسع النطاق، والتنميط والتقييس في التصميم والانتاج، واستخدام المواد والتقنيات الملائمة، وترشيد المعايير السكنية، فضلا عن محاولات إشراك القطاع الخاص بالإنتاج السكني **(العيساوي، 1996، ص 15–22)**. اما اساليب الدعم

المالي الحكومي وطرق الاقراض، فلم تتطور وظلت تراوح في مكانها. هذه الفلسفة في التعاطي مع أصل المشكلة والرؤية حول الحل، يمثلان نهجا تجزيئيا يفتقر للمنظور الشمولي (**العيساوي، 2006، ص32-33**). من هنا تبرز الحاجة الى مناهج أكثر نجاعة وشمولية، ويعد منهج الشراكة في الاسكان أحد مصاديق هذا الشمول. لكن على الرغم من إدراك معظم أطراف العملية الاسكانية لهذه الحقيقة ووعيهم بضرورتها، الا ان الواقع العملي لم يسفر عن بلورة صيغ محددة ناضجة لهذه الشراكات في معظم الدول النامية ومنها العراق. البحث الحالي يرى أن الشراكة تعد منهجا موضوعيا عمليا لتيسير السكن، والتيسير في رؤية البحث ينعكس في بعدين، الاول: **مفاهيمي** ويتمثل بكل ما له علاقة بالمعاني كالتبسيط والتسهيل والتنسيق والتمكين، والثاني: **عملياتي** ويتعلق بكل ماله علاقة بالعمليات كانسياب التمويل وكفايته وتسريع الانتاج وجودته وتوزيع الوحدات وعدالته. ينظر الشكل رقم (1).

3-6-3-تجارب الشراكة الاسكانية في الدول النامية

كما ذكر سابقا، لم تتبلور شراكات اسكانية ناضجة في معظم الدول النامية، خصوصا على المستوى العملي التطبيقي، الا ان ذلك لم يمنع من وجود بعض التجارب التي تستحق الدراسة، وتم الاكتفاء بعرض تجربتين، مع الاشارة الى التجربة العراقية، وكما يأتي:

3-6-3-1-سياسة مشاريع الإسكان الحكومية المشتركة في جامايكا للعام (2003)

طرحت هذه السياسة في جامايكا في العام (2003) بوصفها مشاركة بين القطاعين العام والخاص في صيغة مشاريع مشتركة. يركز المشروع المشترك (Joint Venture) على تنمية الاراضي المملوكة للدولة في اطار القوانين المرعية، كما يوفر دليلا لتنمية الاراضي المملوكة ملكية خاصة والتي يمكن ان يستفاد منها للإسكان **(G. of Jamaica, 2003, P.2-20)**.

أ- هدف المشاريع المشتركة

تستهدف برامج المشاريع المشتركة اتاحة الحلول الاسكانية الميسرة، تمشيا مع سياسة حكومة جامايكا وبرامجها، بينما تعمل على تحسين وزيادة استخدام جميع مدخلات موارد عملية انتاج المساكن. وتهدف البرامج كذلك الى استرداد تكاليف المدخلات بما في ذلك الأرض، مع تأمين موارد مالية وفوائد اقتصادية واجتماعية. هذا النهج مفيد لجميع اصحاب المصلحة مع التركيز على المستفيد (User). وزارة الاسكان، التي تمثل الجانب الحكومي، يمكنها توطيد تحالفات مع القطاع الخاص ووكالاته، والمنظمات غير الحكومية، وغيرها من العناصر الفاعلة في قطاع الاسكان، عن طريق المشاريع المشتركة والشراكات.

ب -فوائد اصحاب المصلحة (الشركاء)

في إطار هذه السياسة تتحقق فوائد لجميع الشركاء وكما يأتي:

أولا-فوائد المستفيد (User):

- السعر المناسب للوحدة السكنية.
- الدعم الحكومي المباشر وغير المباشر.
- مزية العيش في بيئة سكنية لائقة.

ثانيا-فوائد القطاع العام (المتمثل بوزارة الإسكان):

- الافادة من اراضي الدولة مجانا او بسعر بسيط.
- الافادة من الايرادات الناتجة عن مدفوعات الخدمات القانونية والإدارية.
- المشاركة في نسبة من الربح في المشروع.

ثالثا-فوائد القطاع الخاص:

- التوفير في عناصر التكلفة مثل استغلال الاراضي والاعفاء من الرسوم والضرائب.
- الامن الاستثماري بسبب مزية المشاركة مع الحكومة.

ت –توزيع المهام في إطار المشروع المشترك

ينقسم اصحاب المصالح في المشاريع المشتركة من حيث توزيع المهام الى:

أولا–القطاع العام: الذي يحدد وينظم الإطار القانوني، ويحدد تخصيص واستخدام الموارد العامة.

ثانيا–القطاع الخاص: الذي يجمع الموارد الخاصة، استجابة لمؤشرات السوق، والتي تستجيب للحوافز التي يقدمها القطاع العام. ويعد القطاع الخاص شريكا قيما لأنه يعمل في بيئة السوق التنافسية، فضلا عن كونه حساس لقضايا الجودة.

ث–أطراف المشروع المشترك

يشتمل شركاء او أطراف المشروع المشترك في أطار هذه السياسة على الآتي:

أولا–الكيانات التجارية.

ثانيا–المنظمات الغير الحكومية.

ثالثا–منظمات المجتمع المدني.

رابعا–الوكالات الدولية / الشركات: واعتمادا على نوع التحالف الذي يتشكل هنا يؤدي الى أنواع الشراكات الاتية:

- العامة / الخاصة (المحلية / الدولية).
- العامة / العامة (المحلية أو الدولية).
- العامة / المنظمات غير الحكومية (المحلية / الدولية).
- الخاصة / المنظمات غير الحكومية / العامة (المحلية أو الدولية).

3-6-3-2-سياسة السكن الاجتماعي التساهمي في الجزائر للعام (1999)

وهي من السياسات الاسكانية التي انطوت على صيغة من صيغ الشراكة، وقد تم اقتراحها وتبنيها في الجزائر عام (1999). وفيما يأتي وصف لأهم مفاصلها الاساسية: **(بولجمر، 1999، ص 14-21)**

أ– مضمون السياسة: وتقوم على أساس مشاركة القطاعين العام والخاص، جوهرها الدعم والملكية للمستفيد، فهي ذات طابع اجتماعي موجه للتمليك، مدعم بإعانة مالية تمنحها الدولة لفئات الدخول المنخفضة، غير القادرة على توفير وحداتهم السكنية.

ب–سمات وميزات السياسة:

أولا–الدعم المالي_الملكية_التمويل الذاتي: يقوم السكن التساهمي على مبدأ منح الاعانة المالية، التي تأتي تكملة لمساهمة المستفيد المالية، المدعمة عند الحاجة بإعانة مصرفية، أو قروض عامة وخاصة، للحصول على ملكية مسكن. تتم المبادرة بهذه البرامج من قبل مطور عقاري. تتميز هذه الصيغة بتدخل الدولة عن طريق دعم مالي من اجل الحصول على الملكية، توفير الارض وتهيئة المجال، تحديد فئة المستفيدين من الدعم، وأخيرا اختيار مطور عقاري من القطاع الخاص يقوم بالإنجاز.

ثانيا–الحصول على الملكية: هذه العملية تتيح للمستفيد امتلاك مسكن بصيغة تدريجية، التي تكسبه كل امتيازات المالك لكن قيمته لا تعود له كاملة، إذ يؤخذ كضمان إذا ما لجأ الى الاقتراض لاستكمال الثمن مع الدعم ومساهمته الشخصية.

ثالثا–مشاركة المطور العقاري: المطور العقاري عنصر مهم لتجسيد هذه البرامج على ارض الواقع، يصعب ضبط تعريف خاص به لأنه غير محدد قانونا لكن يمكن تمييزه بأنه شخص طبيعي أو معنوي يبادر بإنجاز مشروع عقاري، فهو صاحب المشروع ومنجزه ومسيره ومالك أرضه التي سيقام عليها، ليس بتاجر يقوم بعمليات البيع والشراء، ولا وكيل عقاري، ولا مقاول.

ت–أهداف السياسة: تنطوي هذه السياسة على أهداف متعددة منها:

- تخفيف أزمة السكن بالتنويع في العرض السكني لتلبية حاجات الشرائح الاجتماعية ذات الدخول المتوسطة والمنخفضة.
- تخفيف الضغط على خزينة الدولة في تمويل البرامج السكنية بتنويع مصادر التمويل، بين تمويل حكومي بنظام الاعانة المشخصة، التي تستهدف ذوي الحاجة الفعلية وبأشكال متعددة، ومساهمة المواطن في تمويل مسكنه عن طريق مدخراته، وأموال البنوك بتشجيع القروض العقارية، لاستكمال قيمة المسكن.
- تشجيع وتنشيط الترقية العقارية، بفتح المجال للمطورين بالمبادرة في انجاز المشاريع الاسكانية، وما ينتج عنه من تنشيط للقطاع الاقتصادي وتوفير فرص عمل.
- تمكين الاسر في امتلاك وحدات سكنية بأسعار معقولة.
- ضمان استلام وحدات سكنية جاهزة في إطار منظم مخطط مطابق للمواصفات والمعايير. الشكل رقم (2) يوضح جوهر سياسة السكن الاجتماعي التساهمي المطروحة في الجزائر.

3-6-4-تجربة الشراكة في السياسات الاسكانية السابقة في العراق

اتسمت السياسات الاسكانية السابقة في العراق بالتباين والتغاير، نظرا للمتغيرات السياسية والاقتصادية والاجتماعية، وتلكأ استراتيجياتها وبرامجها التنفيذية، لذا فقد تراكم العجز السكني وتفاقمت المشكلة. أما فيما يخص الشراكة بوصفها سياسة ومنهج اسكاني، فلم تتبلور بصيغ عملية فاعلة ولم يتم مقاربتها موضوعيا. فقد اقترح (مخطط الاسكان العام في العراق 1980-2000) في ضوء استراتيجيته المنتقاة، اشراك كل من الدولة والقطاع الخاص في تنفيذ المنهاج الاسكاني العام، اذ حددت مساهمة القطاع العام بنسبة 40% من مجموع الوحدات السكنية المطلوبة و60% من نصيب القطاع الخاص، الذي ينحصر نشاطه في تلبية الحاجة السكنية مضافا اليها حاجة السوق السكنية لغرض البيع والايجار، اي الطلب السكني. واستندت دراسات الحاجة السكنية على عدة مبادئ: **(العيساوي،2006، ص 256-257)**

- قيام القطاع الحكومي (العام) بتنفيذ المساكن لغرض توفيرها لذوي الدخول المتدنية والمتوسطة من السكان الحضر.
- مساعدة ذوي الدخول المنخفضة من الساكنين في مساكن غير لائقة على تحسين ظروفهم السكنية.
- مساعدة السكان في الريف على تحسين سكناهم بأتباع مبدأ العون الذاتي وبدعم حكومي.
- ان تكون الدولة مسؤولة عن تنفيذ البنى التحتية للإسكان، الاجتماعية والفنية، في المناطق الحضرية والريفية.

اما (سياسة الاسكان الوطنية في العراق للعام 2010)، فقد ارتكزت على خمس مبادئ، الثلاثة الاولى منها تشير بشكل او بآخر الى منهج الشراكة. إذ ركز المبدأ الاول على دور القطاع العام المتمثل بالآتي: **(وزارة الاعماروالاسكان،2010، ص9)**

- توجيه وتعزيز التنمية الحضرية، وتطوير مستوى الرفاه العام.
- تحليل الطلب الاسكاني في ضوء توقعات النمو السكاني والتغيرات الديموغرافية.
- مراقبة الانتاج الاسكاني، في مختلف القطاعات، من حيث الجودة والخدمة والتكلفة.
- التنسيق في مجال توفير البنى التحتية للمناطق السكنية مع القطاعات الاخرى.
- تهيئة الارضية القانونية والادارية والفنية، التي تحول بوصفها محددات، امام التنمية الاسكانية.
- ايلاء الأولوية لحاجة المجموعات الاجتماعية من ذوي الدخول المنخفضة، وبعض فئات ذوي الاحتياجات الخاصة.

والمبدأ الثاني يشير الى ضرورة مشاركة واسهام كافة القطاعات والمجموعات المعنية لإنتاج السكن بسرعة مناسبة. ويأتي القطاع الخاص في صدارة موفري السكن، ويشير الى استراتيجيات محددة ضرورية لدعم شركات القطاع الخاص الصغيرة والمتوسطة والكبيرة للاستثمار والتشييد، واستراتيجيات تمكن الاسر من بناء وحداتهم السكنية بصورة لائقة. ويترتب على مؤسسات الدولة التركيز على الشرائح المحرومة والمناطق الجغرافية النائية. اما المبدأ الثالث فأشار لضرورة استحداث اساليب

نوعية جديدة غير مطروقة للإسراع في توفير المنتجات الاسكانية، وعد اسلوب الشراكات بين القطاعين العام والخاص من هذه الاساليب شريطة ان تكون وفق صيغ أكثر كفاءة وفاعلية، ولم يحدد تفاصيل أكثر بل اكتفى بالأطر العامة.

مما سبق يمكن القول ان تجربة الشراكة الاسكانية السابقة غير مكتملة وغير ناضجة، لم تطرح أطر عملية ملائمة للتطبيق، فضلا عن معوقات ذاتية وأخرى موضوعية ترتبط بالأوضاع السياسية والاقتصادية للعراق. لذا فالموقف الاسكاني الحالي، الذي تمثله دائرة القرار الأولى وزارة الاعمار والإسكان، يتسم بعدم الوضوح متأرجحا بين الارجاء والتريث. ان عدم وضوحيه بنية الاقتصاد العراقي، وعدم تبلور دور فاعل للقطاع الخاص، وحداثة تجربة الاستثمار، وعدم كفاية الإطار التشريعي، فضلا عن هشاشة الوضع الامني، كل ذلك يلقي بظلاله على صورة الشراكات عموما والشراكة الاسكانية على وجه التحديد.

3-6-5-الصيغة المقترحة (من قبل البحث الحالي) لشراكة إسكانية فاعلة في العراق

أ- مسوغات طرح الصيغة

بعد العرض والتحليل النظري للشراكة عموما والشراكة الإسكانية خصوصا، في ضوء مفاهيمها ومفرداتها وتجاربها في الدول النامية وفي العراق في ضوء السياسات السابقة، ونظرا لقصور التجربة العراقية، فأن البحث يطرح صيغة جديدة. ان مسوغات الصيغة المقترحة تتمثل في مبررين اثنين هما:

اولا-من الناحية المنهجية: تمثل هذه الصيغة الاستخلاص النظري الذي يجيب في ضوئه البحث الحالي على المشكلة المطروحة، ويستلزم الامر اختبار هذه الصيغة لاحقا في إطار المحور العملي، لإثبات الفرضية والتحقق من صدقيتها.

ثانيا-من الناحية المضامينية: تمثل الصيغة بديلا مقترحا مناسبا، بوصفه منهجا تشاركيا يدمج القطاعات الاسكانية الفاعلة ويفعل الاخرى غير الفاعلة، في إطار استراتيجية إسكانية شاملة يمثل منهج الشراكة احد مفاصلها التنفيذية. لذا فأن هذه الصيغة سوف تقدم بوصفها ورقة عمل الى الجهات الاسكانية ذات العلاقة، لمناقشتها وتقييمها وتكييفها.

ب-المبادئ التي بنيت على أساسها الصيغة

أولا-الاخذ بالاعتبار مكامن القوة والضعف لدى كل قطاع.

ثانيا-المرونة وامكانية التطبيق.

ثالثا-خصوصية الواقع الاسكاني في العراق، وطبيعة المشكلة الاسكانية وحجمها كما ونوعا.

ت-مركب صيغة الشراكة

اولا-القطاع العام: متمثلا بوزارة الإعمار والاسكان، والمنظمات الحكومية الاخرى التي لها علاقة أو دور في العملية الاسكانية حاليا، او تلك التي يمكن تفعيلها او استحداث ادوار لها.

ثانيا-القطاع الخاص: متمثلا بالشركات العقارية والانشائية، والمستثمرين والمطورين العقاريين، والممولين من البنوك الاهلية

ثالثا-المستفيدين (Users): متمثلا بالأسر التي لا تمتلك مساكن خاصة بهم.

رابعا-المنظمات الغير الحكومية * : متمثلة بالمنظمات الغير الربحية، ومنظمات المجتمع المدني.

وبذا فأن صيغة الشراكة تنطوي على بنية هيكلها رباعي، يمثل المستفيد قلبها، واضلاعها الثلاثة تتمثل بالقطاع العام والقطاع الخاص والمنظمات الغير الحكومية، لذا اصطلح البحث عليها مركب الشراكة، كما في الشكل رقم (3). ان العناصر الاربعة لمركب الشراكة تتباين بأوزانها النسبية، وبأنماط علاقتها التشاركية في إطار هيكلها هذا. الوزن النسبي يتأتى من اهمية الدور

المنظمة الغير الحكومية N.G.O (Non-Government Organization) هي منظمة ذات مصلحة عامة لا تخضع لحكومة، ولا لمؤسسة دولية. ولا يمنع ذلك ان تتعاون أو تتلقى مساعدات وتمويلات من الحكومات، ولكنها تأسست وتنشط دون رقابة من الحكومات الوطنية. وقد جرت العادة ان تطلق هذه العبارة على الاشخاص المعنويين (مجموعات ذات شخصية قانونية) ممن لا تكون أهدافهم ربحية، يمولون في الغالب من ارصدة خاصة. تحرص المنظمات غير الحكومية على استقلاليتها، ليس ازاء الحكومات فقط، وانما ازاء القطاع الخاص التقليدي وعلى الارتباط بالمجتمع المدني. **المصدر: (ويكيبيديا الموسوعة الحرة، مفردة منظمة غير حكومية).**

الذي يمكن لكل عنصر أن يلعبه او يضطلع به كي تعمل منظومة الشراكة هذه بكفاءة. الجدول رقم (1) يوضح توصيفا وتصنيفا وتبريرا لهذه الأوزان النسبية. اما العلاقة التشاركية بين عناصر المركب فيمكن تمييز ثلاث أنماط منها، النمط التأطيري الذي يمثل علاقة الترابط بين القطاع العام وباقي القطاعات كون القطاع العام يمارس الدور الابوي الراعي لمجمل العملية الاسكانية والضامن لنجاحها وتفعيل صيغة الشراكة، والنمط الثاني وهو العلاقة التكاملية التي تربط عنصري القطاع الخاص والمنظمات غير الحكومية، اما النمط الثالث فهو العلاقة النفعية التي تربط عنصر المستفيد مع باقي عناصر المنظومة التشاركية كون المستفيد هو المنتفع الاساسي من مجمل العملية الاسكانية. انظر الشكل رقم (3).

ث –مساهمة عناصر مركب الشراكة

لكل عنصر من عناصر مركب الشراكة الاربع امكانات، ممكن ان تتبلور كمفردات، يساهم بها العنصر في إطار آلية عمل منظومة الشراكة وكالآتي:

أولا–مفردات مساهمة القطاع العام

- تأمين خط الشروع للعملية الاسكانية ببلورة ارادة وقرار سياسي اعلى.
- إدارة العملية التخطيطية.
- تهيئة البيئة التشريعية.
- تأمين البيئة المعنوية النفسية الآمنة للتمويل والاستثمار.
- تأمين الاراضي اللازمة للتنمية الاسكانية.
- اعداد المخططات الاساسية للمدن، مع تحديد النطاقات المحددة للسكن، ومحاور واتجاهات التوسع.
- تأمين نسبة من التمويل في شكل دعم بإعانات وقروض لذوي الدخول المنخفضة.
- تأمين النسبة الاكبر من البنية التحتية الاسكانية.
- الاشراف الفني ومراقبة التنفيذ الاسكاني في ضوء مواصفات ومعايير تضعها الدولة.
- انتاج نسبة من الوحدات السكنية المطلوبة عن طريق الشركات الحكومية.
- انتاج نسبة من المواد البنائية والانشائية الطبيعية والمصنعة.
- تبني دعم الدراسات والبحوث واعداد وتطوير الكوادر الهندسي والفنية.

ثانيا–مفردات مساهمة القطاع الخاص

- توفير النسبة الاكبر من التمويل، عبر الاستثمار في المشاريع السكنية، والاقراض المباشر.
- انتاج النسبة الاكبر من الوحدات السكنية.
- توفير اليد العاملة الرئيسة.
- تأمين نسبة من البنية التحتية السكنية.
- انتاج النسبة الاكبر من المواد البنائية والانشائية.
- توفير النسبة الاكبر من الكوادر الهندسية، والفنية، واعداد المخططات والتصاميم للمشاريع السكنية.

ثالثا–مفردات مساهمة المنظمات غير الحكومية

- توفير نسبة من التمويل، خصوصا من قبل المنظمات غير الربحية التي تحظى بدعم مالي، بغية توظيفها للصالح العام وخدمة المجتمع. كما يؤكد البحث على المؤسسات الدينية، مثل الحوزات العلمية والمرجعيات الدينية، التي تدير اموال الحقوق الشرعية، والتي يمكن توجيه نسبة من هذه الاموال لإسكان من لاسكن له، وهذا يندرج اساسا ضمن موارد إنفاق اموال الحقوق الشرعية هذه.

- الحث والتوجيه والدعم المعنوي عن طريق القوة التأثيرية لبعض هذه المنظمات في اتباعها ومريديها.
- تنظيم والمشاركة في حملات تطوعية لبناء المساكن، في إطار العمل الشعبي التطوعي، او اسلوب العون الذاتي.

رابعا–مفردات مساهمة المستفيدين

- توفير نسبة من التمويل.
- توفير نسبة من العمالة اللازمة.
- امكانية التنفيذ المباشر للوحدات السكنية.
- المساهمة في التقويم الاستخدامي للوحدات السكنية، واختيار البدائل التصميمية.

المساهمة لا تقتصر على تحديد فقراتها، بل لابد من تحديد حجم المساهمة ونوعها. اذ ان الحجم يعبر عن كون المساهمة رئيسة ام ثانوية ام هامشية، حسب نسبة مساهمتها من اجمالي الفقرة الكلية. اما نوع المساهمة فيشير الى عدد المشتركين المساهمين من عناصر مركب الشراكة في الفقرة الواحدة، فهناك اربعة انوع للمساهمة، أحادية، وثنائية، وثلاثية ورباعية. انظر الجدول رقم (2).

ج –آلية عمل صيغة الشراكة

الاسكان عموما هو منظومة رئيسة يتدرج هيكلها هرميا في منظومات ثانوية، كما ان لها آلية عمل تنطوي على حزمة من المدخلات والمخرجات وآلية تشغيل **(العيساوي،2006، ص 286)**. اما صيغة الشراكة التي يطرحها البحث الحالي فتتدرج في إطار أحد مفاصل الاستراتيجية الاسكانية، التي تساعد في تنفيذها وفق اهدافها وبرامجها الموضوعة وسقوفها الزمنية، فهي اذن من ادوات وآليات تنفيذ الاستراتيجية. ان الاستراتيجية الاسكانية خطة بعيدة المدى، لها سنة اساس وسنة هدف، تحدد لها أهداف، ولتحقيق هذه الاهداف توضع برامج كمية في إطار سقوف زمنية. اذن هناك مرحلة تخطيط الاستراتيجية، وتتضمن تحديد البرامج الكمية والسقوف الزمنية ومستلزمات التنفيذ المادية والعينية، ومرحلة التنفيذ وتتضمن أنجاز البرنامج الكمي في اطار سقفه الزمني ومستلزمات تنفيذه ، ويتم التحقق من التنفيذ وتصحيح الحيود والتعديل في ضوء التغذية الاسترجاعية بين المخطط والفعلي ، كما مبين في الشكل رقم (4).آلية عمل صيغة الشراكة المقترحة وكما تظهر تفاصيلها في الجدول رقم (3) ، يمكن توضيح عملها بتحديد القطاع ، ومن ثم فقرات مساهمته ضمن الشراكة ، وموقع هذه الفقرات ضمن مفاصل الشراكة، بعد ذلك يوضع توصيف لفقرات المساهمة كميا ونوعيا وحسب مراحل تنفيذ الاستراتيجية، وكل مرحلة تتضمن الحالة المخططة والحالة الفعلية المنجزة في نهاية المرحلة ، ثم ملاحظة الحيود، زيادة ونقصانا أو تقدما وتأخرا، وتصحيحه تخطيطيا للولوج الى المرحلة التالية ، وبنفس الكيفية لمراحل الاستراتيجية وحسب عددها ضمن سقفها الزمني الكلي. ان تخطيط صيغة الشراكة يكون في إطار التخطيط العام للاستراتيجية، وادارتها ومراقبة تنفيذها يكون في إطار تنفيذ الاستراتيجية.

4–المحور العملي

4–1–التمهيد

أسفر المحور النظري للبحث عن استخلاص صيغة نظرية للشراكة الاسكانية، هذه الصيغة بحاجة الى اختبارها عمليا في ضوء استبانة تتضمن استطلاع آراء عينة من ذوي العلاقة بالشأن الاسكاني في البلد. وبذا يمكن التأكد من مدى نجاعة هذه الصيغة وملائمتها وفاعليتها، والذي يفضي بالضرورة الى اثبات صحة الفرضية وصدقيتها في الاجابة على المشكلة قيد البحث.

4–2–الشريحة المستبانة وحجم العينة

نظرا لكون صيغة الشراكة الاسكانية المقترحة تنطوي على اربعة عناصر، لذا اختيرت الشريحة المستبانة لتغطي هذه الفئات الأربع، فئة تمثل القطاع العام، واخرى تمثل القطاع الخاص، وثالثة تمثل المنظمات غير الحكومية، ورابعة تمثل شريحة

المستفيدين. كما وتم ادخال فئة خامسة تمثل المختصين من مخططين ومهندسين وأكاديميين وباحثين، لإبداء رأي علمي عملي موضوعي بالصيغة. عينة الاستبانة تم انتقائها عشوائيا بعدد كلي قدره (125) مستبين بواقع (25) لكل فئة.

4-3-استمارة الاستبانة

تضمنت استمارة الاستبانة خمس مجموعات من الاسئلة، موزعة حسب فئات الشريحة المنتقاة بواقع (4-8) اسئلة لكل فئة، تغطي كل مفردات الشراكة ذات الصلة بالفئة المستبانة. وقد حرص البحث ان تكون الاسئلة واضحة متسلسلة تراعي مستوى الفئة المستبانة. وقد استخدم مقياس لكرت الخماسي (Likert Scale)، انظر نموذج استمارة الاستبانة في الجدول رقم (4).

4-4-تحليل الاستبانة – نتائجها واستنتاجاتها

تضمنت عملية تحليل الاستبانة واستخلاص نتائجها الخطوات الاتية:

أ -تم استبعاد الاستمارات غير مكتملة البيانات، وكان عددها (3) ثلاث استمارات من أصل(125) مائة وخمس وعشرون استمارة، أي ما نسبته 2,4% بواقع استمارة واحدة من فئة القطاع العام واستمارتان من فئة المستفيدين، وبذا فأن مجموع الاستمارات الصحيحة يبلغ (122) مائة واثنان وعشرون استمارة.

ب -كانت نتائج الاجابات بالنسبة المئوية حسب الفئة كما مبينة في الجدول رقم (4)، والاشكال (5)، (6)، (7)، (8)، (9).

ت -نستنتج من عملية الاستبانة الاتي:

أولا-ترى فئة القطاع العام الاتي:

1) لا وضوحيه لسياسة اسكانية ولا تبلور لاستراتيجيات وبرامج اسكانية في العراق.
2) رغم اهمية الشراكة مع القطاعات السكنية الأخرى، الا ان الدولة لا تمتلك رؤية محددة لها.
3) نقاط الضعف في القطاع العام:
   _ عدم القدرة على التمويل الكلي للإسكان.
   _ خلل في التشريعات الاسكانية.
   _ هشاشة البيئة الاستثمارية.
   _ عدم القدرة على تأمين كامل البنية التحتية للإسكان.

ثانيا-ترى فئة القطاع الخاص الاتي:

1) وجود الرغبة والقدرة التمويلية والفنية التي تؤهل القطاع الخاص لشراكة فاعلة مع القطاع العام.
2) وجود الرغبة والقدرة للاستثمار في البنية التحتية وفي المواد والتقنيات الانشائية.
3) الاستثمار في الاسكان، عبر شراكات مع القطاع العام، تكتنفه بعض المعوقات والمجازفات وعدم الاطمئنان للبيئة الاستثمارية الحالية في العراق، فضلا عن المنافسة القوية للمستثمر الاجنبي.

ثالثا-ترى فئة المنظمات غير الحكومية الاتي:

1) هناك نقاط قوة لدى المنظمات غير الحكومية ممكن توظيفها لشراكة اسكانية فاعلة مع القطاعات الاخرى منها:
   - امكانية مادية في ضوء قدرة تمويلية نسبية.
   - أمكانية معنوية في ضوء قدرة التأثير والحث والتوجيه في الوسط المجتمعي العام .
2) هناك محددات تكبل المنظمات غير الحكومية منها:
   - ضعف التجربة في العراق.
   - الضعف الاداري والتنظيمي والفني لمعظم المنظمات.

رابعا-ترى فئة المستفيدين الاتي:

1) الرغبة في تبني الدولة توفير السكن، وانخفاض مستوى الثقة بالقطاع الخاص.

2) امكانية الشراكة مع القطاع العام اولا، والقطاعات الاخرى ثانيا، في ضوء قدرة المستفيدين النسبية في تمويل جزئي لمساكنهم والرغبة بالانهماك والمشاركة في اختيار البدائل التصميمية لمساكنهم.

خامسا–واخيرا فأن فئة المختصين ترى الاتي:

1) ضرورة وحتمية الشراكة الاسكانية، وتوظيف امكانات القطاعات الاخرى، لان القطاع العام قاصر لوحده من سد العجز السكني الحالي وتلبية الحاجة المستقبلية.

2) لكل قطاع امكانات ومحددات يمكن ان تكمل بعضها البعض في صيغ تعظم الامكانات وتقلص المحددات، وهذا يستلزم اولا اصلاح مؤسسي وتشريعي، وتوفير بيئة استثمارية آمنة، يقابله ضرورة تأهيل فني وتنظيمي وتمويلي للقطاعات الاخرى وعلى رأسها القطاع الخاص.

5–الاستنتاجات

5–1–الاستنتاجات العامة (النظرية)

- الشراكة هي ترتيبات تضطلع بها جهات عدة تمثل جميع القطاعات: العام، الخاص، ومنظمات المجتمع المدني، في برامج مشتركة، وتمثل انهماكا ديناميكيا لهذه القطاعات إذ يساهم كل طرف ببعض المهام ويتحمل جزءا من المخاطر.
- تنبع مسوغات الشراكة واهميتها من الحاجة الى استثمارات ضخمة للتنمية الحضرية وتطوير البنية التحتية، ليس بمقدور الدولة وحدها تحمل تمويل هذه الاستثمارات.
- لا يتحقق مفهوم الشراكة الا بعناصر خمسة هي: الشركاء (اثنان او أكثر)، العلاقة (التشاركية المتبادلة)، توفير الموارد (كل شريك حسب نسبة مساهمته)، المشاركة (تقاسم المسؤولية والمخاطر)، واخيرا الاستمرارية والديمومة.
- هناك ثلاثة انماط من الشراكات بين القطاعين العام والخاص، الاول: (BOT) ويكون القطاع الخاص مسؤولا عن البناء والتشغيل اما الملكية فتكون للقطاع العام في نهاية المطاف، والثاني: (BOO) وفيه يكون القطاع الخاص هو المسؤول عن بناء وتشغيل المشروع والمالك له للأبد، اما الثالث فهي: المشاريع المشتركة(JV) وفيها يشترك القطاعان ببناء وتشغيل وملكية المشروع.
- الشراكة بوصفها مفهوما وممارسة تعد حديثة نسبيا، بدأت في ثمانينات القرن المنصرم في الدول المتقدمة كالولايات المتحدة وبريطانيا وروسيا، اما الدول النامية، التي تعاني كثيرا من فقر البنية التحتية والعجز السكني الشديد وارتفاع كلف الوحدات السكنية، فلم تتبلور لديها رؤى وممارسات حول الشراكة على مستوى السياسة او الاستراتيجية الاسكانية الا متأخرا.
- من تجارب الشراكة الاسكانية في الدول النامية: سياسة المشاريع الحكومية المشتركة (JV)، ومن امثلتها نموذج طرح في جامايكا في العام (2003)، ركز على تنمية الاراضي المملوكة للدولة فضلا عن المملوكة للقطاع الخاص التي يمكن الاستفادة منها للإسكان. في هذه السياسة تم العمل على تعظيم وتحسين استخدام جميع مدخلات الموارد لعملية انتاج المساكن، كما هدفت الى استرداد تكاليف المدخلات بما في ذلك الارض مع تأمين الموارد المالية والفوائد الاقتصادية والاجتماعية. جوهر هذه السياسة يقوم على تأمين مصلحة جميع أطراف الشراكة مع التأكيد على المستفيد(User).
- ومن التجارب الاخرى على الشراكة الاسكانية في الدول النامية: سياسة السكن الاجتماعي التساهمي، التي طرحت في الجزائر في العام (1999)، تقوم على أساس شراكة القطاعين العام والخاص، جوهرها الدعم والملكية للمستفيد، وهي ذات طابع اجتماعي موجه للتمليك، مدعم بإعانة مالية تمنحها الدولة لذوي الدخول المنخفضة لاستكمال كلفة المسكن، ويتبنى برامج الاسكان في هذه السياسة مطور عقاري من القطاع الخاص.

- في العراق لم تتبلور صيغة شراكة فاعلة لتوفير السكن على امتداد السياسات الاسكانية السابقة أو الحالية. اذ اقتصرت صيغة الشراكة في (مخطط الاسكان العام في العراق لغاية العام 2000) على اعطاء نسبة (60%) للقطاع الخاص في تنفيذ المنهاج الاسكاني العام المقترح. اما (سياسة الاسكان الوطنية في العراق للعام 2010) فقد اشارت الى ضرورة مساهمة كافة القطاعات والمجاميع المعنية لإنتاج السكن وحددت مهام كل قطاع، فالعام يتمثل دوره بالتنسيق والتوجيه والتخطيط والاشراف وتنفيذ جزء من البنية التحتية. أما القطاع الخاص فتعده هذه السياسة أكبر موفر للإسكان، وعلى الدولة دعم شركات الاستثمار والتشييد.

- نظرا لعدم بلورة الشراكة، بوصفها منهجا وتوجها، في السياسات الاسكانية السابقة، لذا برزت الحاجة الى طرح صيغة جديدة مناسبة، اقترحها البحث وتقوم على مبادئ، أهمها خصوصية الواقع الاسكاني العراقي، واشراك جميع القطاعات حسب إمكاناتها، والمرونة وامكانية التطبيق. هيكل الصيغة المقترحة رباعي بعلاقات تشاركية، اصطلح عليه البحث مركب الشراكة، عناصره القطاع العام الذي يرتبط بالعناصر الاخرى بنمط علاقة تأطيري، وعنصري القطاع الخاص والمنظمات غير الحكومية اللذان يرتبطان مع بعض بنمط علاقة تكاملي، والعنصر الرابع هو المستفيد الذي يرتبط مع باقي عناصر الشراكة بنمط علاقة نفعي كونه العنصر المستهدف من الشراكة ومن العملية الاسكانية برمتها.

- يفترض ان تعمل صيغة الشراكة المقترحة في إطار المفاصل التنفيذية للاستراتيجية الاسكانية، لان الشراكة أساسا هي صيغة لآلية تنفيذية تحدد مسؤوليات وادوار كل قطاع في إطار تنفيذ البرنامج الاسكاني المقترح.

5-2-الاستنتاجات الخاصة (استنتاجات الدراسة العملية-الاستبانة)

- في ضوء نتائج الاستبانة ظهر ان القطاع العام يؤمن بمبدأ الشراكة مع القطاع الخاص، رغم عدم وضوح التصور لديه عن نمط وحجم وطبيعة هذه الشراكة، كما انه يقر بوجود ثغرات في السياسة الاسكانية العامة وفي المنظومة التشريعية وهشاشة في البيئة الاستثمارية في البلد.

- القطاع الخاص لديه الرغبة والقدرة في الاستثمار في السكن، سواء في انتاج الوحدات السكنية او المواد البنائية او الاستثمار في البنية التحتية، مع بعض التحفظ والتخوف وعدم الاطمئنان للوضع الامني الذي يخلق بيئة استثمارية قلقة. كما انه متوجس من المنافسة الشديدة للمستثمر الأجنبي.

- المنظمات غير الحكومية لديها امكانات معنوية ومادية نسبية، مع رغبة في شراكات تطوعية غير ربحية مع قطاعات الاسكان طالما تصب بالصالح العام وتسهم في حل مشكلة مستديمة تمس الشرائح الاكبر من المجتمع. الا ان ضعف الامكانات التمويلية والتنظيمية وفقر التجربة تقف حائلا امام انهماك هذه المنظمات في شراكة حقيقية.

- يفضل معظم المستفيدين (Users) رعاية الدولة للعملية الاسكانية وتوفير مساكنهم عن طريقها، وذلك لضعف الثقة بالقطاع الخاص المحلي. لذا يفضل المستفيدين الشراكة مع الدولة في ضوء قدراتها الكبرى مع مساهمة تمويلية نسبية من قبل المستفيدين أنفسهم.

- ترى فئة المختصين ان الشراكة ضرورية ومهمة وممكنة الى حد كبير، في ضوء ضعف قدرة الدولة على الانهماك الكلي بتوفير السكن للمواطنين على خلفية عجز سكني شديد. وان هذه الشراكة بوسعها ان توضع بصيغة تكاملية توظف امكانات كل قطاع وتجاوز الصعوبات والمحددات، على ان تبقى الدولة هي الراعية الاولى والكبى للعملية الاسكانية شريطة الشروع الشروع بإصلاح مؤسسي وتشريعي.

- وباستيضاح اجابات الفئات الخمس التي استطلعت آرائهم مجتمعة، يمكن استنتاج ان الصيغة التي طرحها البحث تتوافق الى حد كبير مع هذه الآراء لكن بمستويات متباينة، فالتوافق كبير جدا من حيث مبدأ الشراكة واهميتها وضرورتها ومسوغاتها،

وكبير من حيث مفاصل وبنية صيغة الشراكة، وتوافق اقل من حيث مفاصلها التفصيلية وآلية عملها. وهذا متوقع ويمكن تفسيره بان كل طرف من الاطراف يرى الامور ويقيمها بمنظوره الذاتي، في حين ان الموضوعية تستلزم النظرة الشمولية المؤطرة لمجمل المفردات الاسكانية، وهذا ما تبناه البحث عند طرح صيغة الشراكة.

6-التوصيات

- المسؤولية الوطنية والدينية والاخلاقية تستلزم حشد كل الجهود والطاقات، المادية والمعنوية، لكل الجهات والاطراف افراد وجماعات، بغية الاسهام في حل المشكلة السكنية كل حسب وسعه وطاقته.
- الدولة العراقية متمثلة بوزارة الاعمار والاسكان، ولكل الحقب السياسية تعد مقصرة تجاه الوضع الاسكاني وما آلت اليه الامور بغض النظر عن الاسباب والمبررات، لذا يترتب عليها الآن ان تتعاطى مع الشأن الاسكاني بموضوعية وواقعية وان تحدد خط شروع للحل، ابتداء بتبني سياسة اسكانية واضحة، تمهيدا لاستراتيجية اسكانية شاملة تأخذ بالاعتبار حجم المشكلة كما ونوعا.
- لا مناص من الشراكة الاسكانية مع القطاعات الأخرى، وعلى الدولة ان تبلور فلسفة ورؤية واقعية، مصحوبة بمنهج مرن ممكن التطبيق لهذه الشراكة، تأخذ بالاعتبار امكانات كل قطاع ونقاط ضعفه، فضلا عن الاستفادة من تجارب الدول المماثلة.
- ضرورة تهيئة الارضية الصالحة لإقامة شراكات اسكانية ناجعة، وذلك في ضوء اصلاح تشريعي يطال القوانين الناظمة للاستثمار والمحددات العمرانية وقوانين الملكية، فضلا عن الحرص على توفير ظروف سياسية وامنية لبيئة استثمار آمنة جاذبة.
- ضرورة الاصلاح المؤسسي لقطاع الاسكان بمفاصله الرئيسة، بما يؤمن المرونة التنظيمية والادارية لمؤسسات الدولة ذات العلاقة بما يؤهلها لانهماك حقيقي في شراكة مع القطاعات الاخرى، خصوصا إذا اخذنا بالاعتبار ان الدولة هي الراعية والمشرفة والضامنة للعملية الاسكانية اجمالا.
- دعم وحث وتشجيع المنظمات الغير الحكومية لإدماجها في الشراكة بغية الافادة من فلسفة ونهج هذه المنظمات التطوعي غير الربحي، وربما يستلزم الامر تكييف قانوني يعالج بعض عوائق الادماج.
- تشجيع ودعم ادخار الافراد لغرض الاسكان بتقديم تسهيلات مصرفية واعفاءات ضريبية، بغية تنمية هذه المدخرات.
- ابتكار صيغ نوعية لإدماج المستفيدين (Users) خصوصا ذوي الحاجة الماسة للسكن، في الشراكة الاسكانية في ضوء الافادة من جهودهم الفردية والجماعية وتوظيفها في صيغ جديدة للعون الذاتي (Self-help) للتنفيذ الاسكاني.
- تشجيع البحوث والدراسات الاسكانية النظرية التطبيقية، لاسيما التي تتناول مناهج التيسير الاسكاني في ضوء آليات مبتكرة.

7-المصادر

- بولجمر، لمياء (السكن الاجتماعي التساهمي في ولاية قسنطينة-دعم للطبقة المتوسطة وتفعيل للترقية العقارية)، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة منتوري، كلية علوم الأرض، قسم التهيئة العمرانية ،1999.
- وزارة الاعمار والإسكان (سياسة الاسكان الوطنية في العراق)، بمساعدة برنامج الامم المتحدة للمستوطنات البشرية، اكتوبر،2010.
- العيساوي، كاظم فارس (تأثير المعايير السكنية في تحديد مستوى الاسكان المنخفض الكلفة في العراق)، رسالة ماجستير غير منشورة، مركز التخطيط الحضري والاقليمي للدراسات العليا،1996.
- العيساوي، كاظم فارس (الاسكان وفق المنظور الشامل_ موازنة بنية المنظومة الاسكانية الحضرية في العراق)، اطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية الهندسة، جامعة بغداد،2006.

- Canadian Council for PPP, website http://www.pppcouncil.ca/. Accessed March 16, 2010.
- Dube, Simphiwe Petunia, (A study of public-private partnership in the development of affordable housing), University of the Witwatersrand, 2013.
- G. of Jamaica, Ministry of Water and Housing, (PPP for Housing development), 2003 (New Webster Dictionary and Thesaurus), Lexicon publication, Inc., 1992.
- Grimsey, D. & Lewis, M. (Public Private Partnerships: The Worldwide Revolution in Infrastructure Provision and Project Finance), 2004, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK.
- United Nation Human Settlement , (Public-Private Partnership in housing and urban development) , Nairobi,2011
- Wallace, James, Steve Pomery, Greg Lampert, and Robert Sheehan , (The Role of Public Private Partnerships in Funding Affordable Housing), Prepared for the CMHC,1998
- Wikipedia-The Free Encyclopedia , (Item of Public Private Partnership) , https://en.wikipedia.org/wiki/Public%E2%80%93private_partnership

جدول رقم (1) الاهمية النسبية لعناصر مركب الشراكة الاسكانية وفق الصيغة المقترحة. المصدر: الباحث

ت	العنصر	الاهمية النسبية		السبب
		رمز الوزن النسبي	التوصيف	
1	**القطاع العام**	XXX	مهم جدا	دوره رئيس تأطيري تفعيلي
2	**القطاع الخاص**	XXX	مهم جدا	دوره رئيس فاعلي دافعي
3	**المنظمات الغير الحكومية**	XX	مهم	دوره ثانوي مساعد
4	**المستفيد**	XX	مهم	دوره تكميلي

جدول رقم (2) مفردات مساهمة قطاعات الاسكان، حسب الحجم والنوع، وفق صيغة الشراكة المقترحة. المصدر: الباحث

القطاع	الفقرة		حجم المساهمة			نوع المساهمة			
			رئيس	ثانوي	هامشي	احادية	ثنائية	ثلاثية	رباعية
القطاع العام	A	التخطيط	X			X			
	B	التشريع	X			X			
	C	التمويل		X					X
	D	توفير الاراضي	X				X		
	E	تأمين بيئة الاستثمار	X			X			
	F	توفير البنية التحتية	X				X		
	G	التنفيذ والانشاء		X				X	
	H	الاشراف والمراقبة	X			X			
	I	الدراسات والبحوث والتصاميم واعداد الكوادر	X				X		
	J	انتاج المواد الانشائية وتطوير التقنيات البنائية		X			X		
القطاع الخاص	A	التمويل	X						X
	B	توفير الاراضي		X			X		
	C	توفير البنية التحتية		X			X		
	D	التنفيذ والانشاء	X					X	
	E	الدراسات والبحوث والتصاميم		X			X		
	F	انتاج المواد الانشائية وتطوير التقنيات البنائية	X				X		
المنظمات غير الحكومية	A	التمويل			X				X
	B	التنفيذ التطوعي والتوجيه المعنوي	X				X		
المستفيد	A	التمويل	X						X
	B	التنفيذ والانشاء		X				X	
	C	المشاركة في اختيار البدائل التصميمية			X			X	
	D	توفير يد عاملة بأسلوب العون الذاتي			X		X		

جدول رقم (3) آلية عمل صيغة الشراكة الاسكانية المقترحة في اطار المراحل التنفيذية للاستراتيجية الاسكانية . المصدر: الباحث

القطاع	فقرات مساهمة	مفاصل الاستراتيجية																مراحل التنفيذ								
		1-المرحلة		2-المفردات						3-المستلزمات								الاولى			الثانية			الثالثة		
		1-1	2-1	1-2			2-2			1-3			2-3					م	ف	ح	م	ف	ح	م	ف	ح
				1-1-2	2-1-2	1-2-2	2-2-2	1-1-3	2-1-3	1-2-3	2-2-3															
عام	A																									
	B																									
	C																									
	D																									
	E																									
	F																									
	G																									
	H																									
	I																									
	J																									
خاص	A																									
	B																									
	C																									
	D																									
	E																									
	F																									
N G O	A																									
	B																									
Users	A																									
	B																									
	C																									
	D																									

ملاحظة-

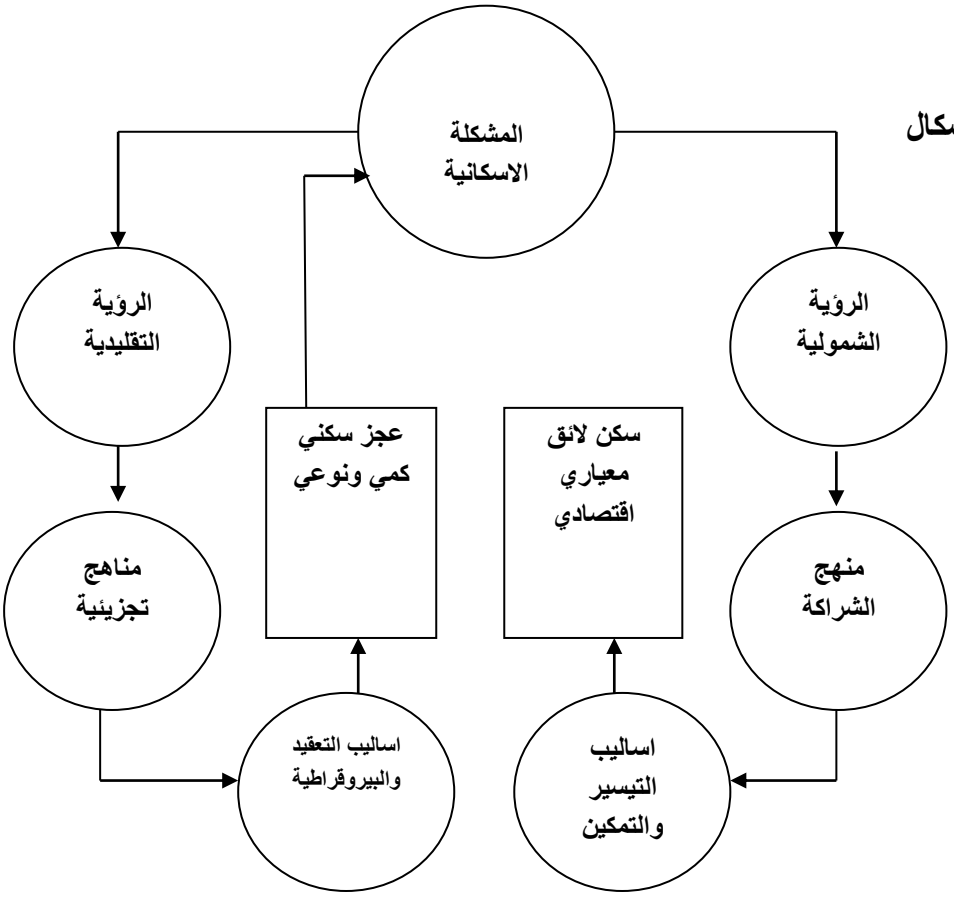
انظر جدول رقم(2) للتعرف على تفاصيل مفردات المساهمة، وشكل رقم (3) للتعرف على تفاصيل مفاصل الاستراتيجية.

المختصرات م: الحالة المخططة. ف: الحالة الفعلية. ح : تحديد الحيود وتصحيحه .

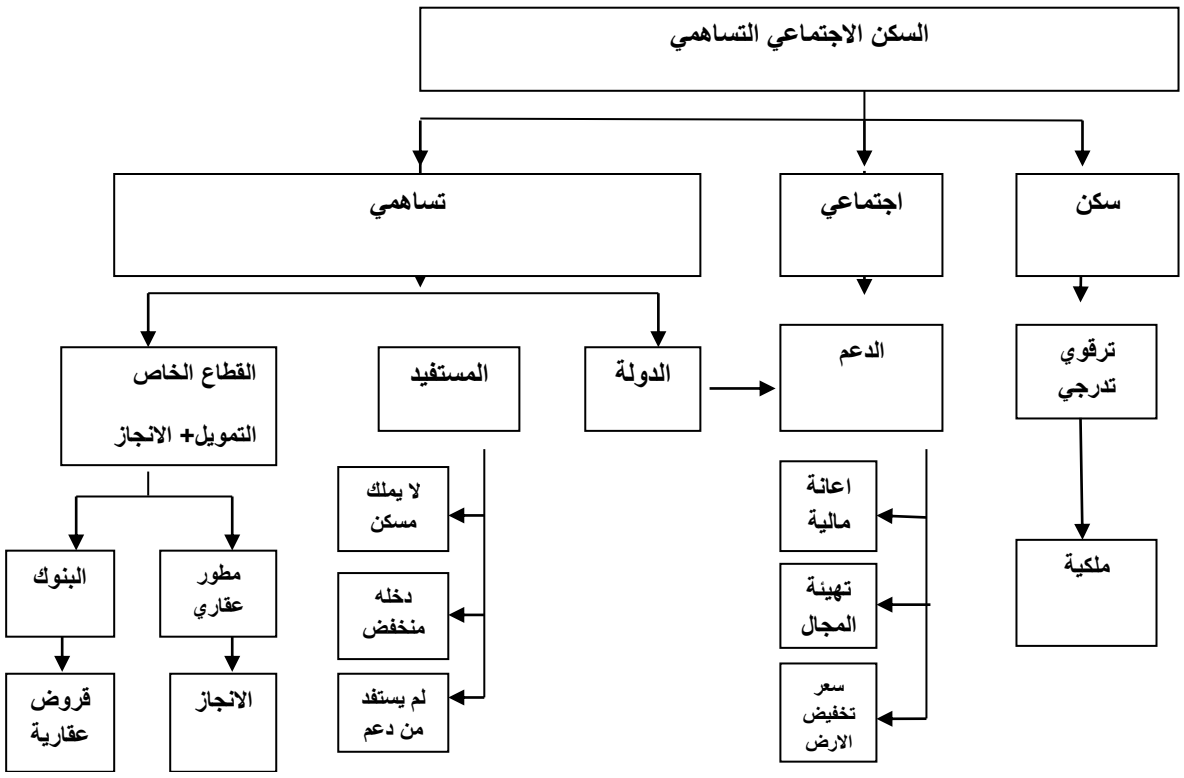
جدول رقم (4) أنموذج لاستمارة الاستبانة تظهر عليها نتائج استبانة البحث. المصدر: الباحث

ت	العبارات	الاجابات					الملاحظات
		راض جدا	راض	محايد	غير راض	غير راض جدا	
اولا	**فئة القطاع العام**						
1	تتبنى الدولة سياسة اسكانية واضحة المعالم	4%	12%	17%	25%	42%	
2	الدولة قادرة على تمويل الاسكان لوحدها	0%	8%	13%	33%	46%	
3	الشراكة مع القطاع الخاص مجدية وضرورية	33%	38%	8%	17%	4%	
4	التشريعات الاسكانية كافية ومتكاملة	12%	21%	12%	38%	17%	
5	على الدولة توفير البنية التحتية كليا	46%	33%	0%	17%	4%	
6	بيئة الاستثمار سليمة وآمنة	8%	17%	17%	33%	25%	
7	المواد البنائية المحلية كافية واقتصادية	8%	13%	4%	46%	29%	
ثانيا	**فئة القطاع الخاص**						
1	القطاع الخاص المحلي مؤهل فنيا	28%	44%	4%	16%	8%	
2	القطاع الخاص متمكن من تمويل مشاريع كبرى	24%	40%	8%	16%	12%	
3	الظروف الحالية مناسبة للاستثمار	12%	20%	16%	36%	16%	
4	القطاع الخاص المحلي قادر على منافسة الاجنبي	8%	12%	4%	48%	28%	
5	الاستثمار في البنية التحتية ممكن ومجدي	24%	40%	12%	20%	4%	
6	الاستثمار في المواد والتقنيات الانشائية مجدي	20%	44%	16%	16%	4%	
ثالثا	**فئة المنظمات غير الحكومية**						
1	امكانية تمويل السكن من اموال الحقوق الشرعية	20%	48%	24%	8%	0%	
2	تنمية اموال الحق الشرعي في مشاريع عمرانية	16%	36%	16%	24%	8%	
3	امكانية بناء مساكن من خلال حملات تطوعية	20%	44%	12%	16%	8%	
4	منظمات المجتمع المدني مؤهلة تنظيميا وتمويليا	8%	20%	4%	40%	28%	
رابعا	**فئة المستفيدين**						
1	الرغبة بتوفير السكن كليا من قبل الدولة	92%	8%	0%	0%	0%	
2	الثقة بالقطاع الخاص المحلي	4%	16%	12%	32%	36%	
3	امكانية الاسر من توفير تمويل جزئي لمساكنها	24%	36%	8%	20%	12%	
4	رغبة الاسر باختيار البدائل التصميمية لمساكنها	48%	40%	4%	8%	0%	
خامسا	**فئة المختصين**						
1	النظام المؤسسي مؤهل لقيادة شراكات ناجحة	4%	16%	12%	40%	28%	
2	عدم بلورة شراكات فاقم المشكلة الاسكانية	16%	36%	16%	24%	8%	
3	الخصخصة ضرورية لحل المشكلة الاسكانية	20%	32%	8%	28%	12%	
4	القطاع الخاص بحاجة الى تأهيل وزيادة خبرة	48%	44%	4%	4%	0%	
5	تفعيل الشراكة بحاجة لاستحداث وتعديل تشريعي	24%	44%	12%	16%	4%	
6	منظمات المجتمع المدني لديها نقاط قوة للشراكة	8%	12%	24%	36%	20%	
7	يمكن ادماج المستفيدين في آليات توفير السكن	36%	48%	4%	12%	0%	
8	الروح المعنوية العراقية بطبعها منتجة للشراكة	20%	40%	8%	24%	%8	

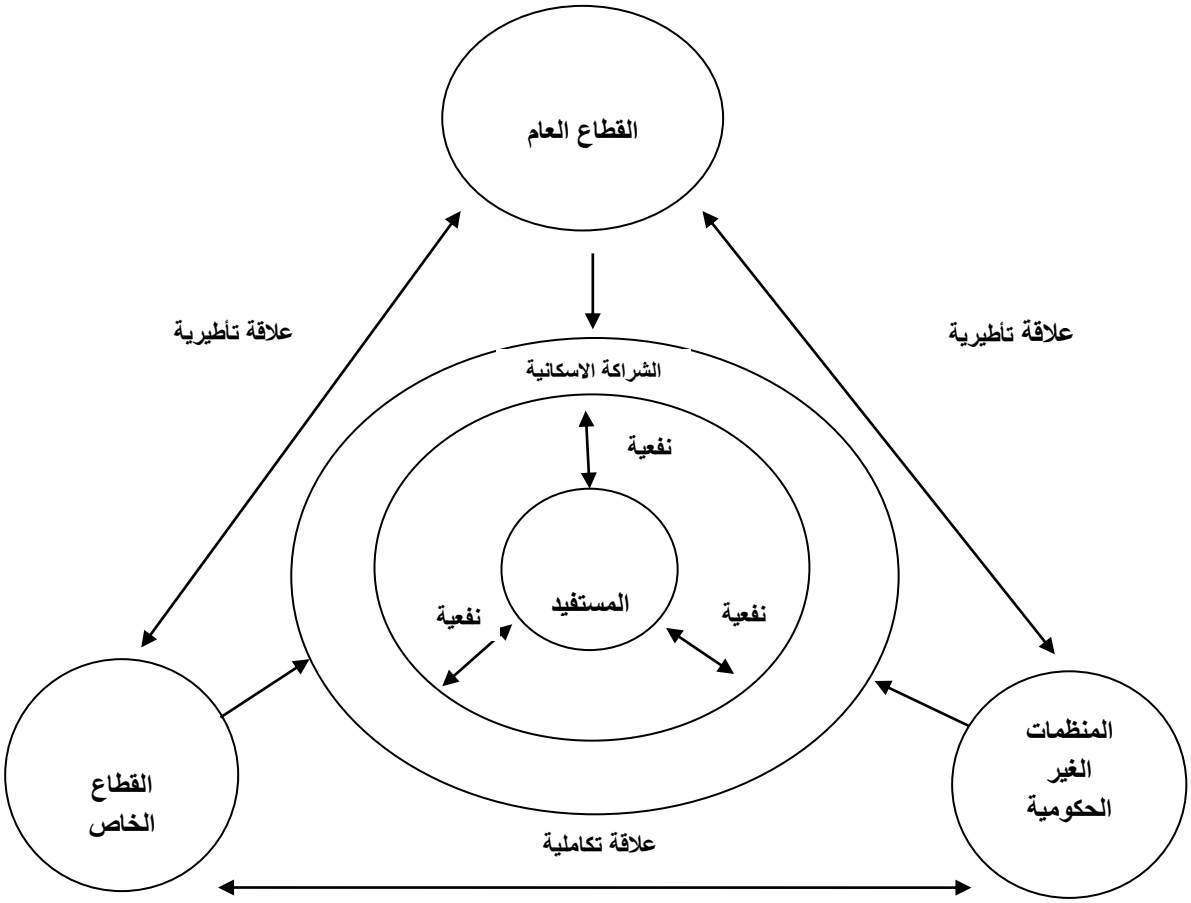
9-الاشكال



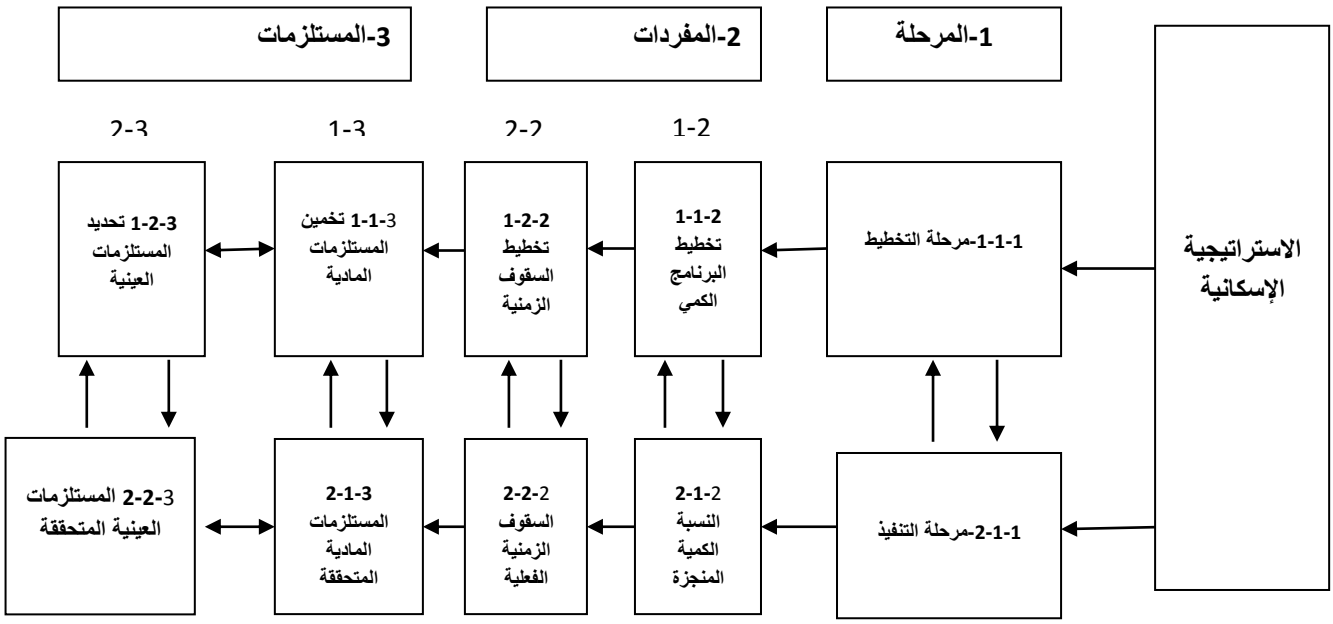
شكل رقم (1) الشراكة بوصفها منهجا لتيسير الأسكان حسب رؤية البحث. المصدر : الباحث



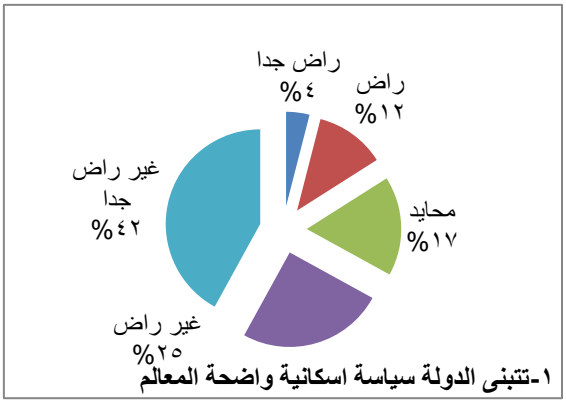
شكل (2): جوهر سياسة السكن الاجتماعي التساهمي في الجزائر، عملية ترقويه واجتماعية. المصدر:(بولجمر،1999، ص 21)



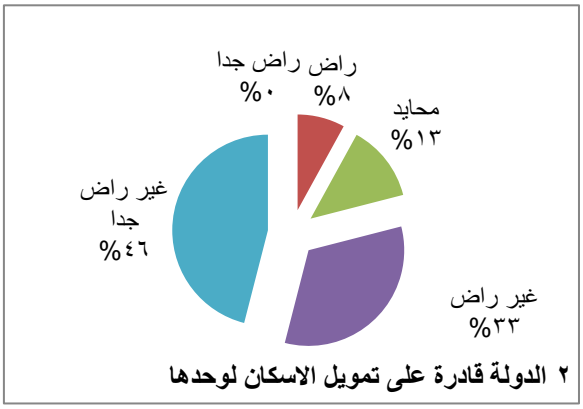
شكل رقم (3) بنية مركب صيغة الشراكة الاسكانية المقترحة -العناصر والعلاقات. المصدر: الباحث



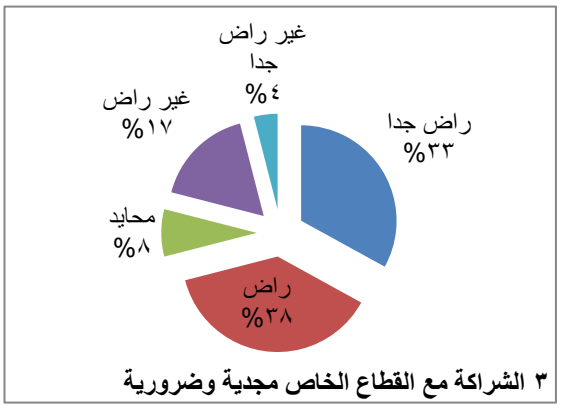
شكل (4) مفاصل الاستراتيجية الاسكانية التي في اطارها تعمل صيغة الشراكة المقترحة. المصدر: الباحث



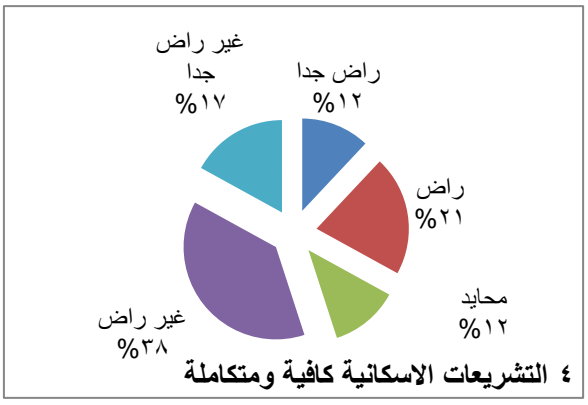
١-تتبنى الدولة سياسة اسكانية واضحة المعالم



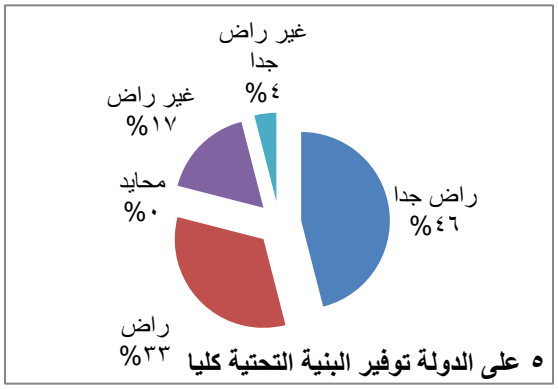
٢ الدولة قادرة على تمويل الاسكان لوحدها



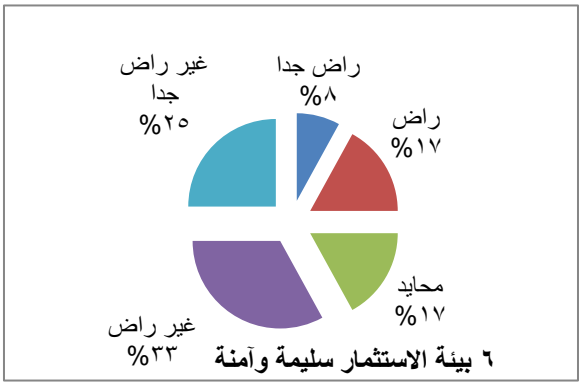
٣ الشراكة مع القطاع الخاص مجدية وضرورية



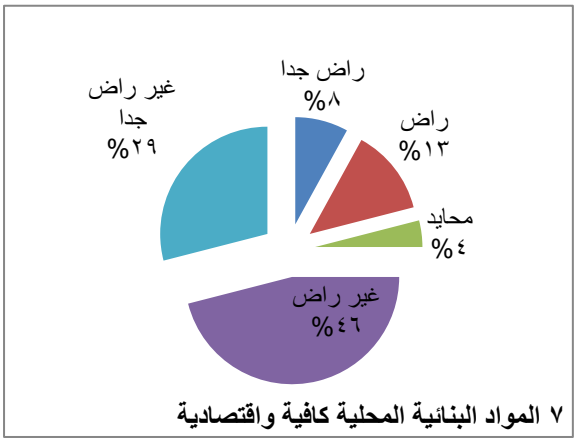
٤ التشريعات الاسكانية كافية ومتكاملة



٥ على الدولة توفير البنية التحتية كليا

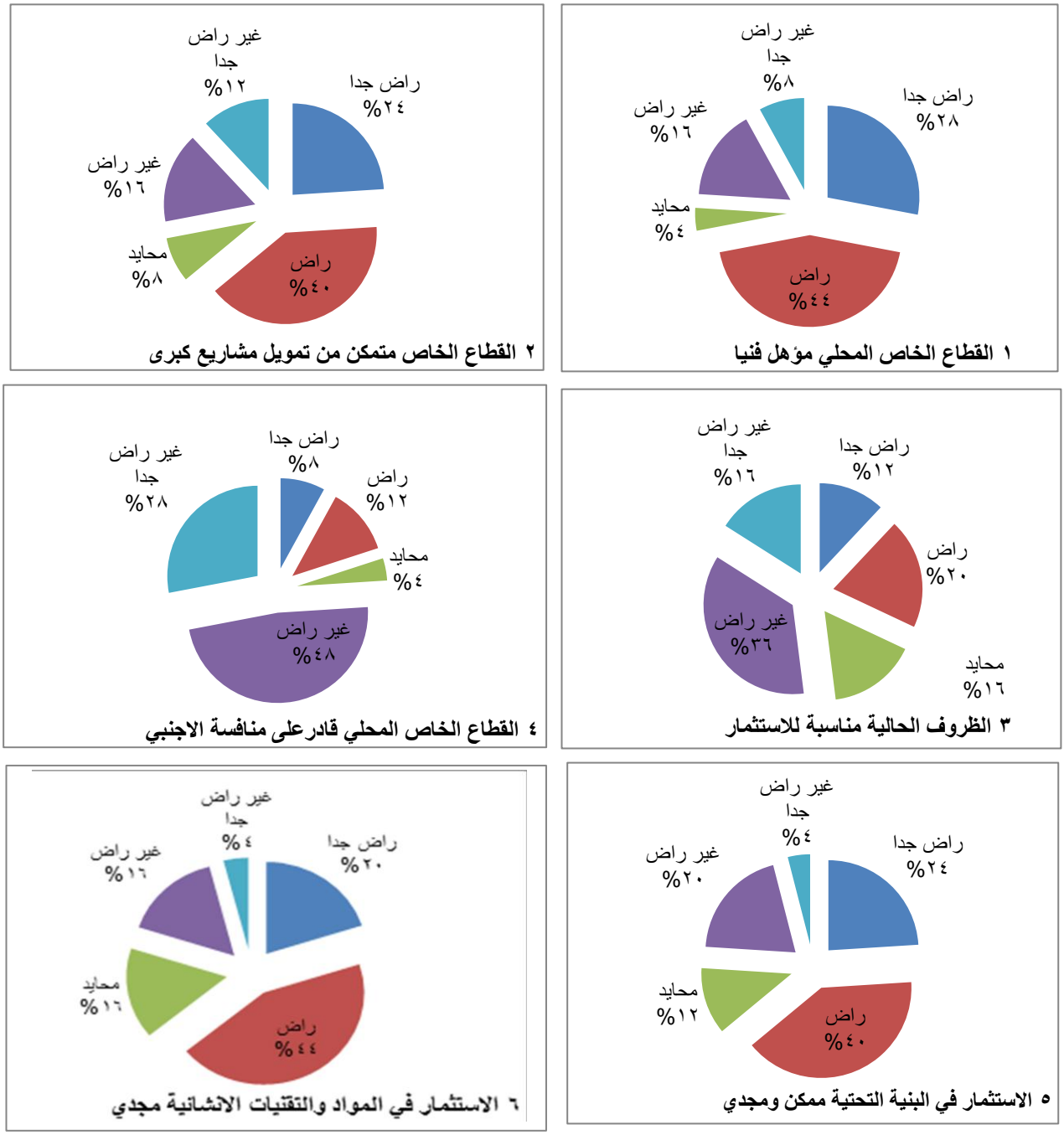


٦ بيئة الاستثمار سليمة وآمنة

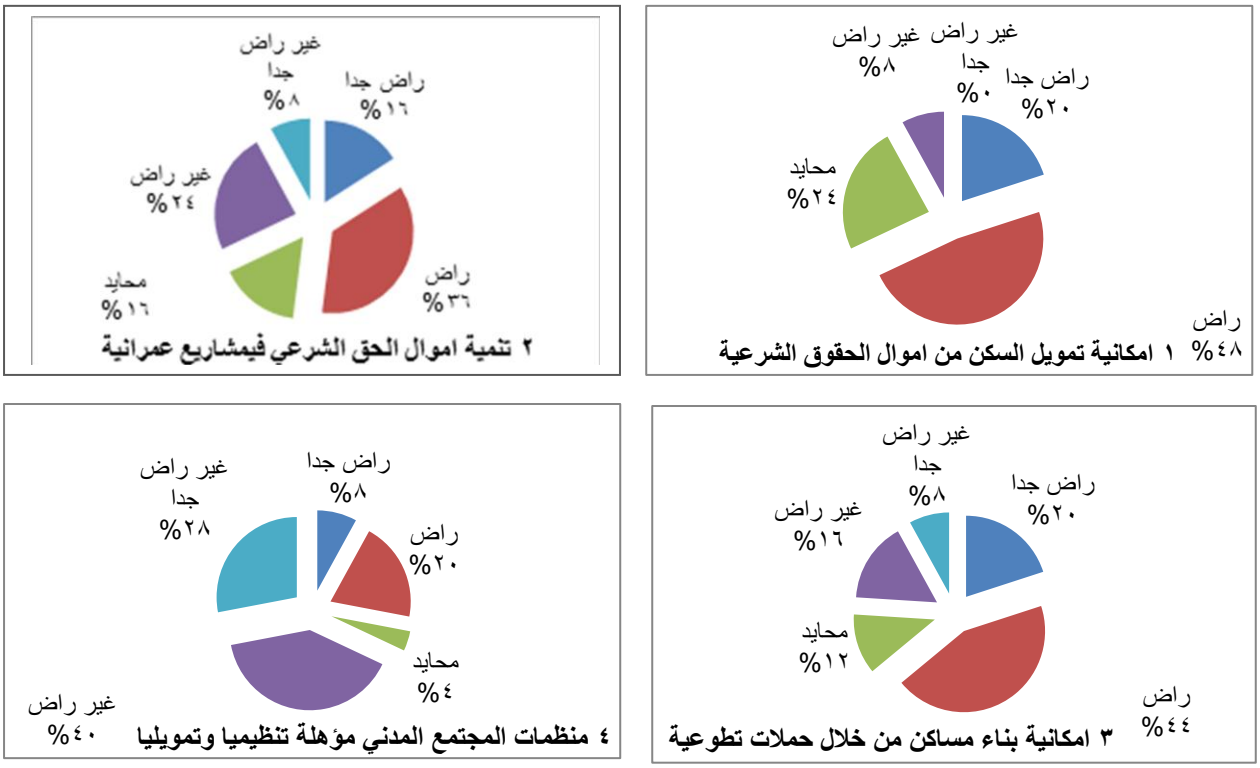


٧ المواد البنائية المحلية كافية واقتصادية

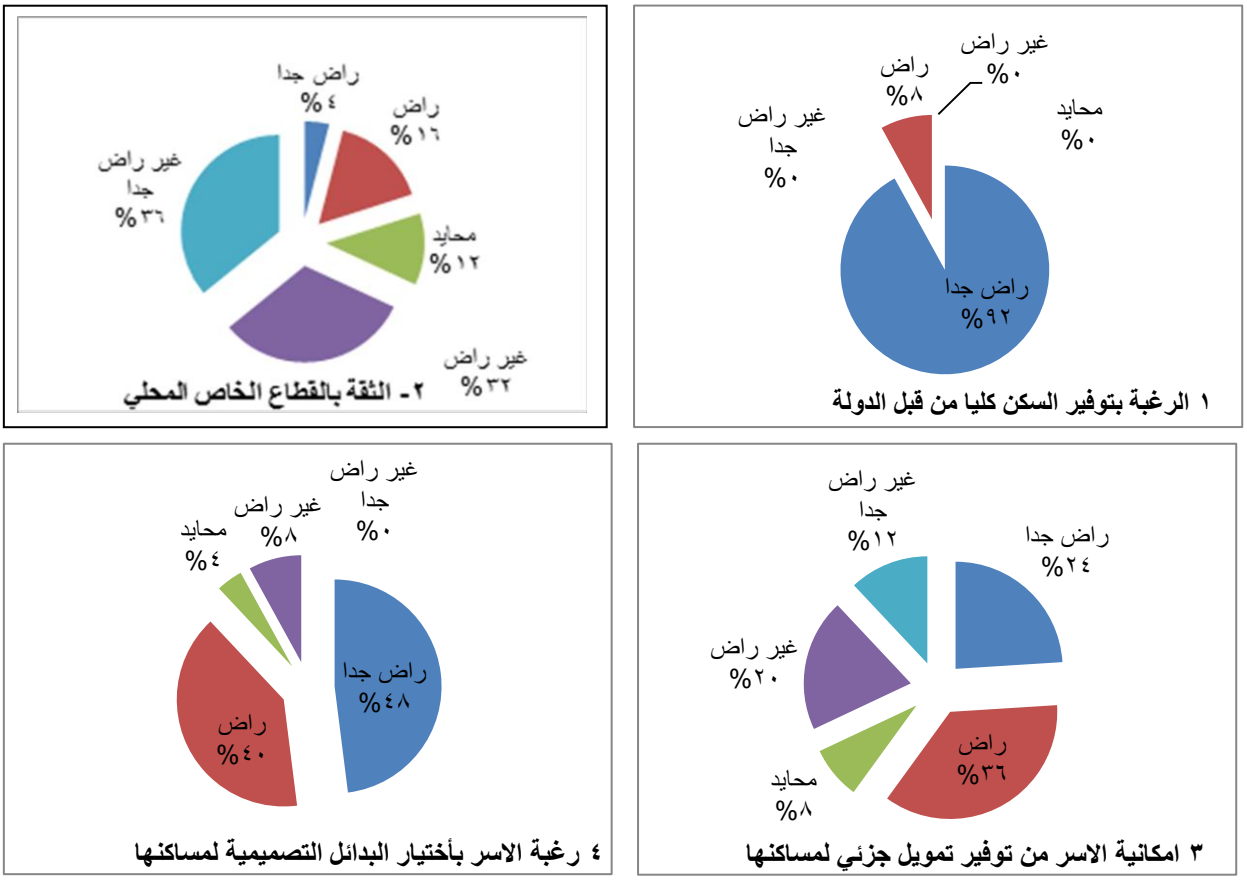
شكل (5) نتائج استبانة فئة القطاع العام. المصدر الباحث اعتمادا على جدول (4)



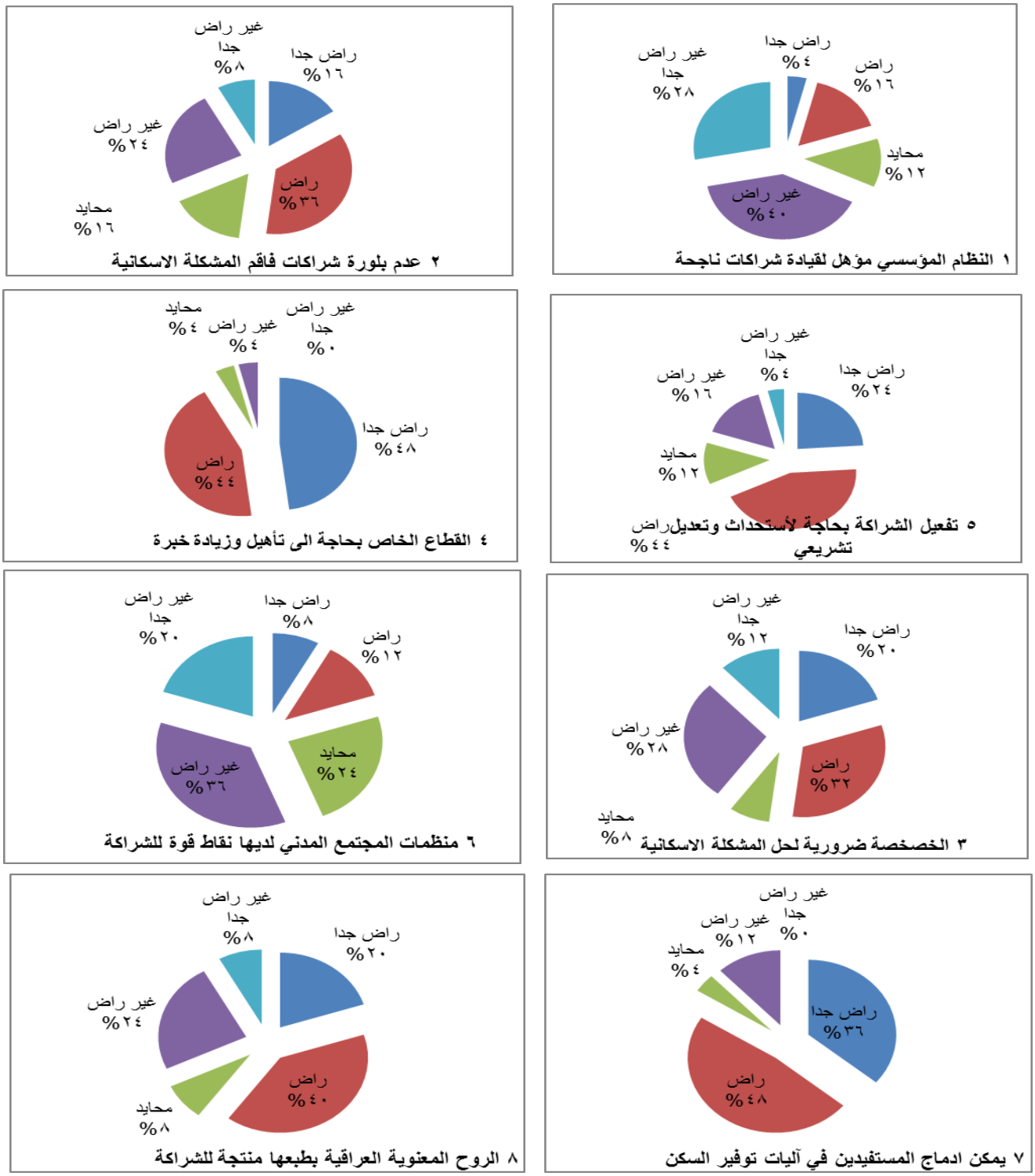
شكل (6) نتائج استبانة فئة القطاع الخاص. المصدر الباحث اعتمادا على جدول (4)



شكل (7) نتائج استبانة فئة المنظمات الغير الحكومية. المصدر الباحث اعتمادا على جدول (4)



شكل (8) نتائج استبانة فئة المستفيدين. المصدر الباحث اعتمادا على جدول (4)



شكل (9) نتائج استبانة فئة المختصين. المصدر الباحث اعتمادا على جدول (4)

ENGINEERING

College of Engineering University of Baghdad No.8 Vol. 23 August 2017

List of Contents

English Section: Page

Effects of Fuel Oil on the Geotechnical Properties of Clay Soil **1 - 12**
Mahdi Obaid Karkush
Zaineb Abdul Kareem

Assessment of Water Clarity within Dokan Lake Using Remote Sensing Techniques **13 - 28**
Hasti Shwan Abdullah
Mahmoud Saheh Al-Khafaji
Hekmat M. Ibrahim

Thermo Elastic Analysis of Carbon Nanotube-Reinforced Composite Cylinder Utilizing Finite Element Method with the Theory of Elasticity **29 - 45**
Hamad Mohammed Hasan

Production of Biofuels from Selected Cellulosic Waste materials **46 - 55**
Dr. Jathwa Abdul Kareem Ibrahim
Dr. Herb Adel
Marwan Hussien AbdAlameer

Experimental and Numerical Investigation of Hyper Composite Plate Structure Under Thermal and Mechanical Loadings **56 - 69**
Mohsin Abdullah Al-Shammri
Sahar Emad Abdullah

Rigid Trunk Sewer Deterioration Prediction Models using Multiple Discriminant and Neural Network Models in Baghdad City, Iraq **70 - 83**
Dr. Awatif Soaded Alsaqqar
Dr. Basim Hussein Khudair
Rehab Karim Jbbar

Development of an On-Line Self-Tuning FPGA-PID-PWM Control Algorithm Design for DC-DC Buck Converter in Mobile Applications **84 - 106**
Asst. Prof. Dr. Ahmed Sabah Al-Araji

E-ISSN 2520-3339

P-ISSN 1726-4073

Journal of Engineering

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

August
2017

Number 8

Volume 23

E-ISSN 2520-3339

P-ISSN 1726-4073

مجلة الهندسة

مجلة علمية محكمة تصدرها
كلية الهندسة ـ جامعة بغداد

اب
2017

العدد 8
المجلد 23

رقم الايداع في دار الكتب والوثائق ببغداد
2231 لسنة 2017

قائمة المحتويات

القسم العربي:

العنوان	الصفحة
اثر التحولات العمرانية الحديثة على المشهد الحضري لمراكز المدن التاريخية دراسة عمرانية للمركز التاريخي لمدينة النجف الأشرف *ا.م.د. صبيح لفته فرحان الزبيدي* *م. د. حسام ساجت عويد الدلفي*	**1 – 19**
دور منهج الشراكة في تيسير الاسكان في العراق *د. كاظم فارس ضمد العيساوي*	**20 - 44**