Theoretical and Experimental Investigation of Transient Temperature Distribution in Friction Stir Welding of AA 7020-T53

Dr. Muhsin Jaber Jweeg
Nahrain University/College of Engineering
Mechanical engineering department
muhsinnah_eng@nahrainuniv.edu.iq

Dr. Moneer Hameed Tolephih
Foundation of technical education
Technical College-Baghdad
monerht@yahoo.com

Muhammed Abdul-Sattar
Nahrain University/College of Engineering
Mechanical engineering department
m1976sjn@yahoo.com

Abstract:

Finite element modeling of transient temperature distribution is used to understand physical phenomena occurring during the dwell (penetration) phase and moving of welding tool in friction stir welding (FSW) of 5mm plate made of 7020-T53 aluminum alloy at 1400rpm and 40mm/min.

Thermocouples are used in locations near to the pin and under shoulder surface to study the welding tool penetration in the workpiece in advance and retreate sides along welding line in three positions (penetrate (start welding) , mid, pullout (end welding)).

Numerical results of ANSYS 12.0 package are compared to experimental data including axial load measurements at different tool rotational speeds (710rpm.900rpm.1120rpm and 1400rpm) Based on the experimental records of transient temperature at several specific locations of thermocouples during the friction stir welding process the temperatures are higher on the advancing side (629.2 ^{o}K) than the retreating side (605 ^{o}K) along welding line and temperature in the top of workpiece under tool shoulder is higher(645 ^{o}K) than bottom (635.79^{o}K). The results of the simulation are in good agreement with that of experimental results. The peak temperature obtained was 70% of the melting point of parent metal.

الخلاصة

موديل رياضي بطريقة العناصر المحددة استخدم لتمثيل التوزيع الحراري العابروفهم الظواهر الفيزياوية التي تحدث اثناء عملية الغرز (دخول) و حركة اداة اللحام في عملية اللحام بطريقة اللخلط الاحتكا ك لصفيحة من سبيكة الالمنيوم (7020-T53) بسمك 5 ملم عند(سرعة دورانية 1400rpm , سرعة خطية40mm/min). النتائج النظرية باستخدام (ANSYS 12.0)قورنت مع النتائج العملية متضمنة قياس الحمل العمودي عمليا لعدة سرع دورانية (710rpm،900rpm, 1120rpm،1400rpm)

في هذا العمل تم استخدام مزدوجات حرارية وضعت في مواقع قريبة من راس اداة اللحام (pin) وتحت (shoulder) لغرض دراسة عملية دخول وكيفية توزيع الحرارة على جانبي وتحت اداة اللحام و لثلاث مناطق من الصفيحة (منطقة الغرز ،وسط، نهاية اللحام (خروج اداة اللحام)).

بالاعتماد على النتائج العملية المسجلة للتوزيع الحراري العابر عند مواقع مختلفة للمزدوجات الحرارية على جانبي اداة اللحام خلال عملية اللحام الخلط الاحتكاك وجد ان درجة الحرارة في منطقة (629.2 ^{o}K advance) هي اعلى من منطقة (605 ^{o}K retreate) على طول خط اللحام كما ان الحرارة عند سطح العينة تحت (645 ^{o}K shoulder) هي اعلى من اسفل العينة (635.79^{o}K)،اقصى حرارة سجلت كانت 70% من درجة الانصهار للسبيكة الامنيوم .نتائج الموديل الرياضي كانت متوافقة مع النتائج العملية .

Keywords Friction stir welding, Transient temperature, Temperature distribution, FE-simulation, 7020-T53 Aluminum alloy.

Introduction:

Friction stir welding (FSW) is a relatively contemporary solid-state process introduced back in 1991 by TWI [1]. Based on its advantages, this welding procedure has become more popular recently. Some of these advantages include however, not limited to the following: low shrinkage and distortion, desired mechanical properties, producing less fumes, and ability in welding of alloys otherwise difficult with other melting procedures, alloys such as 2xxx and 7xxx series of aluminum [2]. It could safely be stated that most if not all abovementioned advantages are due to the fact that the generated heat produced by the process remains below melting temperature of the metal. Consequently, undesired parameters resulted from typical welding processes will not materialize. Some of these parameters are solidification cracking, liquidation cracking, and porosity.

Friction stir welding fundamental is depicted in Fig. 1. In this procedure, two plates are firmly clamped on the backing plate. Spinning tool slowly lowers into the connecting plates until tool shoulder touches the upper surfaces of the plates. While spinning, the moving displaces forward on the piece and this causes heat due to the friction between them. The tool starts to move after pausing for warm-up of the plates. While forward moving, the tool forges the materials by spinning and as result, a strong connection will take place between the plates. In some cases, in order to provide more effective forge due to better string of the materials, the tool is somewhat angled from its vertical position.

There are many variations in the process of FSW that makes it difficult to conduct a thrill investigation. Major, independent variables are: rotational speed of the tool, tool advancing speed, magnitude of downward force to hold the touch between tool and piece steady, tool geometry, and tilt angle and type of material (thermophysical properties). These variables affect heat distribution as well as residual stress and
mechanical properties of the connection. A portion of the generated heat disseminated through work piece, will affect distortion, residual stress distribution as well as weld quality of the piece. Chao et al. [4] investigated the variations of heat energy and temperature produced by the FSW they point that only about 5% of the heat generated by the friction process flows to the tool and the rest flows to the work piece.

They formulated a boundary value problem for tool and workpiece in order to study the heat transfer in friction stir welding. They determined the frictional heat flux from the measured transient temperature fields obtained in the finite element analyses.

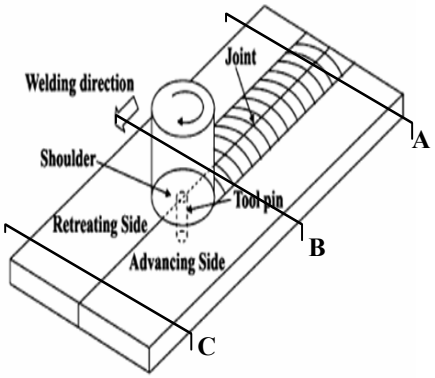


Fig. 1 Schematic illustrations of the friction stir welding process [3].

Schmidt et al. [5] proposed a general analytical model for heat generation based on two contact conditions at the tool/matrix interface, namely full sliding and full sticking condition. Mandal et al. [6] provided a theoretical framework for developing a thermo-mechanical hot channel approach for augmenting the FSW process. Song et al. [7] used a three dimensional heat transfer model to predict the temperature distributions in FSW. They assume that heat generated at the tool shoulder/work piece interface is frictional heat and the plastic strain is negligible. Zhang et al. [8–10] used the two- and three-dimensional thermo-mechanical model to analyze the material flows, temperature history and mechanical features in the FSW process. Nandan et al. [11, 12] have modeled a Three-dimensional visco-plastic flow of metals and the temperature fields in friction stir welding of 6061 aluminum alloy and 304L austenitic stainless steel.

Chen and Kovacevic [13] used a three-dimensional model based on finite element analysis to study the thermal history and thermo-mechanical process in the butt-welding of aluminum alloy 6061-T6. Their model was symmetry along the weld line and incorporated the mechanical reaction of the tool and thermo-mechanical process of the welded material [14, 15].

Peel et al. [16] reported the results of micro-structural, mechanical property, and residual stress investigations produced under varying conditions. They concluded that the weld properties were dominated by the thermal input rather than the mechanical deformation by the tool. Also, it was found out that the weld zone in FSW is in tension in both the longitudinal (parallel to tool travel) and transverse (perpendicular to tool travel) directions.

A simple three-dimensional thermomechanical model for friction stir welding (FSW) is presented. It is developed from the model proposed by Heurtier et al. (2006) [17] based on a combination of fluid mechanics numerical and analytical velocity fields. Mohamed assidi [18] used simplified numerical models and approaches the recent development of more accurate 3D simulation software which allows modeling the entire complexity of the FSW process , makes it possible to follow a much more rigorous inverse analysis (or calibration) approach ,FSW trials are conducted on an Al 6061 aluminum plate with an unthreaded concave tool. Force and tool temperature are accurately recorded at steady welding state for different welding speeds, the numerical simulations were based on an Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) formulation that has been implemented in the Forge3 F.E. Software.Mohammad R. [19] investigated; three-dimensional numerical simulation of friction stir welding concerning the impact of tool moving speed in relation with heat distribution as well as residual stress.

Objective of this study was to predict numerical transient temperature distribution in Al7020-T53 plates that were welded by friction stir welding method for advancing speed of 40mm/min and rotational speed of 1400rpm. The model chosen for this task was the thermal model developed by Nandan [12] for FSW of aluminum alloy. The developed model was validating according experimental thermocouples data recorded; the thermal model was used to simulate the process. The model was then extrapolated to perform parametric studies in order to investigate effects of various process parameters on temperature distribution in the workpiece.

Model Description:

The welding process is shown in fig. (1) where travel speed is 40mm/min and rotational speed 1400rpm. The friction stir welding tool was fabricated from a tool steel labeled as X12M [20](density ρ=7800kg/m^3,specific heat C_p=500J/ kg.^{o}C and thermal conductivity k=40W/m.^{o}C) and is heat treatment includes heating the metal to 1020C^o for 30 min and then air cooling to room temperature. The tool had a concaved shoulder (2^o), while the cylindrical tool pin has a right hand threads of (1)mm pitch with a round bottom .the overall height of the pin is (4.7mm), made slightly shorter than the sheet thickness with shoulder diameter (18mm) and pin diameter (6mm) as shown fig.2.

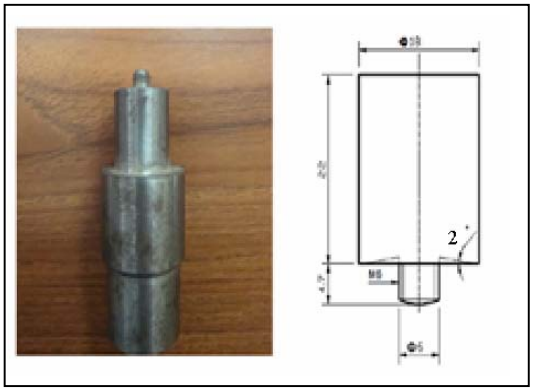


Fig. 2 the configuration of the tool used

The welded plate are AA 7020-T53 Al alloy, each is in rectangular shape with a size of (153*95*5 mm). The tool is considered a rigid solid, and the work piece is considered a ductile material characterized with elasticity, plasticity and kinetic hardening effect. The temperature-dependent properties of 7020-T53 Al alloy at various temperatures are given in table (1) [21], a piece of this alloy was analyzed to find its chemical composition by Spectro device in Specialized Institute for Engineering Industries (SIEI), table (2) shows the chemical composition.

The FSW process is divided into the following three phases: (a). the penetration phase, (b). the welding phase and (c). the tool pull-out phase. The heat is generated due to friction and plastic deformation at the tool and work piece interface during the process. During the welding period, the tool is moving at constant travel speed (40mm/min) and rotating speed (1400rpm) along the joint line.

Table 1: Thermal material properties of AA 7020-T53 Al alloy [21]

Temp.(k)	ρ(kg/m^3)	C_p (J/Kg k)	K(W/m.K)
300	2780	875	148
373	2770	910	159
473	2755	960	164
573	2740	980	173
673	2720	1040	182
733	2700	1100	196

Table (2) Chemical composition of AA 7020-T53

Si	Fe	Cu	Mn	Mg
0.166	0.256	0.142	0.111	1.29
Ni	Zn	Ti	Be	Pb
0.0037	4.61	0.0424	0.00062	0.0066
V	Zr	Al	Cr	Sn
0.0081	0.140	balance	0.213	≤0.0010

ANSYS® 12.0 was used for numerical simulation of friction stir welding process the thermal and mechanical responses of the material during friction stir welding process are investigated by finite element simulations. The finite element models are parametrically built using APDL (ANSYS Parametric Design Language) provided by ANSYS® [23]. Non-linearity of this model is because of the material nonlinearity.
Material nonlinearities occur because of the nonlinear relationship between stress and strain; that is, the stress is a nonlinear function of the strain. Non-linear relations appear because of temperature dependent mechanical properties [22].

Thermal Model:

The purpose of the thermal model is to calculate the transient temperature fields developed in the workpiece during friction stir welding.
In the thermal analysis, the transient temperature field T which is a function of time t and the spatial coordinates (x,y,z), is estimated by the three dimensional nonlinear heat transfer equation (1).

$$\left(\frac{\partial}{\partial}(k_x(T)(\frac{\partial T}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial}(k_y(T)(\frac{\partial T}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial}(k_z(T)(\frac{\partial T}{\partial z})\right)+$$

$$Q_{\text{int}}=\frac{\partial(c(T)\rho(T)T}{\partial t} \quad (1)$$

where k(T) is the coefficient of thermal conductivity , Q_{int} is the internal heat source rate, cp(T) is the mass-specific heat capacity, and ρ(T) is the density of the materials. The heat transfer model developed for the thermal analysis is described in the following section.

Assumptions: A number of assumptions have been made in developing the finite element thermal model, which includes:

- Workpiece material is isotropic and homogeneous.
- No melting occurs during the welding process.
- Thermal boundary conditions are symmetrical across the weld centerline.
- Heat transfer from the workpiece to the clamp is negligible.
- Two symmetry planes are applied on lateral sides of the workpiece.

Elements Used In the present thermal analysis, the workpiece is meshed using a brick element called SOLID70. The element is defined by eight nodes with temperature as single degree of freedom at each node and by the orthotropic material properties.

Boundary Condition
Boundary condition for FSW thermal model were specified as surface loads through ANSYS® codes. Assumptions were made for various boundary conditions based on data collected from various published research papers [24, 25]. Convective and radiative heat losses to the ambient occurs across all

free surfaces of the workpiece and conduction losses occur from the workpiece bottom surface to the backing plate. To consider convection and radiation on all workpiece surfaces except for the bottom, the heat loss q_s is calculated by:

$$q_s=\beta (T-T_o) + \varepsilon F\sigma(T^4-T_o^4) \quad (2)$$

where T is absolute temperature of the workpiece, T_o is the ambient temperature, β is the convection coefficient, ε is the emissivity of the plate surfaces, and σ= 5.67×10-8 W/m2 °K4is the Stefan-Boltzmann constant. In the current model, a typical value of was taken to be 30 /2K at ambient temperature of 300 K [30]and was taken to be (0.5) for aluminum alloy F is radiation view factors (F=1). In order to account for the conductive heat loss through the bottom surface of weld plates, a high overall heat transfer coefficient has been assumed. This assumption is based on the previous studies [4, 26]. The heat loss was modeled approximately by using heat flux loss by convection q_b given by ;

$$q_b=\beta_b (T-T_o) \quad (3)$$

where β_b is a fictitious convection coefficient. Due to the complexity involved in estimating the contact condition between the welded plate and the backing plate, the value of β_b had to be estimated by assuming different values through reverse analysis approach. In this study, the optimized value of β_b was found to be (100-300) w/cm^2℃.

The heat transfer coefficient at the bottom face depends on the local temperature and is given by following relation [31]:

$$\beta_b = \beta_{bo}(T - T_o)^{0.25} \quad (4)$$

Where β_{bo} is the heat transfer parameter for the bottom surface.

Figure (3) shows the schematic representation of boundary conditions that were used for thermal analysis.

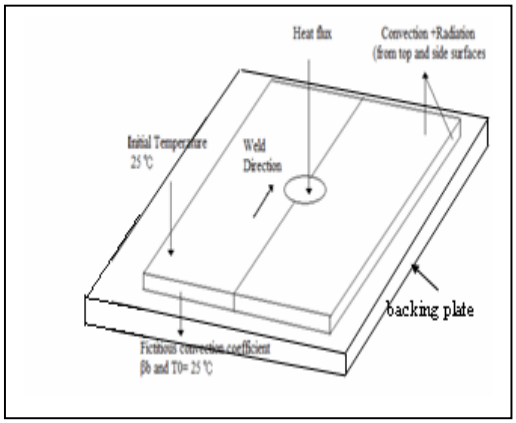


Fig. 3 Schematic representation of boundary condition for thermal analysis

Heat generation during friction-stir welding arises from two main sources: deformation of the material around the tool pin and the friction at the surface of the tool shoulder. A major difficulty is determining suitable values for the friction coefficient. The conditions under the tool are both extreme and very difficult to measure. To date, these parameters have been used as 'fitting parameters' where the model works back from measured thermal data to obtain a reasonable simulated thermal field. While this approach is useful for creating process models to predict, for example, residual stresses it is less useful for providing insights into the process itself. Mathematical approximations for the total heat generated by the tool shoulder may be used to compensate for deformation heat generation; this could be done by an adjusting coefficient of friction. Friction is a complex physical phenomenon that depends on parameters like material, surface roughness, lubrication, temperature and pressure. The effects of friction in metal forming simulations are commonly accounted for by Coulomb friction models [27]. Assuming slipping conditions, the friction coefficient is adjusted in order to calibrate the model. A wide range of published values for friction coefficient is within 0.3-0.85 [28], which reflect the experimental conditions.
Total frictional heat of shoulder at rubbing angular speed of$(1-\delta)\omega$, will be:

$$Q_s = \frac{2}{3}\pi(1-\delta)\omega\mu PR_s \quad (5)$$

where Q_s heat generation by shoulder, ω rotational speed rps, μ coefficient of friction, P pressure , R_s radius of shoulder and δ is the slip factor that

compensate for tool/material relative velocity. Typical values for slip factor found in literature ranges between 0.6, 0.85 [29].

In similar concept, heat generated by lateral surface of the pin is:

$$Q_p = 2\pi(1-\delta)\,\omega\,\mu\,P L_p\,R_p^2 \qquad (6)$$

where Q_p heat generation by pin surface, ω rotational speed rps , μ friction coefficient, P axial pressure N/m2, L_p pin length and R_p pin radius

Total frictional heat generated by the tool is the summation of equations (5) and (6) which is:

$$Q_T = 2\pi(1-\delta)\omega\mu P\left((R_s^3/3) + L_p\,R_p^2\right) \qquad (7)$$

During the process the tool travels at a constant speed (V_t). This motion was simulated by changing heat source location, as shown in figure (4), according to the following equation:

$X_{i+1} = X_i + V_t\,\Delta t$ for $L_i \le X \le L_w$

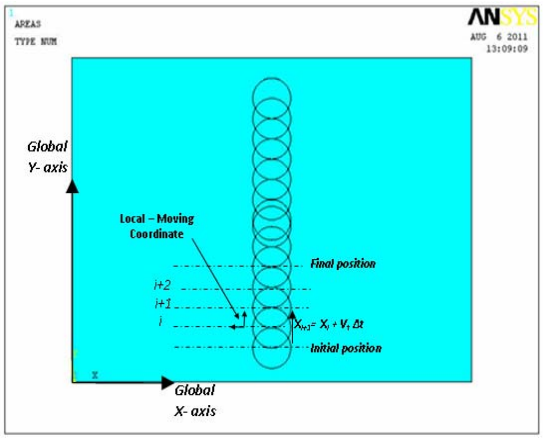


Fig. 4 Modeling of Heat Source Movement at Different Time Steps.

Where Δt is the time required for the tool to travel from location X_i to X_{i+1}, (i.e. element size) and V_t is the tool traveling speed.

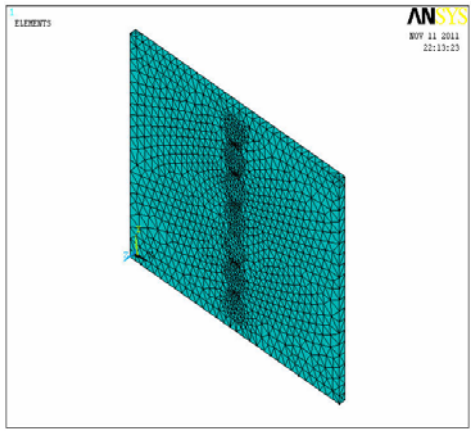


Fig. 5 Finite Element Model and Mesh.

The finite element equation after applying boundary condition can be expressed in matrix form[;

$$T^e(x,y,z,t) = [N(x,y,z,t)]\{T^e\} \qquad (8)$$

$$[N(x,y,z)] = [N_i(x,y,z)\quad N_j(x,y,z)\ N_p(x,y,z)\ ] \qquad (9)$$

$$\{T^e\} = \begin{Bmatrix} T_i(t) \\ T_j(t) \\ Tp(t) \end{Bmatrix} \qquad (10)$$

$$\frac{\partial T^e}{\partial x} = \left[\frac{\partial N_i}{\partial x}\frac{\partial N_j}{\partial x}\frac{\partial N_p}{\partial x}\right]\{T^e\} \qquad (11)$$

$$\frac{\partial}{\partial T_m}\left(\frac{\partial T^e}{\partial x}\right) = \frac{\partial N_m}{\partial x} \qquad (12)$$

$$\frac{\partial T^e}{\partial T_m} = N_m \qquad (13)$$

$$\frac{\partial T^e}{\partial t} = [N]\{\dot{T}\} \qquad (14)$$

Where

$$\left\{\dot{T}^e\right\} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial T_i}{\partial t} \\ \frac{\partial T_j}{\partial t} \\ \frac{\partial \dot{T}_p}{\partial t} \end{Bmatrix} \qquad (15)$$

$$[k]\{T\}+[\dot{k}]\left\{\dot{T}\right\}=\{F\} \quad (16)$$

Where

$$[k]=\sum_{e=1}^{ne}\left[[k_1{}^e]+[k_2{}^e]\right] \quad (20)$$

$$\left[\dot{k}\right]=\sum_{e=1}^{ne}\left[k_3{}^e\right] \quad (21)$$

And

$$\{F\}=\sum_{e=1}^{ne}\{F^e\} \quad (22)$$

The expression for K_1, K_2, K_3 and F can be stated using matrix notation

$$[K_1]=\iiint_v [B]^T[D][B]dv \quad (23)$$

$$[K_2]=\iiint_s h[N]^T[N]dS \quad (24)$$

$$[K_3]=\iiint_v \rho c[N]^T[N]dv \quad (25)$$

$$\{F^e\}=\int_{ve} Q[N]^T dv+\int_{s_2e} hT_\infty[N]^T ds_2-\int_{s_3e} q[N]^T ds_3 \quad (26)$$

$$D=\begin{bmatrix}K_x & 0 & 0\\ 0 & K_y & 0\\ 0 & 0 & K_z\end{bmatrix} \quad (27)$$

$$[B]=\begin{bmatrix}\frac{\partial N_1}{\partial x} & \frac{\partial N_2}{\partial x} & \frac{\partial N_3}{\partial x} & \cdots & \frac{\partial N_8}{\partial x}\\ \frac{\partial N_1}{\partial y} & \frac{\partial N_2}{\partial y} & \frac{\partial N_3}{\partial y} & \cdots & \frac{\partial N_8}{\partial y}\\ \frac{\partial N_1}{\partial z} & \frac{\partial N_2}{\partial z} & \frac{\partial N_3}{\partial z} & \cdots & \frac{\partial N_8}{\partial z}\end{bmatrix} \quad (28)$$

N_1, N_2, N_3….. N_8 are shape functions is natural coordinate system for brick element.

$$N_i=\frac{(1+\xi\xi_i)(1+\eta\eta_i)(1+\zeta\zeta_i)}{8} \quad (29)$$

With $\xi_i, \eta_i, \zeta_i = \pm 1$ and i=1,2,3…..8

Simulation

The thermal modeling was carried out in transient thermal analysis. Its main features are an Arbitrary Lagrangian Eulerian (ALE) formulation. To build the model a title was specified for the analysis and preferences were set for the options to display (thermal). Then ANSYS preprocessor (PREP7) was used to do these tasks:

- Define element types and options.
- Define material properties.
- Create model geometry.
- Mesh the model geometry.

The transient analysis was managed either by defining multiple load steps (for stepped or ramped boundary conditions) or by using a single load step and tabular boundary conditions (for arbitrary time-varying conditions) with an array parameter to define the time points. To use the load step method, this procedure was followed:

- Specify the time at the end of the load step.
- Specify whether the loads are step or ramp.
- Specify the load values at the end of the load step.
- Write information to a load step file.
- Repeat these steps for the next load step, and so on until finishing all load step data.
- Since the problem involves nonlinear analysis, full Newton-Raphson option was used to solve the nonlinear equations.

Force and temperature measurements:

Experiments are conduct under different welding rotational ,four cases are considered with differing tool rotational speeds (710rpm,900rpm,1120rpm and 1400rpm) a component dynamometer based on load cell (SEWHA,2000kg capacity, R.O:2.0008mV/V) is used for measuring the vertical force during the FSW process for penetration time 60sec after that tool is moved with constant travel speed. This load cell for vertical force measurement is fixed on the rotating tool, and transmitter is used for transmitting the analog force data to the weight indicator capacity (2000kg) (SEWHA, SI4010) fig. (6) and fig. (7) Show the vertical force measured from FSW process for different tool rotational speed. The sampling frequency of data for force measurement is 10Hz.

Fig.6 Vertical load cell measuring sensors.

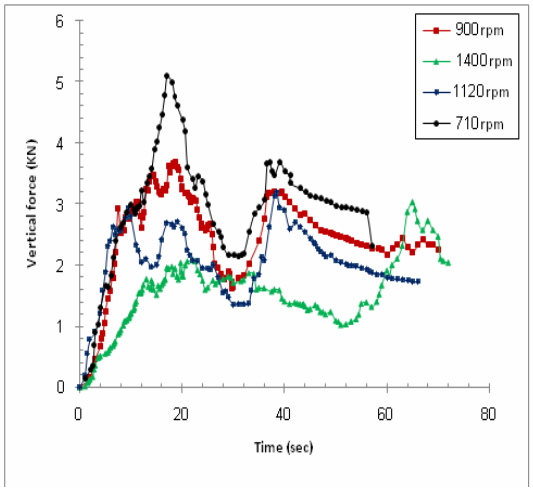


Fig. 7 Vertical force penetration of tool on the workpiece during the FSW process.

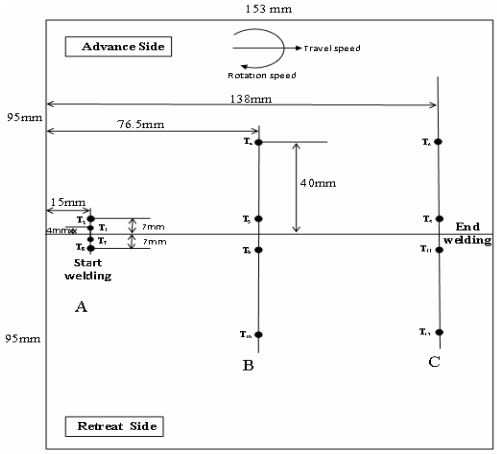


Fig. 8 thermocouple positions on the workpiece

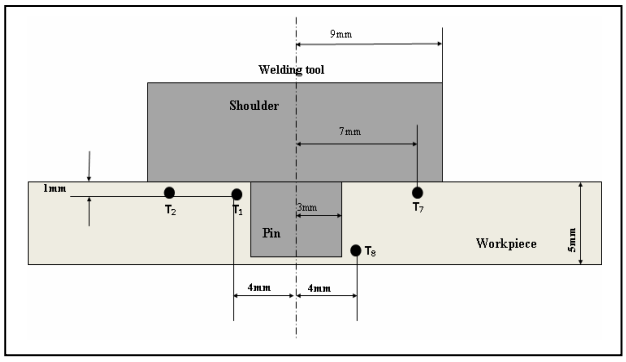


Fig. 9 Thermocouples position at tool penetration on workpiece at section A-A.

Fig. 10 Temperature recorder and hole drill thermocouple position on workpiece.

the plates are prepared to measure the temperature at (12 locations using k type thermocouples at three sections (A, B and C) as shown in fig.(1) calibrated in central organization for standardizon quality control, The locations of thermocouples in the workpiece are shown in fig.(8). Thermocouples connected to the 12 channels reader, Transient temperatures are recorded in the 12channels during FSW process; thermocouples are attached to SD card data logger temperature recorder (BTM-4208SD), range (-100 to 1100 ^{o}C).

For section (A) in fig. (8), four thermocouples (channels 1, 2, 7 and 8) are located in heat affected zone (HAZ) for (channels 2 and 7 in advance and retreat side respectively) and the other thermocouples (channels are located in nugget zone NZ) as shown in fig. (9).

Results and discussion:

During the penetration phase, the rotating tool pin penetrates into the workpiece until the tool shoulder comes in contact with the workpiece. The penetration speed is chosen to be (0.0783mm/sec) in the model, and the corresponding penetration time is approximately (80sec).

convection heat transfer coefficient with backing plate ($300W/m^2k$) , convection heat transfer coefficient($30W/m^2k$), ambient and initial temperature (T_o=293K), slip factor (δ=0.6), friction coefficient (μ=0.41), (axial load=2kN) , Heat generation(Q=331watt) used as input welding parameters in the finite element calculation with their corresponding vertical force in the workpiece predicted in fig.(7) the plasticization of material under the tool increases with increasing rotational speed and with decrease in tool traverse speed resulting the reduction of vertical force.

The finite element simulation couples the moving tool with the workpiece and also considers the thermal effect of the initial tool pin penetration before start of the weld

Fig. (11) Present cross-sectional views of the calculated temperature contours in the workpiece and tool at different time during the penetration. This figure graphically illustrates the temperature history of the workpiece and the tool during the pin penetration. The highest temperature is observed in the centre of the weld region extending down from the crown surface to the probe root side, since the rotation of the shoulder and the probe (pin) contributes the highest heat flux in this region. The relatively higher heat dissipation through the contact surface between the welded plate and the backing plate as compared with the top surface the top surface of the plate causes the temperature contour in the weld nugget area the follow a "V" shape .This is because of the relatively higher convection coefficient at the bottom surface of plate as compared with the top surface. It is believed that the described "V" –type distribution of the temperature in the weld zone contributes to the grain coarsening in the TMAZ and the HAZ.

Fig. (12) and fig. (13) show the experimentally thermocouples reading and FEM result for (channel T1) that located 4.5mm from joint line and at (channel T8) located 1mm in the bottom of workpiece as shown in fig.(9).

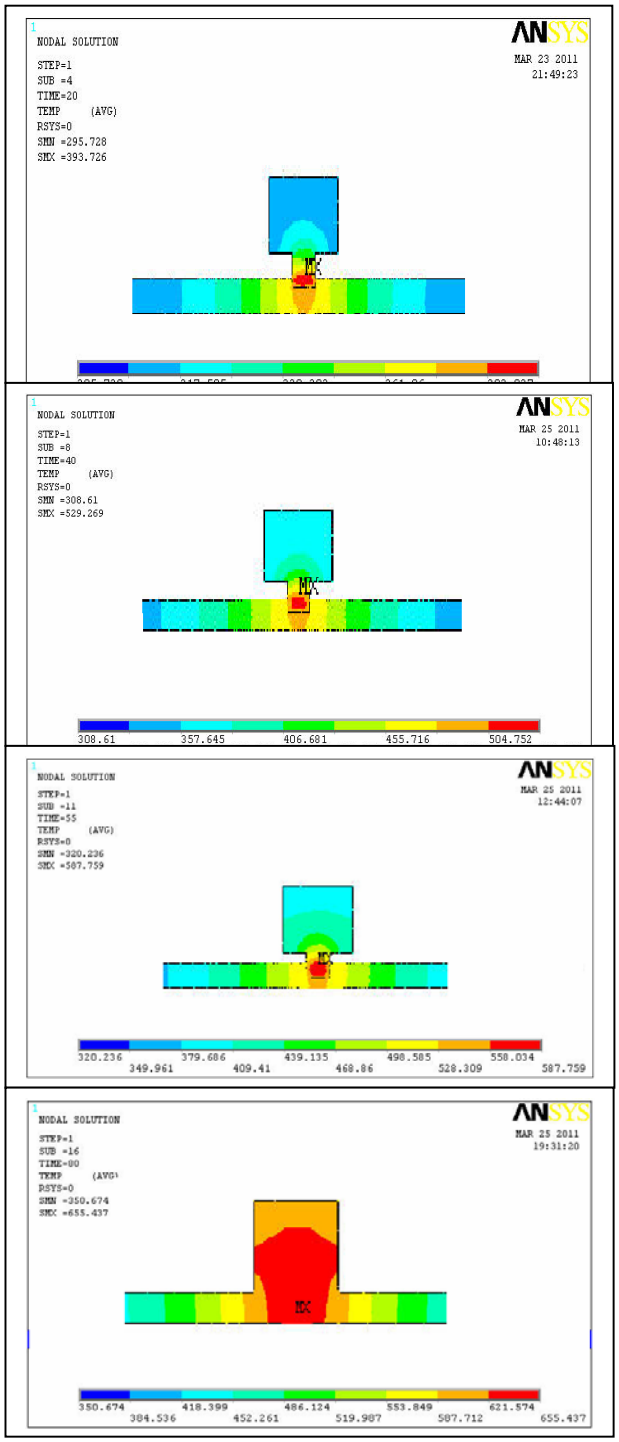


Fig. 11 Temperature-Time history for tool and workpiece during tool pin penetration (V_t=40mm/min,ω=1400rpm)

Fig. (14) shows the effect of thermocouple position where (T1) at the top and (T8) at the bottom, (T1; 645 ^{o}K) is higher than (T8; 635.79^{o}K), initially T1 increase with pin penetrate in the work piece while the pin continue of penetrate action T8 sense increasing in temperature but T1 still higher than T8 due to contact of shoulder which increased the temperature that increase by stirring and friction around the pin.

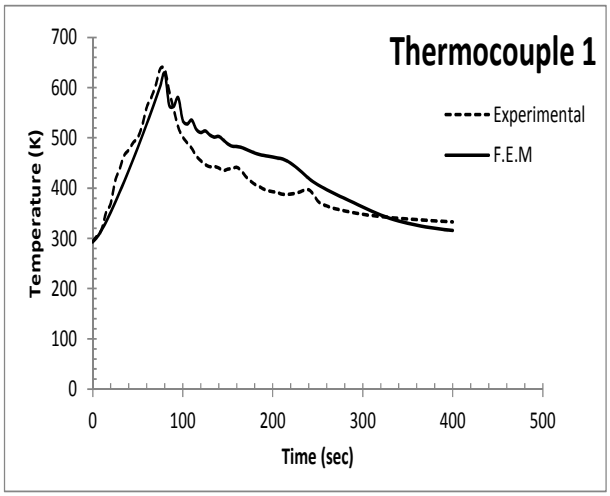


Fig. 12 Comparison of the modeled and measured temperature history for thermocouple T1

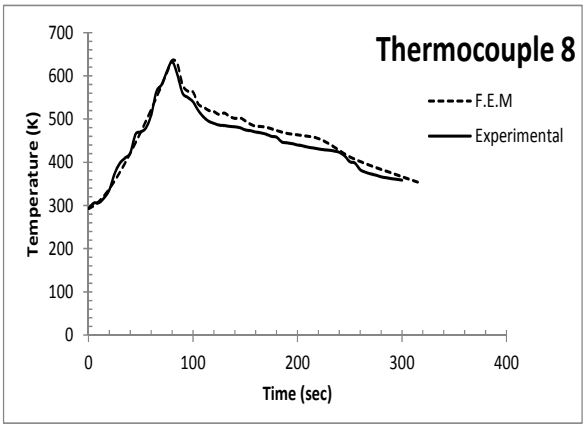


Fig. 13 Comparison of the modeled and measured temperature history for thermocouple T8

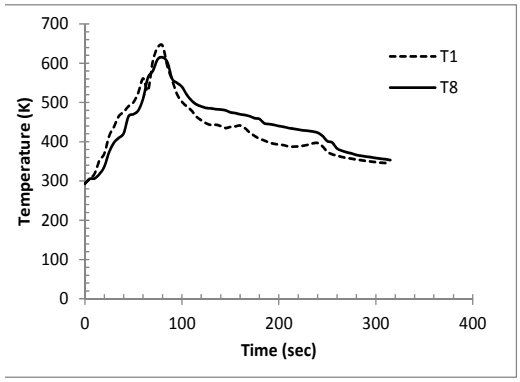


Fig. 14 Comparison measured temperature history for thermocouple location 4mm from joint line at top (T1) and bottom (T8)

Fig.15; shows temperature recorded by thermocouple T2(629K) in advance side at location 7mm from joint centre line fig.(9), in retreate side thermocouple T7(605K) at location 7mm from joint centre line fig.(9). Experimentally result shows the temperature in advance side is higher than retreate side because material flow and plastic deformation around tool moving from advance side to retreate side additional to friction heat under the shoulder that gives higher temperature the computational results show that the material flows on the retreating and the front sides are higher. So, the slipping rates on the retreating and the front sides are lower than the ones on the trailing and advancing sides. This is the reason that the heat fluxes on the trailing and the advancing sides are higher, which leads to the fact that the temperatures are higher in this region for both thin plates [32].

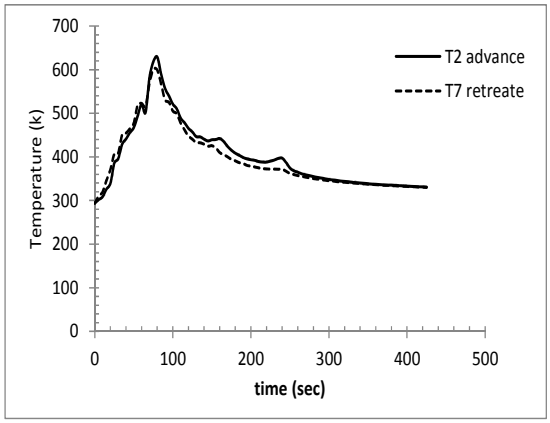


Fig. 15 shows thermocouples measured value in advance T1 and retreate side T7 at section A-A

Fig.16 shows the maximum temperature while the tool ending the penetration (80sec) ,shoulder is in contact with the surface of workpiece so that in section A-A thermocouple T1 in advance side at location 4mm from joint centre line recorded maximum temperature (645K), thermocouple T2 in advance side at location 4mm from joint centre line recorded maximum temperature (637K) and thermocouple T7 in advance side at location 4mm from joint centre line recorded maximum temperature (605K) it noticeable that temperature difference along two sides (advance and retreate) of welding centre line, but in simulation the temperature is symmetric along welding centre line at each side [31] .

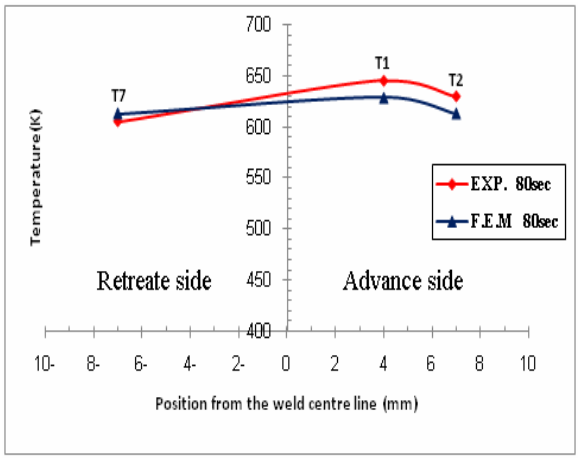


Fig. 16 comparison of simulated and measured temperature along transverse direction at section A-A (end of penetration)

Fig. (17); shows numerical simulation of the temperature history at 7mm along welding line in advance side where (TEMP-2) at section A-A with time 80sec welding tool ending penetration phase (dwell), (TEMP-3) at section B-B with time 160sec welding tool at mid position of welding line and (TEMP-5) at section C-C with time 240sec welding tool pullout at end of welding line.

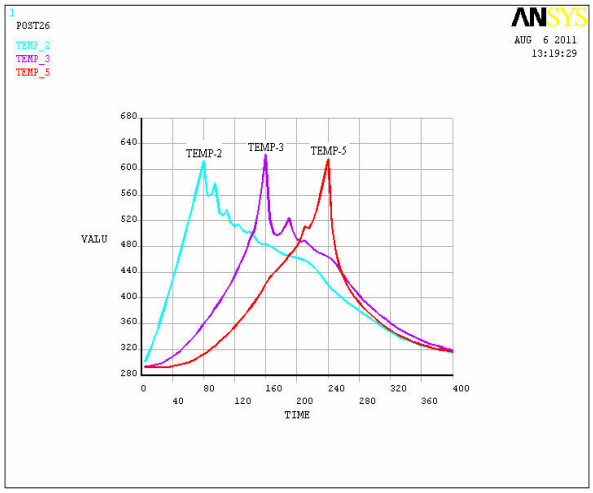


Fig.(17) Temperature-time profile for F.E.M value at location 7mm from joint line in advance side (V_t=40mm/min, ω=1400rpm)

Fig. (18) Shows a comparison of experimental value and F.E modeled value for thermocouple T3 at section B-B while the tool traveled at mid position along tool movement in welding line at time 160sec.

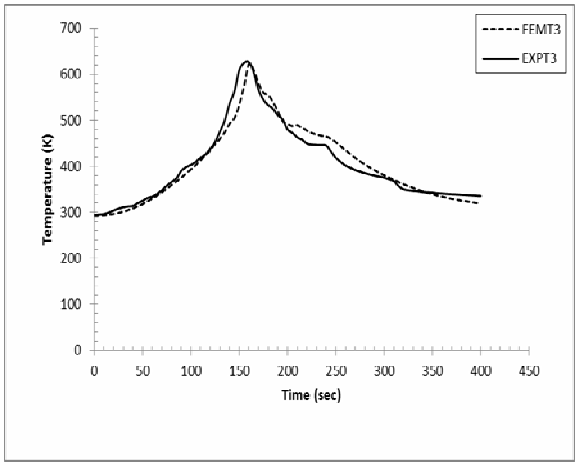


Fig. 18 Comparison of the modeled and measured temperature history for thermocouple T3 location 7mm from joint line on advance side in section B-B

Fig. (19) Shows comparison of experimental value and F.E modeled value for thermocouple T5 in section C-C while the tool traveled at end welding line at time 240sec.

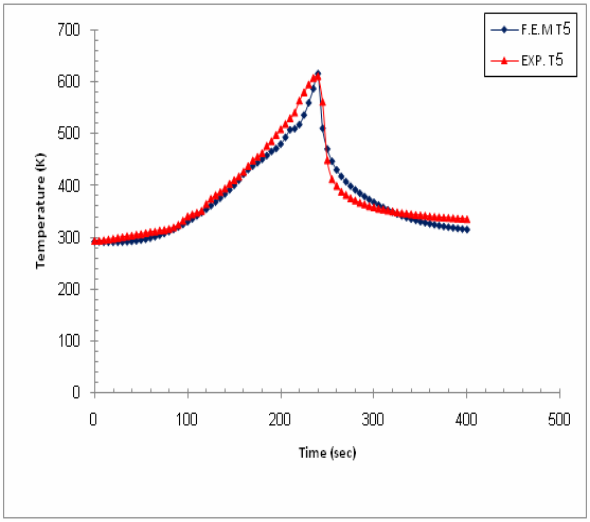


Fig. 19 Comparison of the modeled and measured temperature history for thermocouple T5 location 7mm from joint line on advance side in section C-C.

Fig. (20) shows modeling temperature contour distribution when the tool moving along welding line at mid position of the workpiece at time 160sec ,the temperature distribution effected by heat conduction between the work piece with fixture and by convection, radiation ambient travel speed also has influence on temperature distributions travel speed and rotating speed on transient temperature distribution.

Fig. (21) shows finite element modeling of the distribution of temperature in the transverse direction of welding line in the section B-B when welding tool at mid position of workpiece and according to assumption symmetric value in advance and retreate side T_{max}=642K for (1400rpm-40mm/min.

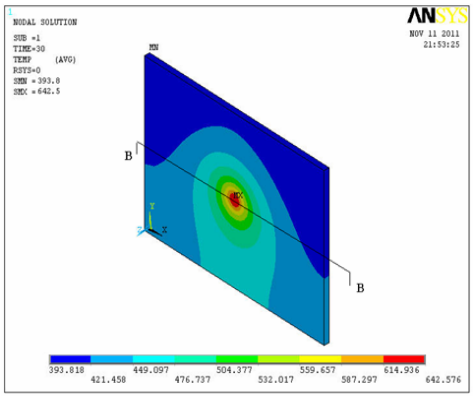


Fig. 20 temperature gradient contour in the top surface of the workpiece at the movement the tool moves to the middle point of the plate (ω=1400rpm and V_t=40

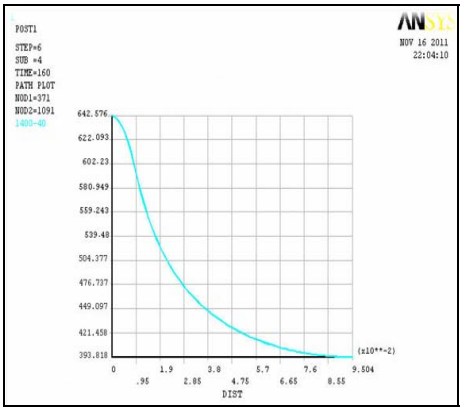


Fig. 21 Finite element temperature distribution in mid position in work piece sec B-B in direction perpendicular to welding line at welding parameter (ω=1400rpm and

Fig. (22) shows temperature modeled and measured at section B-B when tool position at mid welding line with time 160sec, thermocouples T3, T4 in

advance side and T9, T10 in retreate side (the letter T refer to thermocouple number and position), the thermocouples placed at depths 0.5mm below the top surface thermocouple reading shows temperature in advance (T3=626.6K) is larger than retreate side (T9=609.1K).

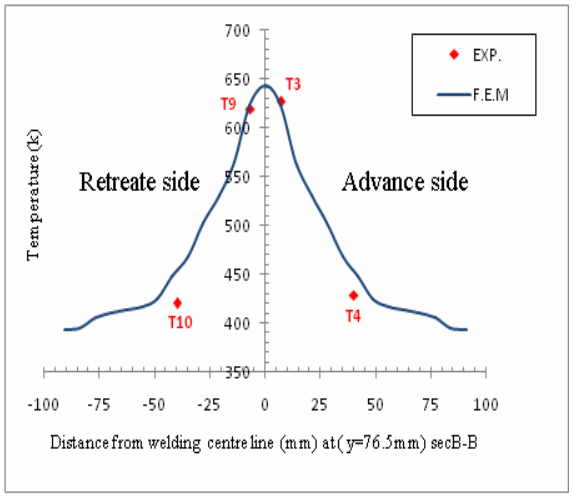


Fig. 22 comparison of F.E.M value and measured temperature distribution of along transverse direction welding line at sec.B-B (ω=1400rpm and V_t=40 mm/min).

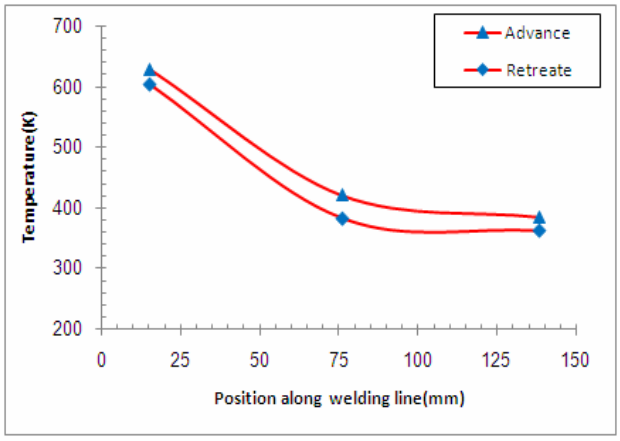


Fig.23 Measured temperature along welding line at starting tool moving (80sec) (V_t=40mm/min, ω=1400rpm)

Fig. (23), fig.(24) and fig.(25) show thermocouples measured temperature when tool moving along welding line at three position start, mid and end moving figures show the difference reading between advance side and retreating side.

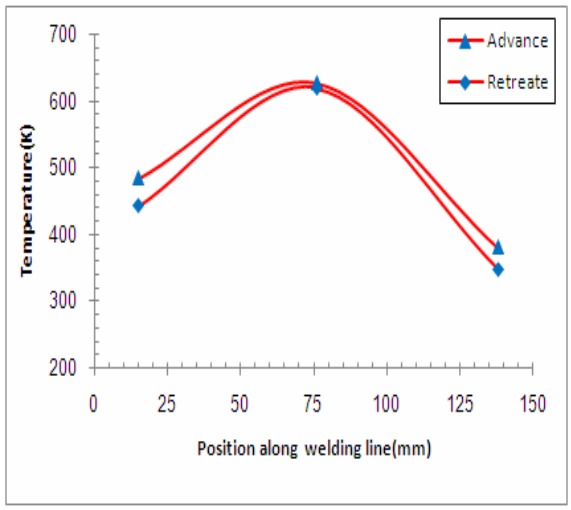


Fig. 24 Measured temperature along welding line at mid tool moving (160sec) (V_t=40mm/min, ω=1400rpm)

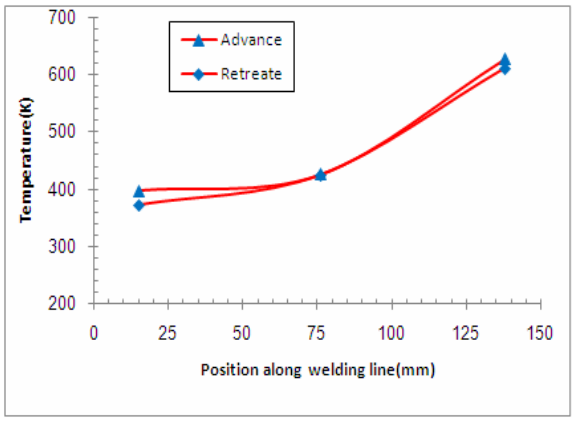


Fig. 25 Measured temperature along welding line at end tool moving (240sec) (V_t=40mm/min, ω=1400rpm)

Fig.26 and fig.27 shows temperature contours when penetration of welding tool in the workpiece, temperature increases with increase tool penetration with two stages: first stage when tool pin penetrate into the workpiece when the tool moving axially with constant axial speed and second stage when tool shoulder contact with workpiece in this time end dwell and then the welding tool moving at constant travel speed 40mm/min. A figure shows that the maximum temperature gradient happens in the region formed by the edge of the shoulder. This event is attributed to the fact that the highest heat generation in this region and the highest heat

radiation and convection dissipations of the region occur just beyond the shoulder edge [25].

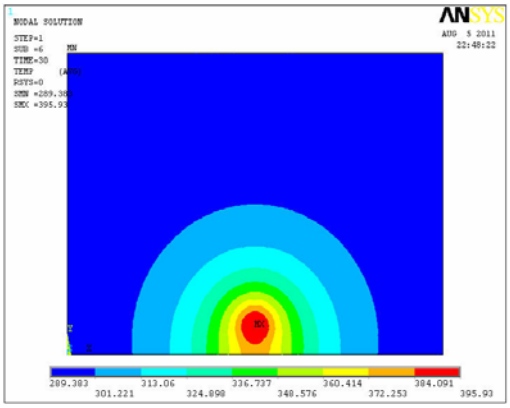


Fig.26 Temperature Distribution at time 30 sec (Dwell)

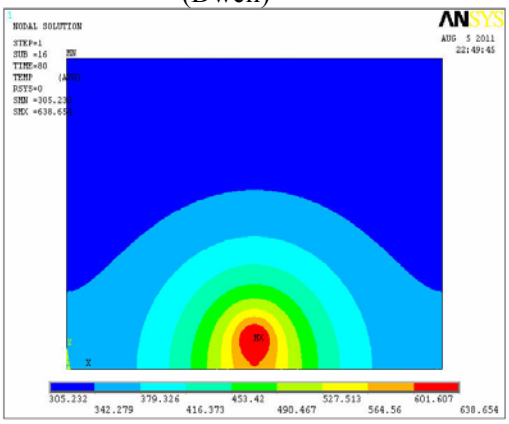


Fig.27 Temperature Distribution at time 80 sec (end of Dwell)

Fig.28 to fig.32 shows thermal distribution when the tool penetrates in workpiece (beginning the welding process) at time 80sec, then start moving of the tool along welding line to mid position of the workpiece at time 160sec and the end position of welding tool at time 240sec after that welding tool pullout from workpiece and then work piece cooled as shown in

fig.31. The temperature distribution effected by heat conduction between the work piece with fixture and by convection, radiation ambient travel speed also has influence on temperature distributions increase travel speed decrease temperature history [25].

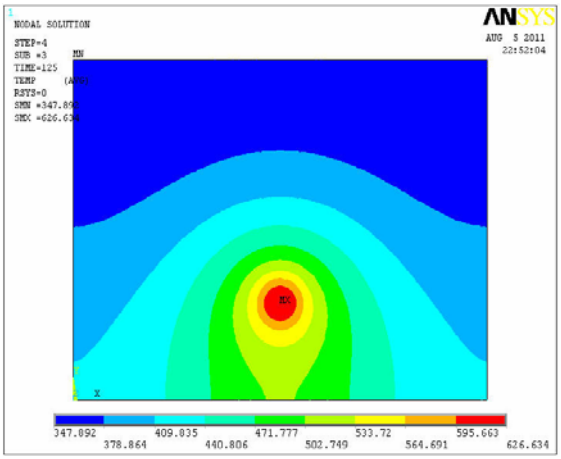


Fig.28 Temperature Distribution at time 125 sec (welding tool moving along welding line)

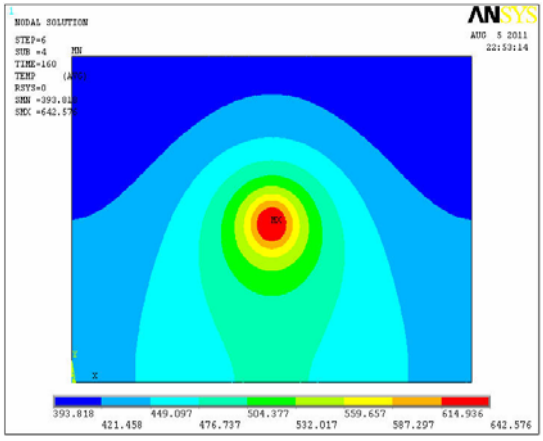


Fig.29 Temperature Distribution at time 160 sec moving welding tool at mid position of welding line

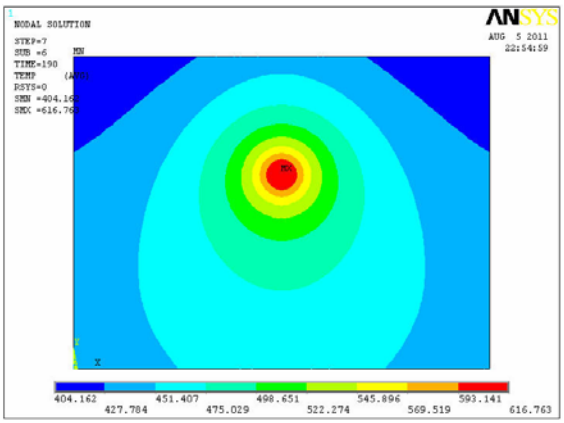


Fig.30 Temperature Distribution at time 190 sec (welding tool moving along welding line)

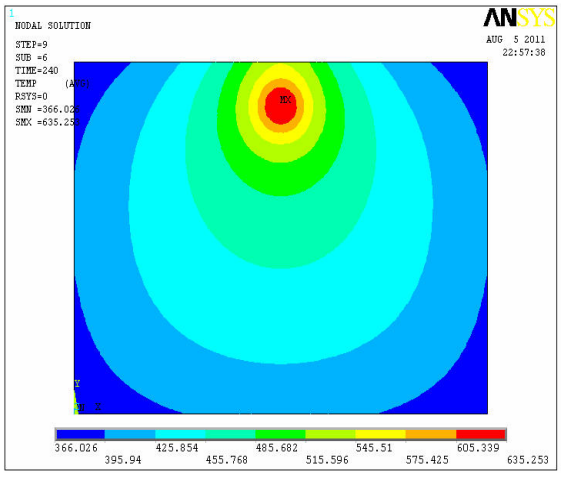


Fig.31 Temperature Distribution at time 240 sec (End of Moving) tool pullout

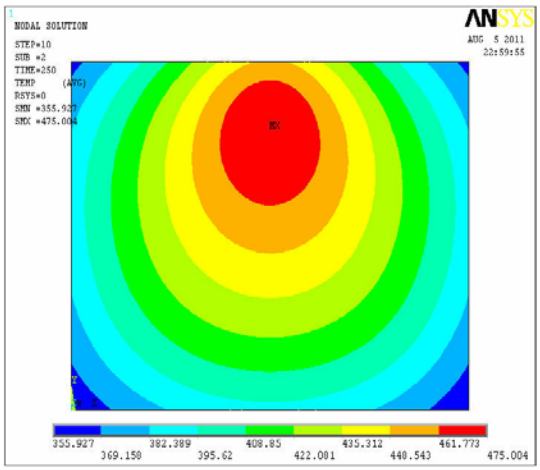


Fig.32 Temperature Distribution at time 250 sec (Cooling)

Conclusion:

To study the variations of transient temperature in friction stir welding of AA 7020-T53 plates, detailed three-dimensional nonlinear thermal simulations are performed for the FSW process using the finite element analysis ANSYS. 40 mm/min travel speed with tool rotational speeds of 1400 rpm is considered. From the analyses, we can summarize the results as follows:

- Axial load measured from experimental work decreases with increasing rotational speed because that decrease in strength due to temperature increases in penetration position.
- The experimental data show the maximum temperature measured during FSW at mid position 629k and numerically value from the simulation is 642k^{o}, which is significantly less than the melting temperature of 7020-T53 aluminum alloy at 916K^{o}.
- The temperature measured at advance side (629k) is higher than retreate side (605k).
- Numerical results (Tmax =642K) agreement with measured data (Tmax=629k) (error 2%).
- The computational results show that the material flows on the retreating and the front sides are higher. So, the slipping rates on the retreating and the front sides are lower than the ones on the trailing and advancing sides. This is the reason that the heat fluxes on the trailing and the advancing sides are higher, which leads to the fact that the temperatures are higher in this region for both thin plates.

Reference:

1. Zhang Z; Zhang HW (2008) "A fully Coupled Thermo-Mechanical Model Of Friction Stir Welding". Int. J. Adv. Manuf. Technol. 37:279–293.
2. Cho JH, Boyce DE, Dawson PR. (2005)."Modeling Strain Hardening and Texture Evolution in Friction Stir Welding of Stainless Steel". Mater. Sci. Eng. 398:146–163.
3. Nandan R. DebRoy T. Bhadeshia HKDH (2008). "Recent Advances in Friction-Atir Welding Process, Weldment Structure and Properties". Prog. Mater. Sci. 53:980–1023.
4. Chao YJ. Qi X. Tang W. (2003) "Heat transfer in Friction Stir Welding Experimental and Numerical Studies". J. Manuf. Sci. Eng. 125:138–145.
5. Schmidt HB. Hattel JH. (2008)." Thermal Modeling of Friction Stir Welding". Scr. Mater. 58:332–337.
6. Mandal S, Williamson K (2006)." A thermo-Mechanical Hot Channel Approach For Friction Stir Welding". J. Mater. Process. Technol. 174:190–194.
7. Song M. Kovacevic R. (2003)." Thermal Modelings of Friction Stir Welding in A moving Coordinate System and Its Validation". Int. J. Mach. Tools. Manuf. 43:605–615.
8. Zhang HW. Zhang Z. Chen JT. (2005)." The finite Element Simulations of The friction Stir Welding Process". Mater. Sci. Eng. 403:340–348.
9. Zhang Z. Zhang HW. (2007)." Material behaviors and Mechanical Features in Friction Stir Welding Process". Int. J. Adv. Manuf. Technol. 35:86–100.
10. Zhang Z. Zhang HW. (2009)." Numerical studies on Controlling of Process Parameters in Friction Stir Welding". J. Mater. Process.Technol. 209:241–270.
11. Nandan R. Roy GG. Debroy T. (2006)." Numerical Simulation of Three-dimensional Heat Transfer and Plastic Flow During Friction Stir Welding". Metall. Mater. Trans. 37A:1247–1259.
12. Nandan R. Roy GG. Lienert TJ. Debroy T. (2006)." Numerical Modeling of 3D plastic flow and Heat Transfer During Friction Stir Welding of Stainless Steel". Sci. Technol. Weld. Joining 11:526–537.
13. Chen CM. Kovacevic R. (2003)." Finite Element Modeling of Friction Stir Welding Thermal and Thermomechanical Analysis". Int. J. Mach. Tools Manuf. 43:1319–1326.
14. Buffa G, Hua J, Shivpuri R, Fratini L (2006)." A Continuum Based FEM Model for Friction Stir Welding Model Development". Mater. Sci Eng 419:389–396.
15. Rajesh SR. Bang HS. Chang WS. Kim HJ. Bang HS. Oh CI. Chu. JS. (2007)." Numerical Determination of Residual Stress in Friction Stir Weld Using 3D-analytical Model of Stir Zone". J. Mater. Process. Technol. 187–188:224–226.
16. Peel M. Steuwer A. Preuss M. Withers. PJ. (2003) "Microstructure, Mechanical Properties and Residual Stresses as A function of Welding Speed in Aluminum AA5083 Friction Stir Welds". Acta. Mater. 51:4791–4801.
17. Heurtier et al., 2006 P. Heurtier, M.J. Jones, C. Desrayaud, F. Montheillet, D. Allehaux and J. Driver, (2006) "Mechanical and thermal modeling of friction stir welding", J. Mater. Process. Technol. 172, pp. 152–158.1
18. Mohamed Assidi, Lionel Fourment, Simon Guerdoux, Tracy Nelson (2010)" Friction Model for Friction Stir Welding Process Simulation: Calibration From Welding Experiments" International Journal of Machine Tool Manufacture (50) 143-155.
19. Mohammad R. & Hamidreza N. (2011) "Analysis of Transient Temperature and Residual Thermal Stresses in Friction Stir Welding of Aluminum Alloy 6061-T6 Via Numerical Simulation" Int. J. Adv. Manuf. Technol. 55:143–152.
20. Key to steel data base version (2007.5).
21."Properties and Selection: Non-Ferrous Alloys and Special Purposes Materials", ASM Handbook, American Society for Metals, Vol. 2, 1992.
22. Manthan Malde (2009)" Thermomechanical Modeling and Optimization of Friction Stir Welding" MS.c Thesis, Osmania University, Hyderabad, India.
23. ANSYS® Release 12.0 Documentation, ANSYS Inc, 2009.
24. Yousif, Mohanned Akab, (2006) "Investigation of Mechanical and Microstructural Characteristic of Friction Stir Welded Joints." Ph.D. Thesis, University of Baghdad.
25. Muhsin Jabir Jweeg ,Sarmad Dhia Ridha (2010) "An investigation of friction stir welding and stress relief by vibration of 6061-T6 aluminum alloy" Ph.D. Thesis, University of Baghdad.
26. Zhu, X.K. and Chao, Y.J., (2004) "Numerical Simulation of Transient Temperature and Residual Stresses in Friction Stir Welding of 304L Stainless Steel", Journal of Materials Processing Technology,. 146(2): p. 263-272.
28. Hansson, Sofia, "Simulation of Stainless Steel Tube Extrusion" Luleå University of Technology,

Sweden, 2006.
28. Dixon, John, Burkes, Douglas and Medvedev, Pavel, (2007) "Thermal Modeling of A Friction Bonding Process" Proceedings of the COMSOL Conference ,Boston,.
29. Seidel, T.U. and Reynolds, A.P. (2001) "Visualization of the Material Flow in AA2195 Friction-Stir Welds Using a Marker Insert Technique." Metallurgical and Materials Transactions A, Vol. 32A, pp 2879-2884.
30. Nandan, R., Roy, G.G., and Debroy, T., (2006) "Numerical Simulation of Three-Dimensional Heat Transfer and Plastic Flow during Friction Stir Welding." Metallurgical and Materials Transactions A Vol. 37A, pp 1247-1269.
31. A. Arora, R. Nandan, A.P. Reynolds and T. Debroy. (2009)" Torque, power requirement and stir zone geometry in friction stir welding through modeling and experiments" Scripta Materialia (60) 13-16.
32. H. Jamshidi Aval & S. Serajzadeh & A. H. Kokabi (2011) "Theoretical and experimental investigation into friction stir welding of AA 5086 "Int. J. Adv. Manuf. Technol. 52:531–544.

Nomenclature

ρ Density (kg/ m^3)
cp Specific heat capacity (J/ kg°k)
k Thermal conductivity (w /m°k)
T Temperature (°k)
T_o Ambient temperature (°k)
ε emissivity
σ Stefan –Boltzmann (w/m^2 $^o k^4$)
μ Friction coefficient
P Contact pressure (N/ m^2)
ω rotation speed (rpm)
V_t travel speed (mm/min)
δ Slip factor
R_s shoulder radius (mm)
R_p pin radius (mm)
L_p pin length (mm)
Q_s Friction heat shoulder (w)
Q_p Friction heat pin (w)
Q_T Total heat generation (w)
i Time step
t Time (s)
Δt Time change (s)
Q_{int} Heat generation (w/ m^3)

F radiative view factor
β convection coefficient
β_b fictitious convection coefficient
β_{bo} is the heat transfer parameter for the bottom surface

سيناريوهات مستقبل المدينة

محمد قاسم العاني
دكتوراة هندسة معمارية - جامعة النهرين

أ.د.بهجت رشاد
أستاذ متمرس- جامعة بغداد

1- **مستخلص البحث:**

لاجل تحديد هوية مدن المستقبل The Identity of Future Cities فأن العمارة لا تزودنا بواحدة من أهم الاحتياجات الأساسية (المأوى) فحسب، ولكنها الاثبات الملموس للماضي والحاضر بوصفها جزءاً من التواصل، وفي احسن حالاتها هي مؤشر للمستقبل. اتفقت معظم الطروحات الخاصة بالتحولات الحضرية للقرن الحادي والعشرين على أن المدينة تغيرت من المجتمع الصناعي المهيمن خلال القرن السابق إلى نمط تهيمن فيه المعرفة والمعلومات والاتصالات، وخاصة تلك التي تتم عن بعد وتغلغلت في النسيج الحضري، والتي أفرزت تصورات عن طبيعة الهوية الحضرية لمدن المستقبل، وتركزت جهود بحوثها البديلة للمدينة المستقبلية على دور الاتصالات والمواصلات الحديثة وبنية الذكاء في تشكيل المدن الجديدة وإنهاء المدن القديمة، وهي من ابرز المشاكل التي تعاني منها مدننا الحالية ومنها بغداد على وجه التحديد. **يسعى هذا البحث إلى تقديم دراسة تخطيطية تصميمية لما ينبغي أن تكون عليه مدينة بغداد كمدينة عربية اسلامية مستقبلية ويحدد أبعادها ومتطلبات مخططها الاستراتيجي.** فالمدينة الحالية شكلت وفق استراتيجية مبنية على مفاهيم التقليدية. يشير البحث إلى أن هذا الأسلوب في التخطيط العمراني الذي تشهده مدينة اليوم لا يتلائم مع متطلبات مدينة الغد التي تعتمد على قاعدة عمرانية، اجتماعية، دينية، اقتصادية، معرفية. تشكل الأنشطة الانسانية المختلفة فيها من إنتاج واستخدام المعلومات والمعرفة محركا أساسيا في تنميتها العمرانية ومؤثرا قويا في الأساليب التي تقوم عليها وظائفها العمرانية وأساليب عيش فئاتها الاجتماعية.

يقترح البحث إعادة النظر في المخططات الاستراتيجية التي تقوم عليها المدن (ومنها مخططات تطوير بغداد) التي تطمح أن تكون مدنا انسانية في حاضرها الجديد ومستقبلها القادم وذلك من خلال تبنيها لمخططات استراتيجية نابعة من الفكر الاسلامي، تملك من الديناميكية ما يؤهلها لاستيعاب سيناريوهات مستقبلية متعددة.

Senarios of the City Future

ABSTRACT:

In order to determine The Identity of Future Cities, the architecture does not provide us with one of the most basic needs (shelter), but also tangible evidence of the past and present as part of the communication, and best is an indicator of the future. Most of the narratives of the transformations of urban in twenty one century agreed that the city changed from an industrial society, the dominant over the previous century, to a pattern dominated by knowledge, information and communications, especially those that are remote and penetrated into the urban fabric, which produced the perceptions about the nature of identity, urban cities of the future, focusing Alternative research efforts of the city's future on the role of modern communications, transportation, and the structure of intelligence in the formation of new cities and an end to the old cities, this is one of the main problems faced by our cities, including present day Baghdad specifically.

This study aims to provide schematic design study of what should be the city of Baghdad as an Arab Islamic future and determine its dimensions and the strategic requirements. The city is formed according to the current strategy, based on traditional concepts, the research indicates that this method of urban planning today, witnessed by the city did not meet the requirements of the city of tomorrow based on physical, social, religious, economic, fundamentals. Different human activities are concerned with production and use of information and knowledge in the development of an influential architectural style and structures that underliy the functions of urban lifestyles and social groups.

The research suggests reconsideration of strategic plans on which the cities (including schemes of Developed Baghdad), which aspires to be humanitarian cities present the new and the coming future. Through the adoption of strategic schemes steming from the Islamic thought, dynamism is poised to accommodate future multi scenarios.

2- **مقدمة العمران كاسلوب حياة:**

يقال ان الرسم ثنائي الابعاد، النحت ثلاثي الابعاد، العمارة متعددة الابعاد، وهكذا فمن خلال هذه الابعاد المتعددة للعمارة فأن البحث يؤكد على الشمولية في التفكير ويناقش طروحات مستقبل المدينة العربية الاسلامية على وجه العموم ومستقبل مدينة بغداد.

يحاول البحث وضع اطار عملي لمنهجية دراسة استشرافية لمستقبل العمارة والتصميم الحضري في بلدان العالم العربي والاسلامي كمحاولة للمشاركة في تنظيم هذا الواقع المضطرب وبناء تصور ممنهج لما سوف ينتج عن هذا الواقع وموقع الممارسة والتنظير المعماري فيها، وتستند هذه الرؤية الاستشرافية على طلائع التوجهات المستقبلية للعمران. ومن ثم محاولة استشراف مستقبل هذه العمارة والتصميم الحضري للمدينة على ضوء الاطر الفكرية الناشئة في دراسات التنبؤ، والتي بدأت صورتها تتوضح اكثر وكذلك انعكاسها على العمارة والتصميم الحضري للمدينة فكراً وممارسة.

صحيح ان الحضارة وكما يوضحها ابن خلدون لا تحصل الا باستفحال واكتمال العمران لكن آثارها أوضح واكثر بقاء حتى بعد زوال العمران، وذلك لأن آثارها ليست مادية فقط بل تشمل كل المعاني والقيم (الأخلاقية والثقافية والاجتماعية والدينية، ...الخ) فضلاً عن الكيان المادي والتقني الذي يمثله العمران ويؤكد ذلك ابن خلدون في قوله ان الأثر أخف واقل بقاء عند زوال العمران. (ابن خلدون، 1981، ص226). **فالمدينة بعمرانها تحمل ابعاد متعددة تجعل من العمارة اسلوب حياة متكامل لبني البشر، وبالتالي تملك من خاصية الربط بين الذات والموضوع ما يؤهلها لأعادة اعمار المدينة والانسان الذي تحتويه.**

ظهر تحول واضح في استقراء المستقبل منذ بداية العقد السادس من القرن العشرين الميلادي بظهور كتاب (فن الحدس) عام 1964 م، ونشأة الجمعيات المتخصصة في دراسة المستقبل مثل جمعية المستقبل العالمية عام 1966م واتحاد دراسة مستقبليات العالم عام 1967م ونادي روما عام 1968م . وانتشرت الدراسات المستقبلية في شتى ميادين المعرفة والثقافة. غير أن هذا المدّ من الدراسات المستقبلية انحسر عن المنطقة العربية ومعظم الدول النامية، ولم تظهر العناية بهذا النوع من الدراسات إلا مؤخراً، وظلت دراسات جزئية غير قادرة على تحقيق الطموحات. ويركز البحث الحالي في التعرف على توجهات الدراسات العالمية المستقبلية العامة سعياً للوصول إلى مغازيها الانسانية، من اجل استشراف هوية مدينة بغداد المستقبلية، من خلال:

<u>مشكلة البحث:</u> عدم وجود تصور واضح لهوية بغداد المستقبلية.

<u>هدف البحث:</u> تحديد سيناريوهات المستقبل للهوية العمرانية لمدينة بغداد.

<u>فرضية البحث:</u> ان بغداد مدينة ديناميكية حية تحوي على نظم متعددة تمكنها من استمرارية الحياة في المستقبل.

3- **الاتجاهات الرئيسة في الدراسات المستقبلية:**

من الأهمية بمكان توضيح الاتجاهات الرئيسة والحديثة في دراسات علم السياسة المستقبلية لكي نربطها بالطروحات المستقبلية لمفكري عصرنا، ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة إتجاهات سوف نلخصها بالاعتماد على دراسة الدكتور جمال زهران عن الاتجاهات الحديثة في الدراسات المستقبلية، يضاف لها اتجاه اسلامي خالص من خلال المنهج الاستشرافي في الاسلام.

أ- **الاتجاه الأول (الاتجاه الراديكالي):**

ينطلق هذا الاتجاه في دراسة المستقبليات على أسس الفكر الماركسي، الذي يقوم بنقد ما يعرف لديهم بـ (علم المستقبل البرجوازي)، وتفترض كل من المثالية الهيجلية والمادية الماركسية أن التقدم البشري سنة من سنن الكون، وأن المستقبل يكون أفضل من الماضي لامحالة، أي أن البشرية مكتوب عليها التدرج نحو عالم أفضل في ميادين الاقتصاد والعلم والاجتماع والسياسة والعلاقات البشرية، أما قوانين هذا التقدم فيردها كل من الهيجليين والماركسيين الى المنطق الجدلي الذي يتحكم في الفكر البشري من جهة، والى الأحداث الكونية والاجتماعية من جهة أخرى، وباعتبار أن هذا المنطق أزلي فكان لا بد من أن يستمر التطور أو التقدم وفقا له والى ما لا نهاية.

ومن ثم فان اصحاب الاتجاه الراديكالي يبنون نظرتهم للمستقبل على اساس فكرة التقدم، التي كرست الفلسفات المادية لاسيما الجدلية التي قدمها كل من ماركس

وهيجل للتعامل مع التقدم كديانة، **كما أنهم يؤسسون نظرتهم على الإيمان بالتقدم كحتمية،** وبالتالي ظهور تكنولوجيا جديدة فعالة أو تنظيم اجتماعي جديد أو مختلف عن التنظيم الاجتماعي الموجود في الوقت الحاضر، يكون من شأنه **احداث تغير نوعي من شأنه ألا يصبح المستقبل مجرد امتداد للحاضر بل يمثل نقيضا له. وهم يبنون تنبؤاتهم للمستقبل على أساس التحليل الابداعي، فأي شيء يمكن للعقل تصوره يمكن تحقيقه ما دام لا يخالف القوانين الطبيعية،** وهم يعتمدون على أساليب بحث تتفق مع هذه النظرة، بحيث تطلق العنان لخيال الباحثين ولقدراتهم الحدسية والابداعية مثل اسلوب دلفي، ويرفضون الأساليب التي يتبعها الليبراليون مثل تحليل النظم وبناء النماذج والأسلوب الاستقرائي والمعياري.

وفي هذا السياق كانت هناك جهود سوفيتية سابقا ركزت على عمليات التنبؤ المرتكزة على النظرة الماركسية اللينينية، وتطورت الدراسات المستقبلية في الاتحاد السوفيتي السابق من حيث الربط بين الاخذ بالتخطيط المتوسط والطويل المدى في الدول الاشتراكية وبين تطور المستقبليات فيها. وقد طبق السوفيت ذلك في منتصف الخمسينيات واسفرت الدراسات عن وضع برنامج شامل للتقدم العلمي والتكنولوجي، تم توزيعه على ثلاث مراحل زمنية (الأولى حتى عام 1990 والثانية حتى عام 2000 والثالثة تمتد حتى عام 2005) باشراف لجنة مؤقتة تابعة لأكاديمية العلوم السوفيتية. وفي الجناح الآخر من التيار الراديكالي تظهر الصين التزامها بأسس الفكر الماركسي وتطبيق نهج صيني خالص، بوصفها ذات اهتمام بالغ بالدراسات المستقبلية ايضا كالسوفيت، ففي عام 1982 شكلت الصين الشعبية لجنة لإصدار تقرير عن الصين سنة 2000 وظهرت العديد من الدراسات عن علم اجتماع المستقبل وعن المجتمع ما بعد الصناعي وللآثار الاجتماعية للتقدم الأمثل، في مجال الهندسة الوراثية وثورة الإتصالات والمعلومات. وقد وجهت كثير من الانتقادات لهذا التيار، أبرزها ما قام به كارل بوبر في كتابه (عقم المذهب التاريخي)، ومن المفارقات أن التغيرات في الكتلة الشرقية ومجيء (غورباتشوف) قلب الأمور رأسا على عقب، **اذ أصبح مستقبل الاشتراكية خارج دائرة اليفين وانتشرت موجة من اليأس بعد التفاؤل المفرط الذي تدعو اليه الراديكالية، وسبب اختفاء الاتحاد السوفيتي اختفاء وموت نظم بحث الدراسات المستقبلية السوفيتية.** (سلوم، 2009)

ب- **الاتجاه الثاني (الاتجاه الليبرالي):**

بدأ هذا الاتجاه في اميركا وفرنسا والمانيا وبريطانيا ثم تتابع في بقية دول اوروبا الغربية في اتون الحرب العالمية الثانية وما بعدها، وبدأت دراساته المستقبلية لأغراض عسكرية، وكان استخدام السلاح النووي في ضرب اليابان 1945 بداية لخلق المؤسسات المهتمة بهذا المجال، فنشأ مركز الاستطلاع التكنولوجي البعيد المدى للجيش 1947، ثم تلاها انشاء مؤسسة "راند" لخدمة المصالح الاميركية وأمنها عام 1948 ثم معهد المستقبل لدراسة المشكلات المدنية 1966 بولاية كونكتكت، ثم انشاء معهد هدسون في نيويورك من قبل هرمان كاهان صاحب اسلوب السيناريوهات والمستقبل البديل ومؤلف الكتاب الشهير(عام 2000 اطار التفكير في السنوات الثلاث والثلاثين القادمة)، ثم توالى إنشاء هذه المؤسسات حتى وصلت الى 600 مؤسسة حتى عام 1967، من بينها جمعية المستقبل العالمي التي أسست عام 1966 ثم انتشرت في اوروبا. وينطلق مستقبليو هذا الاتجاه من منطلق يعزز الفكر الرأسمالي الحر بصورة مغايرة للاتجاه الراديكالي، فعالم الغد في **نظرهم امتداد لعالم اليوم الذي هو بدوره امتداد لعالم الأمس واختلاف المستقبل عن الحاضر هو اختلاف في الدرجة لا في النوع،** فالتغير الذي سوف يحدث في المستقبل تغير كمي لا نوعي ولهذا الاتجاه الذي يسمى ايضا الاتجاه الرأسمالي او المحافظ او الاتجاه الجديد، يعمه ايمان بأن دراسة المستقبل سوف تأتي في اطار التداعيات الشاملة للتطور التكنولوجي سواء كانت اقتصادية ام سياسية ام اجتماعية، لدرجة هناك من يميز بين مستويين من المناهج المستقبلية (سلوم، 2009):

1. المنهج الصعب: ويغطي تنبؤات الاقتصاد والتكنولوجيا والتعليم والصناعة والسكان.
2. المنهج البسيط: ويغطي التنبؤات السياسية والثقافية.

ت- **الاتجاه الثالث (الاتجاه الليبرالي الجديد):**

اتجاه نجم عن الصراع بين الاتجاهين السابقين المحكومين بالنزعة الايديولوجية المتناحرة، لذا كان لا بد من خروج **اتجاه جديد له سمات مختلفة متحررة من فكرة**

الصراع مع الاخر في ضوء الصراع بين الشرق والغرب، كما انه يدعو الى افكار جديدة في اطار ليبرالي، ويمكن النظر اليه في سياق التداخل بين الفكرة القومية والعالمية التي درج الكثير على تسميتها بالعولمة، من اهم مفكري هذا الاتجاه فوكوياما، وبهجت قرني في مقاله الذي يرد فيه على فوكوياما مؤكدا على استمرارية التاريخ، والفن توفار المهتم بقضايا المستقبل، وبول كندي لاسيما في كتابه الاستعداد للقرن الحادي والعشرين، ولستر ثرو في كتابه مستقبل الرأسمالية، وزبغنيو بريجنسكي في كتابه رقعة الشطرنج الكبرى .(سلوم، 2009)

ث- **الاتجاه الرابع (المنهج الاستشرافي في الاسلام):**

هو منهج نابع من الفكر الاسلامي كون أن الله سبحانه وتعالى اصطفى من البشر أشخاصاً فضلهم بخطابه وفطرهم على معرفته وجعلهم وسائل بينهم وبين عباده يعرفونهم بمصالحهم ويحرضونهم على هدايتهم ويدلونهم على طريق النجاة، وكان فيما يلقيه إليهم من المعارف ويظهره على ألسنتهم من الخوارق والأخبار الكائنات المغيبة عن البشر التي لا سبيل إلى معرفتها إلا من الله بوساطتهم ولا يعلمونها إلا بتعليم الله إياهم، قال صلى الله عليه وسلم **(ألا وأني لا أعلم إلا ما علمني الله)**.

أعظم المعجزات وأشرفها وأوضحها دلالة القرآن الكريم المنزل على نبينا محمد صلى الله عليه وسلم فإن الخوارق في الغالب تقع مغايرةً للوحي الذي يتلقاه النبي ويأتي بالمعجزة شاهدة بصدقه، والقرآن هو بنفسه الوحي المدعى وهو الخارق المعجز فشاهده في عينه ولا يفتقر إلى دليل مغاير له كسائر المعجزات مع الوحي فهو أوضح دلالة لاتحاد الدليل والمدلول فيه وهذا معنى قوله صلى الله عليه وسلم **(ما من نبي من الأنبياء إلا وأتي من الآيات ما مثله آمن عليه البشر وإنما كان الذي أوتيته وحياً أوحى إلي فأنا أرجو أن أكون تابعاً يوم القيامة).**

ان تدريج التكوين إلى الإنسان صاحب الفكر والرؤية ترتفع إليه من عالم القدرة الذي اجتمع فيه الحس والإدراك، ولم ينته إلى الرؤية والفكر بالفعل وكان ذلك أول أفق من الإنسان، فهو روحاني ويتصل بالمكونات لوجود اتصال هذا العالم في وجودها ولذلك هو النفس المدركة والمحركة، ولابد فوقها من وجود آخر يعطيها قوى الإدراك والحركة ويتصل بها أيضاً ويكون ذاته إدراكا صرفاً وتعقلاً محضاً وهو عالم الملائكة، فوجب من ذلك **أن يكون للنفس استعداد للانسلاخ من البشرية إلى الملكية ليصير بالفعل من جنس الملائكة وقتاً من الأوقات في لمحة من اللمحات وذلك بعد أن تكمل ذاتها الروحانية بالفعل،** ويكون لها اتصال بالأفق الذي بعدها شأن الموجودات المرتبة في الاتصال جهتا الاعلى والاسفل، **وهي متصلة بالبدن من أسعف منها وتكتسب به المدارك الحسية التي تستعد بها للحصول على التعقل بالفعل، ومتصلة من جهة الأعلى منها بأفق الملائكة ومكتسبة به المدارك العلمية والغيبية فإن عالم الحوادث موجود في تعقلاتهم من غير زمان.** (ابن خلدون، المقدمة 6، 1981).

أما الرؤيا فحقيقتها مطالعة النفس الناطقة في ذاتها الروحانية لمحة من صور الواقعات فإنها عندما تكون روحانية تكون صور الواقعات فيها موجودة بالفعل كما هو شأن الذوات الروحانية كلها، وتصير روحانية بأن تتجرد عن المواد الجسمانية والمدارك البدنية، **وقد يقع لها ذلك لمحة بسبب النوم فتقتبس بها علم ما تتطلع إليه من الأمور المستقبلية وتعود به إلى مداركها.** فهذا الاستعداد حاصل لها ما دامت في البدن، ومنه خاص كالذي للأولياء، ومنه عام للبشر على العموم وهو أمر الرؤيا. وأما الذي للأنبياء فهو استعداد بالانسلاخ من البشرية إلى الملكية المحضة التي هي، أعلى الروحانيات ويخرج هذا الاستعداد فيهم متكرراً في حالات الوحي وهو عندما يعرج على المدارك البدنية ويقع فيها ما يقع من الإدراك يكون شبيهاً بحال النوم شبهاً بيناً، وإن كان حال النوم أدون منه بكثير فلأجل هذا الشبه عبر الشارع عن الرؤيا بأنها "جزء من ستة وأربعين جزأ من النبوة" وفي رواية ثلاثة وأربعين وفي رواية سبعين. (ابن خلدون، المقدمة 6، 1981).

4- **استشراف المستقبل:**

قد يكون من المناسب، بل ومن الواجب على من يخطط لمستقبل مدينته ان يكون ملما بعض الشيء بما تعارف عليه العلم الحديث اليوم بـ "استشراف المستقبل". واستشراف المستقبل ليس "الكهانة" ولا "التنجيم" وليس "اضغاث احلام"، بل هو تحليل علمي يهدف الى "توقع" ما

سيحدث في المستقبل استنادا الى ما متوفر من معلومات وتحليلها ومن ثم التنبؤ بخط سير الاحداث.

تسبق عملية وضع المخططات الستراتيجية عملية استيعاب ما يمكن ان يجري في المستقبل، **فالمخططات بعيدة المدى لا توضع لتناسب الزمن الحالي وانما توضع لتناسب الزمن الذي ستنفذ به، وتنجح المخططات بعيدة المدى بقدر نجاحها في استشراف المستقبل ونجاحها في توقع ما سيحدث قبل ان يحدث.**

أ- **امكانية استشراف المستقبل:**

بصورة عامة يمكن استشراف حركة الحضارات من خلال ما يأتي:

(1) **مقدار المعلومات** التي يتم جمعها عن الموضوع.

(2) **قراءة افكار** العلماء والمثقفين والمفكرين والقادة.

(3) **دراسة الامثلة المشابهة.**

(4) **معرفة خط سير الحضارات،** من خلال معرفة نقاط سيرها السابقة نستطيع تشخيص النقلة التالية لحركتها.

(5) **معرفة السنن الكونية،** انطلاقنا من واقعنا وخصوصيتنا الاسلامية، ولا يخفى ان كتاب "صراع الحضارات" لصامؤيل هانتغتون الذي عد من اهم الدراسات الحديثة ما هو الا دراسة استشرافية اعتمدت على قراءة التاريخ والسنن الكونية للوصول الى توقعات مستقبلية.

(6) **الحدس والمهارة الذاتية،** في قراءة الواقع والتنبؤ بحركة المستقبل اعتمادا على ايحاءات ورموز وتراكم معلومات، لا يستطيع الشخص المعني تفسيرها لكنها تلقى في روعه ويبني عليها تصوره للاحداث المستقبلية. وان كانت هذه النقطة تحديدا خارج الحدود الموضوعية والمنهجية العلمية لكنها رغم ذلك مما لا يمكن تجاهله في حالة وضع الاحتمالات الممكنة والتي قد يحدث ما يصدقها لاحقا. وكل ذلك يعتمد على الذكاء الذاتي والاطلاع الموسع على مختلف العلوم والاختصاصات واهمها التاريخ.

تختلف الدراسات المستقبلية حسب التخصص الذي تعمل فيه، فهنالك دراسات متخصصة في الاقتصاد واخرى في البيئة، واوسعها تلك المتخصصة في تطور ومستقبل العالم ككل ومن جميع جوانبه، وما يهمنا في هذا البحث الدراسات المستقبلية للعمارة والعمران. **تحتاج الدراسات الاستشرافية عادة الى عقول جبارة وخبرات كبيرة لاجل الوصول الى نتائج مقبولة علميا، واهم دراسات الاستشراف هي تلك التي تعتمد على فريق عمل متعدد الاختصاصات او ما يسمى بـ" Multidisciplinary " لان مجالات الحياة متداخلة بطريقة لا يمكن فك الارتباط فيما بينها ولا يمكن عزل احد الجوانب بعيدا عن تاثير المجالات الاخرى.**

ب- **مراحل اجراء دراسة استشرافية:**

ما ذكره Mcloughlin عن أهمية التخطيط العمراني في إدارة المدن ضمن نظرته النظامية الفيزياوية Physical Planning وما نراه أن السيطرة على أي نظام ديناميكي يسبقه التنبؤ بكيفية تطوره إذا ما ترك لوحده وما هي نتائج معظم الأنماط المشتركة معه مساهمةً في تحفيزه أو تثبيطه. وكذا يستطيع المخطط أن يسيطر على هذا النظام أن سأل ماذا يحدث إذا حدثت تغيرات؟ (Mcloughlin, 1973, P.84). ويعتقد البحث أن السيطرة وقيادة هذه التغيرات لا تحدث عن طرق جزئية وموضعية في جزء من أجزاء النظام ولكن عبر سلسلة من المراحل في الدورة التخطيطية الواحدة باعتبار التخطيط عملية دورية Cyclic Processing.

اما مراحل اجراء دراسة استشرافية فهي تشبه مراحل العملية التخطيطية مع وجود عمليات اضافية، **وهي عملية وضع فرضيات للتنمية ومناقشتها، ومن ثم تمحيصها عن طريق سلسلة من الدراسات التحليلية. والتي تتطلب من المخطط القدرة على التحليل العقلاني لواقع الحال باطاره الاجتماعي والاقتصادي والعمراني، ودراسة التوقعات والتغيرات المستقبلية لهذا الواقع وتحليل الامكانات لوضع خطط ذات اهداف قريبة وبعيدة المدى لغرض السيطرة على التغيرات المستقبلية المتوقعة بما يضمن تنفيذ الاهداف المرسومة للخطة.** ولاجراء دراسة استشرافية تمر بالمراحل الاتية:

1) **مرحلة جمع المعلومات Information collective survey:** في هذه المرحلة يتم استعراض واقع الحال والامكانات المتاحة والعجز، واستعراض التقنيات والنظريات المستحدثة الطويلة الأمد نسبياً.
2) **مرحلة تحليل المعلومات Information analysis**
3) **مرحلة وضع الاهداف Formulation of goals:** لن يتم الاقتصار في هذه المرحلة على التخطيط الفيزياوي ولكن يتم التطرق إلى مؤشرات التغير

(استخدامات الأرض وطرق النقل من ناحية نظام المدينة وتأثيراتها الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والسياسية الحضرية من ناحية نظام المدن) وعن طريقها تحدد الأهداف (Mcloughlin, 1973, P.103).

4) **تحديد الاهداف الموضوعية Identification of objectives.**

5) **وضع البدائل ووضع الاحتمالات المتوقعة Preparation of alternative expected strategies:** في هذه المرحلة يتم دراسة جميع النتائج الممكنة وسلوكيات النظام في حالات الزمن المتغير وحالات التمفصل بين النظام الفيزياوي للمدن والنظام اللا فيزياوي للانسان والتقنيات المستخدمة.

6) **وضع الاحتمالات غير المتوقعة Preparation of alternative unexpected strategies.**

7) **تقييم البدائل Evaluation:** وهي دراسة هذه المراحل في سياق اختيار الأهداف والقيم الموضوعة في المرحلة الرابعة في ضوء حالة الدراسة المحلية (مدينة بغداد كمدينة عربية اسلامية).

8) **وضع السيناريوهاتPreparation of scenarios**

9) **تنفيذ البديل والسيناريو الافضل Implementation:** وهو وضع المخطط الأساسي لإدارة التغير وأساسه هو دراسة تأثير الانماط الجديدة على نظام التغيرات في سياق رؤية اي انحراف للنظام عن المسار الذي وضع فيه ويستخدم بالتناظر مع المرحلة السابقة في وضع السيناريوهات وامكانية اختيار أي من السيناريوهات التي تعمل حسب المستجدات الظرفية.

10) **متابعة الخطة وفحصها Monitoring and review:** ويتم متابعة الخطة وفحصها من وقت لأخر وبفواصل زمنية قصيرة وطويلة حسب مستوى التفصيل الذي يعاد النظر فيه. وهذه المرحلة ضرورية عند التنفيذ لعدم معرفة مسبقة مؤكدة فيما سيحصل وتدرج هذه السياقات في توقع المتغيرات السياقية الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والسياسية فيما يتم توليد حاجات جديدة ورغبات وطموحات في المجتمع وأعضائه (Mcloughlin, 1973, PP.102-103) .

11) **التغذية الاسترجاعية Feed back:** وتعتبر اهم الخطوات اللازمة لمساعدة الاستراتيجية في الوصول الى اهدافها، من خلال استيعاب اي مستجدات ظرفية ترافق سير الاستراتيجية عن طريق تكتيكات طارئة، مستوعبة من خلال السيناريوهات المحتملة والمتنبأ بها مسبقا. هذه المرونة تعطي الاستراتيجية امكانية تحقيق الاهداف المطلوبة مستقبلا.

إن قرار التبني للتخطيط يتبع ما يعرف بشروط السياق Context Conditions والتي تحدد المسارات والشروط عند اتخاذ أي قرار تخطيطي، هذه الشروط هي (مؤتمر التنمية الاقليمية لدمشق، 2007):

* التمتع Enjoyability وهو الشرط الذي يمكن نظام المدن من أمكانية إعادة هيكلة تنظيماته خصوصاً إذا كان مدعوماً بتنظيمات اقتصادية واجتماعية مناسبة تفضل التغير.
* الاستعداد للعالمية Propensity to Internationalization وهو طاقة نظام المدينة ليأخذ موقعاً تنافسياً او تعاونيا في المستوى العالمي مع تأسيس آلية تفاعلية بين العوامل الاقتصادية المختلفة.
* التدريب Training وهي إمكانية تحقيق امكانات خاصة لتصحيح استخدام التكنولوجيا الجديدة ويرتبط بالتجريب بوصفه مؤشراً لصانعي القرار والمخططين.
* التفاعلية Interactivity وهي قابلية نظام المدينة لتأسيس علاقات متبادلة مع النظم الأخرى من خدمات.
* المواءمة Compatibility وهي قابلية نظام المدن لاستيعاب التطورات واستعداده للتطور وهو الشرط الأساسي سواء لتنظيم التطورات الممكنة التي تستطيع توليدها التكنولوجيا االجديدة أو أعطاء الضرورة المعرفية لتطبيق فعال لهذه التكنولوجيا.
* الدينامية Dynamism وهي القابلية الجوهرية والأساسية لنظام المدن في التحول والتغير خلال وقت قصير جداً بالعلاقة مع القوى الخارجية والداخلية الفاعلة في النظام نفسه.
* المرونة Flexibility وتشمل قابلية النظام الأصلي لتغير هيكليته تبعاً إلى التغيرات في عناصره أو قابليته للتكيف مع التغيرات خارج سياقه الخاص.

5- **الاستشراف لأجل مستقبل أفضل بدل التكهّن بالآتي:**

محتويات كتاب (الاستشراف – مناهج استكشاف المستقبل)[1]، توضح: "ان الاستشراف مهارة عملية تهدف لاستقراء التوجهات العامة في حياة البشرية. فما نقوم به يكون له التأثير المباشر في جعل إمكانات إمساكنا بمسارات حياتنا أفضل». ويضيف: «الاستشراف أو دراسة المستقبل، أصبح فعلياً واحداً من علوم الإنسان والمجتمع المعتمدة في المجتمعات الصناعية المتقدمة، يدرّس في جامعات عدّة، كما أصبح له العديد من المؤسسات ومراكز الأبحاث". (سكرية، 2008)

يرى كورنيش "ان الاستشراف مهارة يمكن تعلمها، وتساعدنا في بلورة أهداف بعيدة المدى، وفي صوغ استراتيجيات معقولة للوصول الى تلك الأهداف". وبرأيه، **فإن الاستشراف (ليس تكهناً بأحداث المستقبل، ولكن العمل لجعل هذا المستقبل أفضل، باعتبار أنه يتطور انطلاقاً من الحاضر).** من النصائح المقدمة إلى مستكشفي المستقبل والتي يحاول البحث تطبيقها:

1. الاعداد بشكل جيد لما يمكن ان يواجه في المستقبل، لأن غياب الإعداد المناسب يستجلب الكوارث.
2. عدم الاستهانة بأية معلومات عند اتخاذ القرار.
3. توقع غير المتوقع فلا يعتبر حدثاً سيئاً بل فرصة عظيمة.
4. التفكير على المدى البعيد.
5. الاستفادة من التخيل بشكل مثمر.
6. التعلم من السابقين.

كذلك التقدم التكنولوجي هو المسار الأكثر فائدة للتحليل الذي يقود الى الاستقراء. ويصوغ ستة توجهات كبرى تصوغ شكل المستقبل وهي: التقدم التكنولوجي، النمو الاقتصادي، تحسّين الصحة، زيادة الحركة، التدهور البيئي، ضياع الثقافات التقليدية.

ويعتبر "**ان البشر عام 2040 سيكونون أغنى منهم اليوم، لكنهم لن يكونوا أسعد**". (سكرية، 2008) ولعله محق طالما **ان أسباب الكوارث قائمة، مع غياب معالجتها بروح إنسانية وأخلاقية** بعيداً عن سياسة الأفكار المتعصبة.

في المقابل، يبشّر كورنيش ببعض الاحداث الخيّرة مثل اختفاء الحروب، والطاقة المجانية، وابتكار حبوب للسعادة، وبناء مستوطنات للبشر في الفضاء، وتعاظم عقاقير الذكاء الإنساني، واكتشاف أدوية تُجدّد الشباب، وصنع «دماغ للعالم» وهو حاسوب يبنى بصورة مشتركة بين عملاقي المعلوماتية الولايات المتحدة واليابان. والمثير أنه لا يشير الى الصين وصعودها الذي يثير الرعب في بلاده وفقاً لما يكتب هو بالذات! (سكرية، 2008)

أ- **آلية التخطيط العمراني الاستشرافي:**

يهدف البحث إلى تحليل مقومات العملية التخطيطية وكل ما تستند إليه من (شروط ومبادئ وأسس) وما يترتب على هذه العملية بعد إعدادها وتنفيذها وتقييمها من تقويم وإقرار لها حتى تحقق الأهداف المرجوة منها ضمن منهجية واضحة ومحددة تمتاز بكونها أساساً علمياً، لاعملاً عشوائياً غير محسوب ولا مضمون النتائج. وإن العملية التخطيطية باعتبارها تفكيراً في المستقبل فإنها تتطلب إجراءات تسبقها وتزامنها، وتلخص في:

1. جمع المعلومات وتوثيق الوقائع الموجودة والمزالة.
2. اتخاذ القرار.
3. التنبؤ بالمستقبل.

ويتعلق التخطيط دائماً بالمستقبل، ويعتبر نظام المعلومات أساس هام للتنبؤ بهذا المستقبل فلا تخطيط بدون إحصاء. وإن عملية التخطيط كأي عملية منطقية لها مبادئ وأسس واشتراطات حتى تحقق الهدف التي وضعت من أجله.

ب- أسس عملية التخطيط الاستشرافي:

هناك أسس جوهرية في العملية التخطيطية لابدّ من مراعاتها والتقيّد بها:

1. الالتزام: يأتي الالتزام من خلال فهم المشاركين في تنفيذ الخطّة لمكوناتها ومن الصعب تحقيق هذا الفهم دون إشراك في وضع الخطة ويترتب على تطبيق الخطة الالتزام ببرامج معينة لذلك لابدّ من أن تغطي الخطة لحقبة زمنية تكفي للوفاء بالالتزامات التي تترتب على تلك الخطة. (مؤتمر التنمية الاقليمية لدمشق، 2007)

2. المرونة: إن الخطة التي لاتسمح بإجراء تعديلات تتسم بعدم الكفاءة، ذلك أن الطبيعة المرنة للتخطيط تتمثل في مخطط حيث أن النقاط هي بدائل للخطط الأصلية بما يعطيها نسبة معينة من المرونة. وعادةً هناك نسبة متفق عليها وهي (± 10%).

3. هرمية التخطيط: يكتسب التخطيط في مستويات إدارية مختلفة أهمية خاصة، إن اهتمامات الإدارة العليا توجه أساساً للتخطيط بعيد المدى في حين ينصرف اهتمام المستويات الإدارية الأدنى في التخطيط قصير المدى.

4. التنبؤ: تعود أهمية التنبؤ في العملية التخطيطية إلى تأثير البيئة على تحقيق أهداف المنشأة ويعتمد التنبؤ بدرجة كبيرة على المعلومات المتاحة والمحتملة باعتبارها مدخلات لازمة لممارسة أساليب التنبؤ، ومثلما هو معروف أن أساليب التنبؤ عديدة أغلبها تعتمد الطرق الرياضية والإحصائية المستندة على التحليل في إطار النظريات المؤثرة في العمران. وبعد تحديد أساليب التنبؤ بشكل علمي دقيق يمكن الوصول إلى تنبؤات علمية تتصف بنسبة في الانحرافات (± 10%) مراعاة للمؤثرات غير المحسوبة والخارجة عن قدرة النموذج الذي يعتمد في عملية التنبؤ. (مؤتمر التنمية الاقليمية لدمشق، 2007)

5. التغذية الاسترجاعية: تقوم لجان المتابعة بعملية المقارنة لأداء المخطط (ضمن حقب زمنية محددة) مع الأداء المحقق لغرض تحقيق الأهداف المخططة وعند إجراء عملية المقارنة يبرز الأداء المحقق مطابق للأداء المخطط ولا توجد انحرافات ومعناه أن الخطة يتم تنفيذها بشكل سليم، او ان الأداء المحقق غير مطبق للأداء المخطط وتوجد انحرافات عن الخطة، وتبرز انحرافات إيجابية (أي أن الأداء المتحقق أكبر من الأداء المخطط). وانحرافات سلبية (أي المتحقق أقل من الأداء المخطط).

إن وجود انحرافات في نتائج تقييم الخطة يستوجب تصحيح هذه الانحرافات إذا ما كانت في حدود (± 10%) ويتم تقويم هذه الانحرافات عن طريق اتخاذ قرارات التصحيح لإلغاء الانحرافات الاستثنائية أوتحويلها لانحرافات عادية. (مؤتمر التنمية الاقليمية لدمشق، 2007)

ت- **مناهج الدراسات المستقبلية:**

يندرج التعامل مع العمارة في المجالين الأكاديمي والمهني ويدور عادة بين اتجاهين، ماضوي وآخر مستقبلي. الاتجاه الماضوي يصبو الى تكوين فهم للعمارة ضمن إطار التاريخ والى استقراء لمعانيها ضمن إطار تجربة مضت، بالمقابل الاتجاه المستقبلي يصبو الى توظيف هذا الفهم للتكهن بأحداث تجربة جديدة، والى تحويل المعرفة التاريخية الى مبادئ نظرية تساهم تطبيقاتها في صياغة أحوال المستقبل. في الوسط يكمن الحاضر الدائم، الذي يمنح أحوال الواقع المتقلبة أستمرارية محسوسة يعيشها الفرد بعفوية متواصلة ومنها ينطلق فكره في تأرجحه الواعي بين معطيات التاريخ وتطلعات المستقبل، فالنظرية بشكل عام، والنظرية المعمارية بشكل خاص، هي نظر في أحوال الحاضر يعيننا على التكهن بأحوال المستقبل. **فإذا كان التاريخ هو الماضي الحاضر فأن النظرية هي المستقبل الحاضر.** (عكاش، 2001، ص92)

تتعدد مناهج الدراسات المستقبلية أعتمادا على تباين الطروحات والحقول المعرفية والنظرة الى مفهوم الزمن ويمكن تلخيص أهمها بما يأتي:

1. المناهج الداعية الى إستثمار حلقات الزمن في تحديد صورة المستقبل وتشمل:
   - المعتمدة على الماضي في التنبؤ بالمستقبل.
   - المعتمدة على الحاضر في التنبؤ بالمستقبل.
   - المعتمدة على الماضي والحاضر للتنبؤ بالمستقبل.

الاخيرة هي من أكثر المناهج شيوعاً والتي تعرف المستقبل بذروة ما وصل له الحاضر، ومن اوضح امثلتها نظرية فوكوياما في (نهاية التاريخ) ونظرية هنتنغتون في (صدام الحضارات) ويشكل الحاضر مصدرا مهما في خط المستقبل والتنبؤ بصورته، **ولابد ان يتصف استقراء الوضع الحاضر بالواقعية والموضوعية من حيث العوامل التي أوجدته حتى لاتبنى تصورات مستقبلية على نظريات يصعب تحقيقها** فمن خلال هذا الاستقراء يمكن تحديد المشاكل ذات الاعماق البعيدة والمشاكل ذات الاعماق القريبة والتي يمكن تحقيق معالجتها. فالمستقبل لايحدث في فراغ حيث تتم المعالجة وتتبلور في إطار بيئة لها مواصفاتها ونتائجها وتوقعاتها فالحاضر تبعا لوجهة النظر هذه يرتدي اشكال مستعارة من المستقبل لتحقيق اهداف التنبؤ. وبذلك فإن فهم تضاغط الزمن عامل أساسي لأدراك آلية التقدم من مرحلة الى اخرى. وبذلك تؤكد وجهة النظر التي تصب في هذا الاتجاه على دور الماقبليات في تحقيق المابعديات. **وعليه فان تحديد صورة المستقبل مرهون بتوضيح وتعديل واستبيان صورة ما قبله من ماض وحاضر.** (مجيد، 2009، ص 110)

2. منهج نموذج الطفرة او القطيعة المعرفية او الثورة في استقراء المستقبل كنظريتي الفيلسوفين الفرنسيين باشلار وفوكو في القطيعة المعرفية او نظرية توماس كون في بنية الثورات العلمية حيث تنطلق وجهة النظر هذه من النظرة للزمن وسيره بوصفه سلسلة من الاحداث وبوصفه منقطع غير متصل فيكون الفرق بين الماضي والمستقبل فرق نوعي لاكمي. وإن التاريخ لا يتكرر أو إن الأحداث والقضايا متباينة وان فهمها والتعبير عنها منفصلان بالضرورة عن الماضي، وقد نادى فوكو "بالقطيعة المطلقة" في الكتابة التاريخية اذ فرق بين النظر الى التاريخ بأعتباره خطيا متصلا وبين النظر الى التاريخ باعتباره قائما على أساس القطائع. وما يعنيه فوكو بالانفصال هو انبثاق بعض المفاهيم المتميزة لعصر ما والمفاهيم المنبثقة نفسها لاتبرز من عدم. فيما يعارض باشلار فكرة الاستمرارية والتقدم الخطي في تاريخ العلوم ويؤكد على إن "فكرة التطور العلمي تتحقق على شكل تطبيقات مستمرة من المعرفة العادية وغير العادية وبين ماضي العلم وحاضره". ويؤكد على دور الثورات العلمية في رسم مسيرة التاريخ. (مجيد، 2009، ص 110)

3. المنهج المعتمد على الخيال والحدس والغيبيات مثل نمط روايات الخيال العلمي او السينما الافتراضية او بعض البرامج الحاسوبية التي بدأت تستخدم طريقة التنبؤ الغيبي التنجيمي.

4. منهج التحقيب والذي يعتمد على تقسيم التاريخ الى حقب زمنية متميزة حسب خصائص معينة تميز كل حقبة.

5. منهج السيناريو: وهو المنهج الذي يحاكي الطريقة التصورية السينمائية التي تعتمد على طرح بدائل محتملة (على طريقة الحبكة القصصية) لما يمكن ان يكون عليه مستقبل ظاهرة ما أنطلاقاً من تصور منطقي لأحداث الحاضر والماضي القريب المفترض والذي يعتمد على الانسيابية المنطقية لتسلسل الاحداث.

6- سيناريوهات المستقبل:

تختلف مراكز الدراسات في المدة الزمنية التي تضعها لدراساتها الاستشرافية، فبعضها قد تكون لمدى قريب جدا (خمس سنوات فأكثر)، والمعتدل فيها تضع دراستها لمدة عشر او خمسة وعشرين عاما، فيما يعتمد المتطرف منها على قراءة مستقبل حقبة زمنية كاملة فتكون لقرن كامل او حتى لالفية قادمة مثل الدراسة المعنونة "سيناريوهات الالفية الثالثة- مقتطفات من المستقبل في الالف سنة القادمة". الدراسات القريبة جدا تكون سطحية او ذات بعد واحد لقلة الوقت المتاح لاجراء الدراسة، والدراسات البعيدة جدا تكون عامة عادة ولا تدخل في التفاصيل لطول الحقبة الزمنية التي تدرسها. **وتماشيا مع الفكر الاسلامي الذي يدعو الى الوسطية، وخير الامور اوسطها، اذا سيعتمد البحث سيناريوهاته للتنبؤ بمستقبل مدينة بغداد كمدينة عربية اسلامية لحقبة الخمسين سنة القادمة. من اجل دراسة حركة الاحداث وتغيراتها وتحولات انسافها، لتوقع مستقبل احداثها وما يمكن من تدخلات لتصحيح نتائجها.**

من الدراسات الاستشرافية المهمة هي تلك التي صدرت عن مجلس الاستخبارات القومي الأمريكي والذي جاءت تحت عنوان "خارطة المستقبل العالمي" وهذا التقرير يحاول استشراف أوضاع العالم حتى عام"2020"، (عبد الباري، 2008). وهناك قضايا عدة جديرة بالتناول مثل عرض السيناريوهات المستقبلية التى تم مراجعتها فى التراث العلمي والخاص بشأن تكنولوجيا المعلومات. حيث يوضح (يسن) فى مقالته "مجتمع الألفية الثالثة" للمجتمع قيمه وتناقضاته وآفاق تطوره التي ادت إلى حدوث تغير فى عصر المعلومات بحيث يقوم التنظيم الاجتماعى على "الشبكات التفاعلية" ويمثل ذلك الرأى أحد مجموعة تحولات مثل التحول من المجتمع الصناعى إلى المجتمع المعلوماتى، والانتقال من المركزية إلى اللامركزية وتعدد الخيارات الاجتماعية وعولمة الاقتصاد. لذلك تعتمد فكرة السيناريو على رسم وتحديد أطر يمكن تحقيقها وأخرى لا يمكن تحقيقها. (عبد الباري، 2008).

أ- استراتيجية التطوير:

لاجل دراسة مخططات التنمية الحضرية للمدينة بغداد، والتي تمت من خلال وضع استراتيجية تطوير مكانية مستندة على البديل المفضل، او ترابط بين بعض البدائل. هذه الاستراتيجية ستتعامل مع الاهداف والسياسات الرئيسة وتحدد الاهداف المطلوبة لتحقيق اهداف التطوير المكانية ضمن رؤية بعيدة المدى لتطوير المنطقة المشمولة بالدراسة والتطوير ومحيطها، وستشمل التوجيهات للتطوير الجديد واعادة التأهيل والتحديث وتطوير الطرق ومرافق المجتمع

وترتيبات المراحل القادمة. (مؤتمر الامارات للتخطيط العمراني، 2008)

ب- **اعداد سيناريوهات بدائل التطوير:**

هي عملية توضيحية تشمل تعريف مكونات التطوير المشتركة لكل الخيارات (العناصر الثابتة) وصياغة عدد من الافكار الاستراتيجية للتطور المستقبلي. كل بديل يستند على فكرة استراتيجية واضحة تتعلق باتجاه وشكل وهيكل التطور الحضري المستقبلي، وكل بديل تطويري يشترك في توضيح مايلي (مخطط 1):

- التطور الحضري المقترح في منطقة الدراسة والمنطقة المحيطة بها.
- تحقيق المدينة الانسانية في المناطق السكنية وانظمة الكثافة وتركيبة المجتمع.
- تحقيق المدينة الثقافية من خلال مفهوم المناطق المفتوحة والمناظر الطبيعية والاماكن الثقافية.
- تحقيق الكفاءة الاقتصادية في موقع وهيكل المراكز الرئيسية التجارية والصناعية والخدمية والاقتصادية.
- ترتيب شبكة الطرق المقترحة ومرافق النقل الرئيسة المرافقة لها.
- المناطق التي تتطلب اجراءات تخطيطية معينة.
- الامكانية للتوسع بعيد المدى (ما بعد منظور التخطيط الحالي والمستقبلي).

كل بديل تطويري سيحدد ويصف مع مكوناته الرئيسية ويناقش مع المضامين الشاملة على توزيع السكان والعمل. (مؤتمر الامارات للتخطيط العمراني، 2008)

ت- **تقييم سيناريوهات بدائل التطوير:**

يؤخذ تقييم بدائل التطوير مع عدد من المعايير النوعية والكمية، حيث ان المعايير النوعية ستشتق من أهداف واغراض التطوير، وستأخذ بنظر الاعتبار:

- ملاءمتها مع منظور النمو الاقليمي بعيد المدى.
- درجة تقرير امكانية التطوير وتقليل تحديدات التطوير والتاثيرات البيئية المعاكسة.
- درجة التكامل بين مناطق التطوير القائمة والمقترحة بين عناصر استعمال الارض الرئيسة.
- درجة التكيف الاجتماعي التي تقدم مناطق تطوير مناسبة لاستيعاب مجموعات مختلفة الدخل.
- سهولة التنفيذ بضمنها المراحل واعادة توجيه السياسة والمتطلبات التشريعية.

اما المعايير الكمية فيمكن ان تشمل اجراءات متفاوتة وتخفيف كلفة البنية التحتية الرئيسة، لانها محددة بالطرق والخدمات العامة وكذلك عدد من المؤشرات المتعلقة بالاختناق المروري والمحددة بالدراسة الشاملة للحركة الحالية والمستقبلية للمدينة. ان البدائل تحدد لها نقاط واوزان في ضوء ادائها المقارن مقابل كل معيار. وستنشأ مصفوفة لتقييم البدائل في مقاييس ستخصص لكل معيار. البديل الناجح (المفضل) سيقترح ليشكل الاساس لاستراتيجية التطوير. (مؤتمر الامارات للتخطيط العمراني، 2008)

ث- **تقرير سيناريوهات بدائل التطور:**

في هذه المرحلة سيتم توليد وتقييم بدائل التطوير واختيار البديل الافضل من خلال:

- اهداف واغراض التطوير.
- مفهوم التطوير الاقتصادي – الاجتماعي.
- تصورات السكان والتشغيل.
- محددات التخطيط.
- وصف للافكار الاستراتيجية وخيارات التطوير.
- تقييم خيارات التطوير.
- وصف الاستراتيجية التطويرية المفضلة.
- المراحل العامة للتطور المستقبلي والتوصية المتعلقة باختيار مدينة مخصصة للتطور المبكر.

وبذلك سيتم تحليل الخطط التنموية لمدينة بغداد ودراسة الاطار العملي وفق: (مؤتمر الامارات للتخطيط العمراني، 2008)

- تحليل الموقع ضمن المحيط الجغرافي ومؤثراته.
- تحليل محيط اقليم ومنطقة المدينة الكبرى.
- دراسة واقع الفعاليات الحضرية لمركز المدينة.
- تحليل كافة مؤثرات الاطار الاقليمي وفق اسلوب (SWOT) - مكامن القوة Strength، مكامن الضعف Weakness، الفرص الممكنة Opportunities، والاخطار المحتملة Threats.

- تطبيق المؤثرات المستخلصة في تحليل التركيب الحضري الشمولي والموضعي لمنطقة الدراسة.
- الاستخلاصات النهائية.

7- الانسان وبيئته في تجارب مدينة بغداد:

تمثل البيئة الوعاء الذي يحدث فيه الإثارة والتفاعل بينها وبين الإنسان، تؤثر فيه ويؤثر فيها هو كذلك، فالعلاقة التي تجمع الإنسان بالبيئة هي تعبير صريح عن علاقة الجزء والكل، حيث يتفاعلان معا في تكامل وتجانس من اجل الحفاظ على النسق أو النظام العام الذي بدوره يحفظهما في توازن وتناغم، يتم من خلاله صنع الحضارة المتميزة التي تنتمي إلى البيئة التي أنتجت فيها (الطبيعية كانت أو العمرانية)، وبالتالي يساهم ذلك في إحساس الفرد بالانتماء إليها وتحقيق هويته وشخصيته المتميزة، فضلا عن إن البيئة الطبيعية تمتاز بكونها بيئة متغيرة مكانيا وثابتة زمانيا، أما البيئة العمرانية (المصنعة) فهي تمتاز بكونها متغيرة زمانيا (حسب الثقافة والعادات الملازمة للحضارات والشعوب التي قد تتجدد في المجتمع الواحد)، ومتغيرة مكانيا كذلك (حسب البيئة الطبيعية المحيطة بها).

تعبر البيئة العمرانية في العمارة والتصميم الحضري عن الطريقة التي تتشكل بها الابنية وتتجمع مع العناصر المجاورة لها. (العزاوي، 1998، ص17). **مما يؤشر مشكلة في البيئة العمرانية المعاصرة تتمثل بفقدان الكثير من مقوماتها ومكوناتها الأساسية التي تحافظ على تماسكها وانسجامها متجهة بذلك إلى المزيد من التفكك والانقطاعية والتجزؤ، هذا الانفصال في البيئة العمرانية المعاصرة يمثل بداية تفكك في النسيج الحضري فيها، والتوجه إلى فصل المبنى المنفرد عن السياق العام الموجود فيه وبالتالي تجسيد لظاهرة الاغتراب الحضاري والثقافي،** والتي تمثل ابرز مظاهرها حالات التجزؤ في تشكيلاتها الرئيسية وتهرؤ الفضاءات الحضرية، وظهور الازدواجية بين (القديم والجديد، التراث والمعاصرة، الماضي والمستقبل، الطبيعي والاصطناعي) مما انعكس على ازدواجية الشخصية الانسانية.

أ- المدن المبنية والمدن المصنعة:

تخضع المدن لتحول وتغير مهم وأساسي، يشير إلى رغبة كل جيل لان يضع نفسه على المفاصل الحرجة للتغير الفكري، وهناك على الأقل ثلاث تشكيلات حضرية متشابكة لواقع حال المدن العربية الاسلامية، ومدينة بغداد على وجه التحديد، وهي: المدينة التقليدية (بكل تنوعاتها التاريخية) التي يمكن أن تُعرف كوجود تتزامن فيه بنيتها المؤسساتية والفيزيائية مع المجتمع. ثم عاصمة أواسط القرن العشرين التي جسدت في فكرة المساحة العواصمية كوجود موضح ومعرف (بصورة اسهل من المدينة التقليدية) لكنه لا يزال مفسر بواسطة النظام الوظيفي، ومطوق بحدود الحد الخارجي لبنية المركز وهو المدينة العواصمية الكبرى، واخيرا وجود جديد لا يزال من الصعب فهمه والسيطرة عليه وقد عرف بشكل متنوع (مدينة العالم، المدينة المعولمة، شبكة مفتوحة بدون أماكن مركزية)، هذه إشارة للتحولات العميقة الجارية في المناطق الحضرية حول العالم والعالم العربي والاسلامي خصوصا.

ناقش (Alexander) بنية النسيج الحضري للمدينة من خلال تحليل البنية الحضرية للمدن من خلال مجموعة كبيرة من الدراسات. وناقش في مقالته (A City Is Not A Tree) الفرق بين المدن الطبيعية والمدن الحديثة التي صممت وفق أفكار تصميمية محددة، ولم يكن نموها طبيعيا، وأشر أهمية أن لا تحال المدن وفق أشكالها بقدر البحث عن المبادئ الأساسية في تنظيمها وأهمية اختبار تلك العلاقات المجردة أيضا.

استنتج ألكسندر أن هناك اختلافات عديدة بين ما سماه بالمدن الطبيعية ذاتية النشوء والتي بنيت على مراحل (كليفريول، مانهاتن،...)، والمدن الصناعية المصممة من قبل مصمم حضري (كشانديكار، نيوبرازيليا، المدن البريطانية الحديثة كملتن كينز) وقد توصل بعدها إلى أن كل مدينة مصممة تكون لها شجرة مع مرور الزمن في هيكليتها، بينما تنمو المدن الطبيعية بمرور الزمن بتلاؤمها في احتواء الأشكال بشبكة العلاقات الاجتماعية المعقدة في المجتمع. (Broadbent, 1990, p144)، وخرج بمفهوم (المدينة ليست شجرة) حيث ميز بين البنيات المختلفة للمدن بتصنيفها الى صنفين رئيسيين:

1. الاشكال شبه الشبكية: يشمل المناطق التقليدية ذات التوجه العضوي في التصميم وتنمو بمرور الزمن.
2. البنيات الشجرية: الذي يمثل اغلبها المدن المصممة حديثا. (Broadbent, 1990, p.143)

8- الحواضر العمرانية التقليدية:

كون البحث يتعامل بوافعية مع مشاكل المدن العربية الاسلامية فأنه سيأخذ نموذج المدن الطبيعية (المبنية)، ونموذج المدن المشتقة من حقول معرفية (المصنعة)، وبذلك يتم تقسيم المدن الى مجموعتين:

أ- **المدن التقليدية (المبنية): (ذاتية النشوء التدريجي مثل مركز بغداد التأريخي)** فيما يبدو ان النسيج العمراني الحضري في اية مدينة عربية تقليدية جاء وكأنه عفوي التخطيط ذو شبكة متعرجة من الشوارع والطرقات المتدرجة من المتسع الى الاضيق انتهاء بالطرقات الخاصة غير النافذة، ودخول عوامل اخرى في انتاج المدينة، كالعوامل الاجتماعية والثقافية والدينية والاقتصادية.

ب- **المدن الحديثة (المصنعة): (المصممة مثل الاحياء الحديثة في اطراف بغداد)** أن المدن الحديثة تأثرت بالنمو الحديث، وذلك عن طريق البحث عن الفضاء الموجب وتأكيد مركزية النمو الحضري من خلال خمسة مكونات أساسية في بنية النسيج الحضري وهي (المباني، ومحاور حركة المشاة، والفضاءات المفتوحة "الحدائق العامة"، وشوارع الحركة، ومواقف السيارات) من خلال التعامل مع العناصر الأساسية في بنية النسيج الحضري للمدينة بوصفها مراحل ديناميكية متداخلة، اي تأكيدها على العوامل المادية وتحييد العوامل الاخرى.

أكد (Alexander) في تعريف بنية النسيج الحضري عن طريق تعريف محاور المشاة، إذ إن ارتباطات محاور المشاة تعرف النسيج الحضري، في حين أن اعتماد المدن الحديثة مبدأ التدرج الوظيفي في التنطيق وفي العلاقات بين أجزاء المدينة وعزل الفعاليات المختلفة أدى الى تجزئة نسيج المدينة. كما أكد فكرة المركز الحضري التي تتداخل فيه الفعاليات مقابل التدرج الفضائي إذ يظهر التكامل الشمولي في مراكز المدن التقليدية (تبني مبدأ الاستنباط)، بينما تبنى المدن الحديثة وفق أجزاء موضعية فيكون الكل مجموع من أجزاء موضعية ولا يمتلك كياناً خاصاً مميزاً (تبني مبدأ الاستقراء) (Alexander, 1987, p93).

ب- **مدينة بغداد:**

تعتبر محافظة بغداد من اصغر محافظات العراق مساحة لكنها تحوي اكبر كثافة سكانية تتوزع ضمن حدود امانة بغداد واقضية المحافظة الاخرى، وتعتبر بغداد مدينة عواصمية Metropolitan City يقطن مركزها أكثر من خمسة ملايين نسمة. وتعتبر محوراً رئيسياً للعراق وتسيطر على الاقتصاد العراقي وتحتفظ بثروة طبيعية وثقافية هائلة. أما حدودها الداخلية Inner Zone فتمتد حوالي 15-35 كم عن المركز (ساحة التحرير) وحوالي 35-70 كم ضمن إطارها الخارجي Outer Zone (بغداد الكبرى) وبدأت هذه المدينة العواصمية المتوسطة على الشريط الطولي لنهر دجلة وأستمر الامتداد على المحور الشمالي الجنوبي محاذياً لهذا الشريط ثم توسعت إلى الجهات الشرقية والغربية (مخطط 2) (شكل 1).

وفق مصادر وزارة التخطيط والتعاون الانمائي والتقديرات المطروحة في دراسات سابقة فان مجموع سكان بغداد قد بلغ 7.145 مليون نسمة من مجموع سكان العراق البالغ عددهم 29.682 مليون نسمة (عام 2007) **ومن المتوقع ان يصل عدد سكان محافظة بغداد ما يقرب 11.444 مليون نسمة** من سكان العراق المتوقع وصول عددهم ما يقرب 63.025 مليون نسمة (عام 2030) .

ت- **قراءة استشرافية لمدينة بغداد المستقبلية A Prediction for Baghdad City of the Future**

وفق الية برنامج SWOT لتحليل البيئة الداخلية والخارجية لمدينة بغداد، يمكن الوصول الى النتائج الآتية:

مواطن القـوة Strength:

- توجيه سياسة الدولة لأستخدام تكنولوجيات نظم المعلومات وتطبيقاتها وتهيئة المناخ الأداري.
- توافر الدعم المالى والفنى لتطوير الكوادر البشرية.
- أهتمام المؤسسات الأجنبية المانحة والتى تقوم بالدعم والتمويل لمثل هذه المشروعات.
- تطور مناهج التعليم التخطيطى لتقبل التطور التكنولوجي.
- ممكن توفير البرمجيات وأجهزة الحاسبات الآلية التى تدعم أستخدام تكنولوجيات نظم التحليل الاستشرافي.

مواطن الضعف Weakness:

- ضعف شبكة الربط والأتصال بين المؤسسات التى تدعم المنظومة المعلوماتية.
- عدم تقبل بعض الأفراد من داخل الهيكل المؤسسى للتعامل مع التقنيات الحديثة.

- مازالت الأجهزة ومؤسسات التخطيط العمراني ليست على وعى كامل بتقنية استشراف المستقبل وتطبيقاتها فى مجال التخطيط والتصميم العمراني.
- ضعف الهيكل المعلوماتي لقواعد البيانات الرقمية سواء المكانية او الوصفية.
- عدم وجود نوع من التوحيد القياسى سواء للمعايير البنائية، والرموز الحضرية.
- مازال النظام العمراني لأدارة منظومات المدينة يحتاج الى تطوير جوهرى وأسلوب متطور لتناول مشاكلها.
- لازال الأسلوب التقليدي في أدارة عمليات التخطيط العمراني يستخدم في المؤسسات الحضرية والعمرانية.

الفـرص Opportunities:

- توفر البيانات والخرائط فى صورتها الرقمية بالرغم من عدم دقتها.
- ضرورة وجود أستراتيجة شاملة تدعم وتحسن الأندماج الأداري Organizational Integration. وذلك لتنفيذ برامج التطوير وتطبيقات نظم المعلومات العمرانية والجغرافية مثل بنك المعلومات، لأن البيانات فى مفهومها الحديث هي تجميعة مرة واحدة مع امكانية أستخدامها فى عدة مجالات لعدة مرات.
- تقليل المساحة التى تتضمنها الوحدة الأحصائية لتجميع البيانات الديموغرافية، الأقتصادية، او العمرانية عنها.
- تطوير أداء الكوادر البشرية بالتعامل مع البرمجيات الخادمة لـ GIS والأستفادة من أمكانياتها التحليلية والوسائل المتاحة لأسترجاع المعلومات وعرضها.

المخاطر Threats:

- ندرة العمالة المدربة على صيانة الابنية التراثية وطريق ادخالها ضمن السياق الحضري.
- تسرب الكوادر البشرية المعمارية والتخطيطية المدربة من داخل القطر الى خارجه.
- اعتماد المخطط الكلي على أجهزة الحاسوب فى أعداد المخطط من دون دخول الانسان بمعارفه وحواسه المتنوعة.
- الأعتماد على خرائط رقمية ذات عمومية فى المعلومات (ثنائية الابعاد) وغياب البعد الثالث والبعد الرابع عن مخططات التنمية الحضرية، والتى تؤثر بشكل مباشر على صياغة المخطط العمراني.

من خلال تحليل الـ SWOT واختبار الإطار المعرفي المطروح لقياس أبعاد هوية مدن المستقبل –وفق الأبعاد الجديدة للمدن- بتطبيق الإطار الخاص بمدن المستقبل في مدينة بغداد، تبين صفات هويتها المستقبلية وتعكس تحولاتها، ابتداء من التعرف على مستويات مختلفة تتمثل بخصائص مختلفة لها، والأنماط التي نمت، وعلى أهم الممارسات التخطيطية للمدينة التي تعد نماذج تمثل التغير في البنية الفكرية، وانتهاء بوضع نموذج لسيناريوهات افتراضية للتخطيط المستقبلي لمدينة بغداد (يمثل آلية الارتباط والتفاعل بين المؤثرات الداخلية والمؤثرات الخارجية وبين الأبعاد الجديدة لاحتمالات مستقبل المدينة).

من المستحيل فهم القوى التي تشكل مدننا من منظور أو مقياس واحد فقط وبالتالي تأسيس هوية لها. ان فهم المدينة المعاصرة المصنعة الذي على أساسه يتم تشكيل المدينة المستقبلية وهويتها، يتطلب ان نتمسك بالتفاعلات المعقدة بين الاماكن الحضرية التي امتازت بها مدننا المبنية –كمواقع ثابتة ومستقرة تحتفظ بالحياة الثقافية والاقتصادية والاجتماعية– وبين التقنيات الحضرية الجديدة بتدفقاتها المتنوعة الافكار والمعلومات والخدمات، التي تنتقل بسرعة من مكان الى اخر خلال الأماكن الحضرية بأساليب لحظية عبر الفضاء الجغرافي والسايبرتي. لذلك يمكن طرح سيناريو لمستقبل مدينة بغداد وفق رؤية المدن المصنعة (تجارب وتأثيرات الحقول العلمية والمعرفية الحديثة)، وسيناريو اخر لتجربة المدن المبنية (التي نمت بهدوء وبمراحل متسلسلة بأيجابياتها وسلبياتها لتصل الى تحقيق انسانية الانسان عن طريق الصح والخطأ للوصول الى الحالة المثالية – الواقعية.

اولا- **سيناريو نموذج بغداد كمدينة تنافسية مصنعة:**

يمكن ان تعد بغداد في المستقبل مدينة عواصمية ومحورا رئيسا للعراق، تنمو لتكون مدينة عالمية (كما تطرح مخططات التنمية الحضرية لبغداد 2030) باعتبارها ستصبح عقدة رئيسة في الشبكات الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والسياسية في العالم ينافس نموذج دبي، نيويورك، هونغ كونغ، تعكس هويتها التحولات بين الثنائيات المتضادة، حاوية بؤرا تمفصلية مع العالم متمثلة بالساحات والفضاءات الذكية، ويتحقق هذا السيناريو من خلال:

1. بنية المدينة City structure:

- التحول من منظومة التدرج الهرمي لمنظومة الشبكة.

- الوحدة التخطيطية عبارة عن خلايا مجتمعية ذات انوية مختلفة الوظائف مكتفية ذاتيا.
- متصل حضري عالمي.
- حجم الخلية المجتمعية يرتبط بمستوى التقدم التكنولوجي ونوعية النواة ونمط البيئة الحضرية.

2. الامتداد العمراني والنمو الحضري Urban sprawl – urban growth:

- ظهور انوية جديدة على اطراف المدينة تمثل نشأة خلية مجتمعية جديدة.
- اختفاء الحدود الفاصلة بين بغداد المدينة وبغداد الكبرى على غرار نموذج طوكيو ونيويورك.

3. استعمالات الاراضي Land uses:

- استعمالات مختلطة تحقق الاكتفاء الذاتي وتقلل الحركة بين الخلايا.
- نواة الخلية المجتمعية قد تكون نشاط اقتصادي (صناعة- سياحة- تجارة)، ميناء نهري او جوي او محطة قطار او مترو الانفاق، خدمة عامة (تعليمية- ثقافية- رياضية ...)

4. تركيب الهيكل العمراني Urban structure:

- ابراج شاهقة الارتفاع مختلطة الاستعمالات في مركز المدينة وفي الخلايا المجتمعية تحقق فكرة مدينة الغد.
- انخفاض ارتفاعات المباني تدريجيا مع تباعد الخلايا.
- صياغة معمارية ابداعية للمباني والعلامات المميزة على نمط ظاهرة دبي.

5. شبكات الحركة والمواصلات Transportation & Movement Network:

- استخدام انماط حركة متنوعة تفصل بين حركة السيارات والقطارات والسابلة.
- ادخال انماط نقل جديدة كالمترو والقطارات السريعة والكبسولة المتحركة وغيرها من التقنيات الجديدة.

6. الاتصالات Communication Network:

- استخدام التليمانية والفضاء السايبري وبنية الذكاء في المنظومات الحضرية والاتصالية.
- توفير ساحات الخدمة التليمانية وفضاءات الواقع الافتراضي على المستوى الحضري للمدينة لخدمة المواطنين والسياح.

7. الكثافات السكانية Population densities:

- كثافات مرتفعة لتعظيم الاستفادة من مساحة الارض عن طريق مباني مرتفعة.
- كثافة سكانية منخفضة في مناطق الرفاهية العالية.

8. التأثير على البيئة Environmental impact:

- استخدام الطاقة النظيفة.
- حجم المخلفات الناتجة يساوي صفر.
- استخدام العمارة الخضراء.

9. الحياة الاجتماعية Social life:

- تحول الوحدة الاولية للمجتمع من الاسرة الى الفرد وما يمتلكه من وسائط للتعبير عن الحرية والديموقراطية.
- الحياة الاجتماعية للفرد وفق النموذج الرأسمالي.

10. ادارة المدينة City management:

- ادارة ذاتية.
- التحول الى الحاكمية.
- انخفاض مستوى المركزية.
- صدارة دور القطاع الخاص لادارة الخلايا العمرانية.
- اقتصار دور الدولة في توفير البنية التحتية العامة الاستشارية لكل خلية مجتمعية.

11. البنية التحتية والطاقة Infrastructure & energy:

- وحدات محلية لمعالجة المخلفات وتدويرها لاتحتاج الى مساحات كبيرة.
- المشكلة الاساسية بالنسبة لمدينة المستقبل في توفير المياه والطاقة النظيفة للتجمع العمراني الكبير.
- استخدام تقنيات الاستدامة في توفير الطاقة النظيفة وتدويرها على غرار المركبات الفضائية وتقنيات الوحدة السكنية لبيل كيت (مؤسس شركة مايكروسوفت).

12. المنهج التخطيطي Planning method:

- اساليب التخطيط الاستراتيجي التي تهدف الى الحفاظ على التنافسية بين الخلايا وتحسين المنتج الحضري.
- ادخال المناهج العلمية من نظريات حضرية وعلوم تطبيقية وعلوم صرفة في عملية تصنيع مكونات المدينة المستقبلية.

13. مركز المدينة التأريخي Historical City Center:

- ازالة النسيج والابنية المتهرئة، وابدالها بنماذج حضرية متطورة عمرانيا وتقنيا على غرار نموذج تطوير دبي،

والابقاء على بعض الابنية الحفاظية ذات القيمة العمرانية الجيدة.

- تحويل المعالم والابنية التراثية واسلوب الحياة التقليدية الى صور وافلام تعرض على الواقع الافتراضي من خلال شاشات عملاقة وواجهات المباني الجديدة بتقنيات عالية.

ثانيا- **سيناريو نموذج بغداد كمدينة تعاونية مبنية:**

يمكن ان تعد بغداد في المستقبل مدينة انسانية ونموذج قابل للعيش، تنمو لتكون مدينة عالمية بصفاتها الاسلامية (كما يطرح البحث لبغداد 2050)، باعتبارها ستصبح عقدة رئيسة في الشبكات الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والسياسية في العالم، تعكس هويتها التحولات الديناميكية لوسطية الاسلام، حاوية بؤرا تمفصلية مع العالم متمثلة بتأريخها وتراثها وقيم سكانها وروح المكان لفضاءاتها الحضرية. لتصبح نموذج يكمل ويوازي دمشق، روما، براغ، باريس، في قابلية ترحيله الى المستقبل، ويتحقق هذا السيناريو من خلال:

1. **بنية المدينة City structure:**

- استمرارية منظومة التدرج الهرمي على مستوى المدينة ومركزها وعلى مستوى القطاعات.
- الوحدة التخطيطية عبارة عن خلايا مجتمعية ذات انوية مختلفة الوظائف تكمل الواحدة الاخرى.
- متصل حضري.
- حجم الخلية المجتمعية يرتبط بمستوى تطور العلاقات الاجتماعية والتقدم التكنولوجي ونمط البيئة الحضرية.

2. **الامتداد العمراني والنمو الحضري Urban sprawl – urban growth:**

- ظهور انوية جديدة على اطراف المدينة تمثل نشأة خلية مجتمعية جديدة.
- **تعريف الحدود الفاصلة بين مركز بغداد وبغداد المدينة** على غرار نموذج دمشق وروما وباريس.

3. **استعمالات الاراضي Land uses:**

- استعمالات مختلطة تحقق الاكتفاء الذاتي وتقلل الحركة بين الخلايا.
- نواة الخلية المجتمعية **تتحقق من خلال وحدة الجيرة.**

4. **تركيب الهيكل العمراني Urban structure:**

- **الابتعاد عن الابراج شاهقة الارتفاع،** مختلطة الاستعمالات في الخلايا والاعتماد بصورة رئيسية على الارتفاعات المنخفضة والمتوسطة الارتفاع.
- ارتفاع المباني تدريجيا مع تباعد الخلايا **لتحقيق المقياس الانساني.**
- صياغة معمارية ابداعية للمباني والعلامات المميزة على نمط مدينة دمشق، روما، باريس، براغ.

5. **شبكات الحركة والمواصلات Transportation & Movement Network:**

- استخدام نمط الحركة المتكاملة بين حركة السيارات والقطارات والسابلة.
- ادخال انماط نقل جديدة كالمترو والقطارات السريعة والكبسولة المتحركة وغيرها من التقنيات الجديدة والمبتكرة تتداخل مع السياق الحضري التقليدي.

6. **الاتصالات Communication Network:**

- استخدام التليمانية والفضاء السايبري وبنية الذكاء في المنظومات الحضرية والاتصالية بحيث لاتوثر على السياق الحضري التقليدي الانساني.
- **توفير ساحات وبيازات الفضاءات الحضرية ذات النمط العربي الاسلامي** على المستوى الحضري للمدينة وبتقنيات حديثة لخدمة المواطنين والزائرين والسياح.

7. **الكثافات السكانية Population densities:**

- **كثافات مرتفعة من خلال تضام النسيج،** ومتوسطة في الاماكن الاخرى.
- كثافة سكانية منخفضة متداخلة مع المساحات الخضراء.

8. **التأثير على البيئة Environmental impact:**

- استخدام الطاقة النظيفة.
- حجم المخلفات الناتجة يقترب من الصفر.

9. **الحياة الاجتماعية Social life:**

- **اساس تكوين الوحدة الاولية للمجتمع هي العائلة،** وان الفرد جزء مهم له حريته واستقلاليته ولكن بما لايتعارض مع الجماعة.
- **الحياة الاجتماعية للفرد وفق النموذج الاسلامي.**

10. **ادارة المدينة City management:**

- ادارة جماعية.
- **التحول الى الشورى.**
- **الاعتماد على المركزية في القرار واللامركزية للتنفيذ.**

- صدارة دور القطاع الخاص والقطاع التعاوني في ادارة الخلايا المجتمعية.
- الاعتماد على دور الدولة في توفير البنية التحتية العامة الاستشارية لكل خلية مجتمعية.

11. البنية التحتية والطاقة Infrastructure & energy

- وحدات محلية لمعالجة المخلفات وتدويرها لاتحتاج الى مساحات كبيرة.
- المشكلة الاساسية بالنسبة لمدينة المستقبل في توفير المياه والطاقة النظيفة للتجمع العمراني الكبير.
- استخدام تقنيات الاستدامة في توفير الطاقة النظيفة وتدويرها على غرار **الاستدامة في النسيج العربي الاسلامي التقليدي** مع ادخال بعض التقنيات الحديثة.

12. المنهج التخطيطي Planning method:

- اساليب التخطيط الاسلامي الذي يهدف الى **اعادة التعاونية الى مشهده الحضري.**
- ادخال المناهج العلمية والانسانية من نظريات حضرية وعلوم تطبيقية وعلوم صرفة في عملية بناء تدريجي لمكونات المدينة المستقبلية، وبما لا يتعارض مع خصائصها وصفاتها المميزة.

13. مركز المدينة التأريخي Historical City Center:

- **الحفاظ على النسيج والابنية التراثية، وتطويرها لادخالها ضمن السياق الحضري للمدينة** بما يحقق بيئة حضرية متطورة تلبي متطلبات انسان قرن الحادي والعشرين على غرار نموذج باريس وروما.
- **تحويل المعالم والابنية التراثية واسلوب الحياة التقليدية الى نمط حياة جديدة وقابلة للعيش،** عن طريق انعاشها بوظائف تتلائم مع نمطها وذات استمرارية لطول اليوم.

9- استنتاجات سيناريوهات مستقبل تطوير بغداد:

عملية اعادة صياغة مستقبل مدينة بغداد عن طريق توفير إطار زمني لبناء ستراتيجيات طويلة المدى، من خلال ما تتيحه الدراسات المستقبلية من إضفاء طابع مستقبلي طويل المدى على تفكيرنا كعلامة مهمة من علامات النضج العقلي والرشادة فى اتخاذ القرارات. واننا بحاجة لتحقيق هذه الغاية الى الدراسات الاستشرافية للمستقبل، تساعدنا على صنع مستقبل أفضل، وذلك بفضل ما تؤمنه من منافع متعددة، من أهمها ما يأتي:

1. اكتشاف المشكلات قبل وقوعها، ومن ثم التهيؤ لمواجهتها أو حتى لقطع الطريق عليها، والحيلولة دون وقوعها. وبذلك **تؤدي الدراسات المستقبلية وظائف الإنذار المبكر،** والاستعداد المبكر للمستقبل، والتأهل للتحكم فيه، أو في الأقل للمشاركة فى صنعه.
2. إعادة اكتشاف أنفسنا ومواردنا وطاقاتنا، خاصة ما هو كامن منها، والذي يمكن أن يتحول بفضل العلم إلى موارد وطاقات فعلية. وهذا بدوره يساعد على **اكتشاف مسارات جديدة يمكن أن تحقق لنا ما نصبوا إليه** من تنمية شاملة سريعة ومتواصلة. ومن خلال عمليات الاكتشافات وإعادة الاكتشاف هذه، تسترد الأمة الساعية للتنمية الثقة بنفسها، وتستجمع قواها وتعبىء طاقاتها لمواجهة تحديات المستقبل.
3. **بلورة الاختيارات الممكنة والمتاحة وترشيد عملية المفاضلة بينها**. وذلك بإخضاع كل اختيار منها للدرس والفحص بقصد استطلاع ما يمكن أن يؤدى إليه من تداعيات، وما يمكن أن يسفر عنه من نتائج. ويترتب على ذلك المساعدة فى توفير قاعدة معرفية يمكن للناس أن يحددوا اختياراتهم السياسية والاجتماعية والاقتصادية فى ضوئها، وذلك بدلاً من الاكتفاء بالمجادلات الآيديولوجية والمنازعات السياسية التي تختلط فيها الأسباب بالنتائج.

وهكذا بالنسبة لهذا المشروع العمراني المستقبلي الذي نتمنى ان يصبح هاديا لنا، فإن الدراسات المستقبلية تسهم فى ترشيد عمليات التخطيط واتخاذ القرارات من بابين:

- **توفير قاعدة معلومات مستقبلية للمخطط الحضري وصانع القرار المعماري،** أي توفير معلومات بشأن البدائل الممكنة وتداعيات كل منها عبر الزمن، ونتائج كل منها عند نقطة زمنية محددة فى المستقبل.
- **ترشيد ما يجب أن يسبق عملية اتخاذ القرارات بشأن الخطط الحضرية والسياسات التنموية الاستراتيجية** على مستوى النخبة المعمارية والجماهيرية، بقصد بلورة القضايا وبيان الاختيارات الممكنة، وما ينطوى عليه كل اختيار من مزايا أو منافع ومن أعباء أو تضحيات. إذ تؤمن التنبؤات المشروطة التى تقدمها الدراسات المستقبلية فرصاً أوسع للاتفاق أو للاختلاف على أسس واضحة.

تم استعراض نموذج المدن المبنية والمصنعة، والتي تعود بمرجعيات مختلفة لهذين النموذجين. فبعد **ان اخذت المدينة المبنية مراحل عدة في نموها التدريجي، ملبية متطلبات الانسان، جعلت من هذا الانسان يقوم بنحت كتلها وفضاءاتها واماكنها، من خلال مشاعره واحاسيسه ومتطلباته الحياتية والروحية، فجاءت هذه المدينة كجزء لايتجزأ من مكملات حياة الانسان. اما المدن المصنعة فأنها ظهرت فجأة وبدون تهيأة مسبقة، من خلال تصنيع مكوناتها خارج البيئة التي يعيش فيها الانسان، ونصبت ابنيتها بسرعة لم يتمكن الانسان من استيعاب هذه التحولات السريعة، مما ولد انفصال بين الانسان والنتاج المعماري كونه لم يلبي طموحاته النفسية والحسية ومتطلباته المادية والوظيفية.**

المدن المصنعة تتبع نمطا تخطيطيا مختلفا عن نمط المدن المبنية، حيث تبدو الشوارع وكأنها اساسية في التخطيط وتفرض نفسها على حساب المباني والكتل المحيطة، اضافة الى انها احيانا كثيرة ما تتبع التقسيمات الشطرنجية والخطوط المستقيمة التي تنطلق من الميادين والساحات الكبيرة وتجري بكافة الاتجاهات والزوايا ولكن بخطوط مستقيمة.

وهذا الاختلاف الرئيسي في التنظيم الكلي الهيكلي للنموذجين له انعكاسات ومفاهيم مهمة في آلية وطبيعة ادراك الحيز الفراغي اوعلاقته بالمحيط من فراغات الحركة كالشوارع والممرات والطرقات، بالاضافة الى آلية تشكيل النسيج العمراني الحضري ككل بين النموذجين. والاختلاف الجوهري بين الثقافات المختلفة. او بين التصميم في العمارة العربية التقليدية وبين العمارة الغربية، انما يكمن في طبيعة التوازن بين سيطرة احدى المجموعتين على الاخرى والاهمية التي تكتسبها ضمن التصميم.

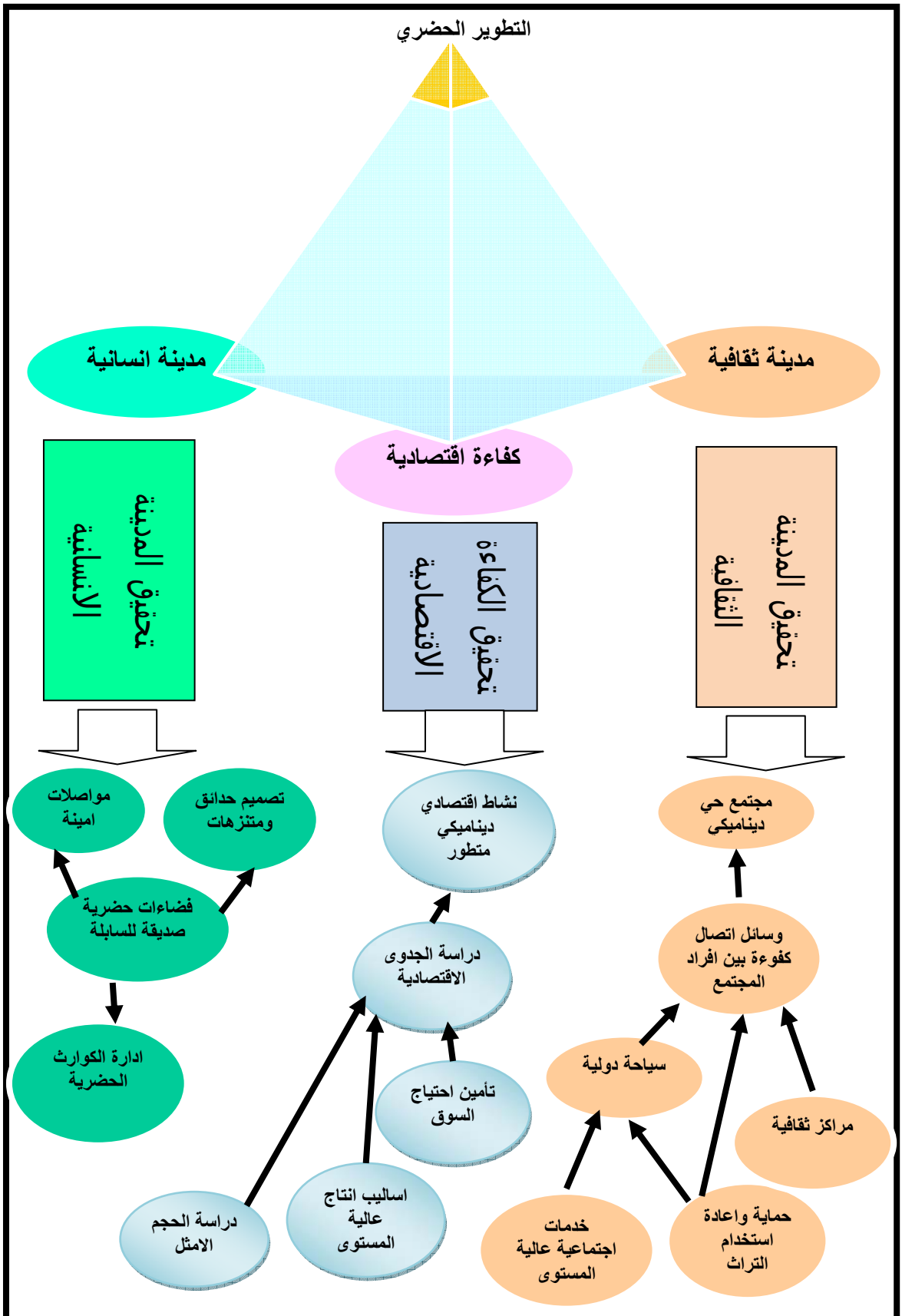
- تتأثر صيرورة بقاء المدن (المتمثلة بالمدن التقليدية المبنية والمدن المعاصرة المصنعة) بحسب المرجعية الفكرية التي تتبناها، وتوصل البحث الى **خطورة (الاقتراب الشديد من النظريات العلمية، والابتعاد كثيرا عن النظريات الانسانية)**، في التصميم الحضري للمدينة، وضرورة **الابتعاد عن (العملقة في العمران واستخدام ناطحات السحاب) لمستقبل مركز بغداد التأريخي، وكذلك في المجمعات السكنية.**
- تختلف مؤشرات المدينة المبنية عن المدينة المصنعة، فمثلا **تظهر مفردات وخصائص المدينة العربية الاسلامية في المدن المبنية بقوة**، وتكاد تختفي اشتقاقات النظريات العلمية فيها، في حين **تظهر النظريات العلمية في المدن المصنعة بقوة**، وتكاد تختفي خصائص المدينة الاسلامية فيها. بينما تركز المدن المبنية على النظريات السلوكية للمجتمعات العربية الاسلامية، ويقل تأثير النظريات الانثروبولوجية والعلمية فيها.
- تتخذ **المدن المصنعة المدينة المعلوماتية والمدينة الذكية اساس في نظرتها المستقبلية**، بينما تستطيع المدن المبنية من ادخال المعلوماتية ضمن سياقها المستقبلي وتحيد الذكاء الاصطناعي، كونها تركز على ذكاء الانسان وليس ذكاء منظومات المدينة.
- تستند **المدن المصنعة على الحتمية في علاقات التنبؤ**، بينما تستند **المدن المبنية على الاحتمالية**، وهذا واضح في طريقة تخطيطها العضوي وعنصر المفاجئة والتشويق والمفردات التي توفر احتمالات متعددة.
- تركز **المدن المصنعة على دراسات النظريات كوسيلة للتنبؤ**، بينما تتخذ **المدن المبنية دراسات النسق، النمط، البنية، البعد الاركيولوجي للمدينة، لازمانية المدينة كوسائل متعددة للتنبؤ بمستقبلها.**
- تشترك **المدن المصنعة والمبنية المختبرة باتخاذ التنبؤ الوصفي** في مخططاتها التنموية الحضرية المستقبلية، **ولم يظهر التنبؤ المعياري في دراساتها المستقبلية** - رغم اهميته الكبيرة-.
- **ظهرت خطط مدينة بغداد المستقبلية تخبطها بين النموذجين وغياب الكثير من مفردات المدن المبنية.**
- **تعددت المراكز في بغداد (نويات متعددة) من جهة، ووجود تجارة الجملة في مركز بغداد التأريخي من جهة اخرى جعلت المركز يموت ليلا.**
- **تركز التنمية الحضرية لمدينة بغداد على الاستدامة وانعاش المدينة –وهذا جيد- ولكن ان تكون من خلال الاستثمار فأن ذلك هي الخطورة الكبيرة التي تهدد مستقبل مدينة بغداد وساكنيها.**
- يستنتج البحث ان مهمات التخطيط اتسعت بشكل كبير ادى الى توسع مستوى المسؤولية الملقاة على عاتقه واخرج التخطيط عن نطاقه التقليدي، **فليس من المعقول ان تبقى المخططات الانمائية والتنموية**

لمدينة بغداد على المناهج التقليدية نفسها واساليبها القديمة، لان مشاكل اليوم هي نتاج فكر وطروحات النظريات الحضرية الوضعية التي اثرت على المدينة في القرنين التاسع عشر والعشرين.

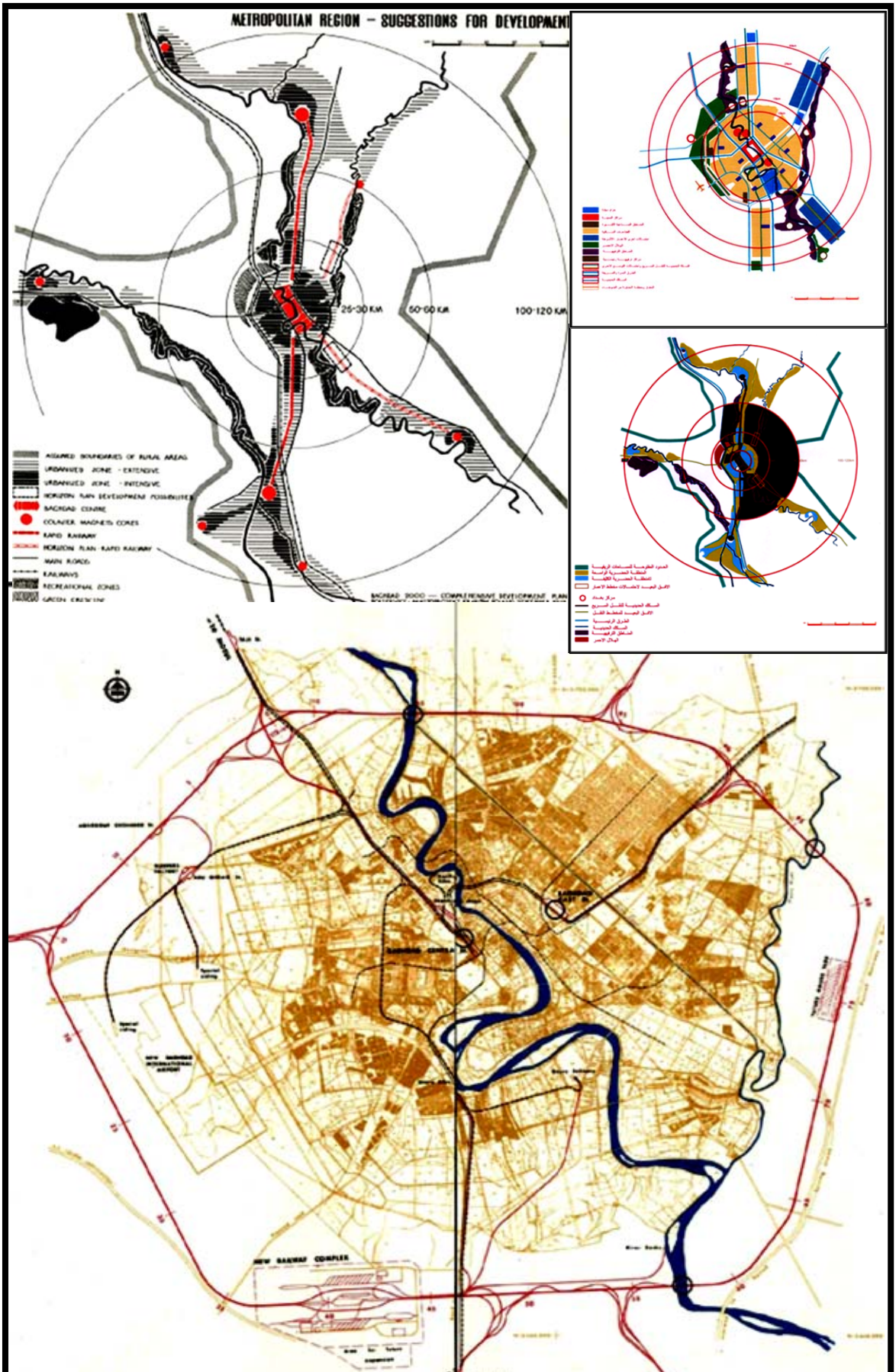
- ضرورة استفادة الخطط التنموية لمدينة بغداد من **نموذج المدن الاوروبية التقليدية المبنية وخططها التطويرية لاقترابه مع مستقبل المدن العربية الاسلامية المبنية اكثر بكثير من النموذج الامريكي الهجين** والمتبنى من قبل تطوير دبي وما افرز من مشاكل حضرية كبيرة.

مصادر البحث

- Alexander, Christopher; **Anew Theory of Urban Design**; Oxford University Press; N.Y., USA, 1987.
- Broadbent, Geoffrey; **Emerging Concepts in Urban Space Design**; Van Nostrand Reinhold, London, 1990.
- Mclouglin. J. B.; **Urban and Regional Planning- A system Approach**; Faber and Faber ltd, London, 1973.
- ابن خلدون، عبد الرحمن: **المقدمة**: بيروت، دار العودة،1981.
- سكرية، منى: **الاستشراف**: الحياة، 2008.
- سلوم، سعد؛ **افاق ستراتيجية: عصر صناعة المستقبل ستراتيجية الانعتاق من فوضى القرن الحادي والعشرين؛** http:/ /www .alsabaah. 2009 com/paper. php? source= akbar&mlf= interpage&sid=10617
- العزاوي ،هشام عدنان؛ **أثر تغيير البنية الفكرية على هيئة النسيج الحضري:** اطروحة دكتوراه غير منشورة، جامعة بغداد، كلية الهندسة، 1998.
- عكاش، سامر: **الفكر المعماري الجديد في بداية القرن الجديد: الملف الثاني – حاضر العمارة بين وهمي النظرية والتاريخ**: المستقبل العربي، العدد263، مركز دراسات الوحدة العربية ، لبنان، 2001.
- عبد الباري، د.وائل إسماعيل حسن: **أسس مجتمع المعلومات العربي - قراءة للأبعاد المعرفية والتقنية في المجتمع العربي**: 2008.
- مجيد، سمعان: **مستقبل عمارة المجتمعات الاسلامية وفق مفهوم حوار الحضارات**: اطروحة دكتوراة، جامعة بغداد، كلية الهندسة، قسم الهندسة المعمارية، 2009.
- جامعة دمشق: **وقائع مؤتمر التنمية الاقليمية لدمشق**: كلية الهندسة المعمارية، سوريا، 2007.
- جامعة عجمان: **وقائع مؤتمر الامارات للتخطيط العمراني**: كلية الهندسة المعمارية، الامارات، 2008.



(مخطط 1) استراتيجيات التجديد الحضري لتحقيق مدينة المستقبل الانسانية (الباحث عن مؤتمر الامارات للتخطيط العمراني، 2008)



(مخطط 2) مشروع سكة الحديد الدائري وفكرة حلقات بغداد المتعددة (التصميم الانمائي الشامل لمدينة بغداد، بوليبرفس)


استخدام المواد البنائية المصنعة فى اكساء واجهات ابنية قديمة مهمة اضر بهوية مركز بغداد التأريخى


بالرغم من سهولة ودقة تغليف الواجهات بمادة الالمنيوم، الا انها غريبة على سياق حضرى تقليدى


يعتبر تطوير الواجهة النهرية امام مجمع المحاكم محاولة خجولة لاتنتمى لاستراتيجية واضحة لتطوير مركز بغداد


لقطات مؤلمة لشارع الرشيد وشارع المتنبى وضياع صورة جميلة لتراث عمرانى عريق

(شكل 1) صور بغداد – واقع حال مركز بغداد التأريخي (الباحث)

Comparative Biosorption Of Pb(II), Cr(III) AND Cd(II) Ions In Single Component System By Live And Dead Anaerobic Biomass, Bath Study

Abbas H. Sulaymon, Baghdad University,
Shahlaa E. Ebrahim and College of Engineering,
Mohanad J. Mohammed Ridha Environmental Engineering Department

ABSTRACT

In this study, dead and live anaerobic biomass was used in biosorption of Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions from a synthetic wastewater. The biosorption was investigated by batch adsorption experiments. It was found that, the biosorption capacities were significantly affected by biosorbent dosage. The process follows Langmuir isotherm (regression coefficient 0.995, 0.99 and 0.987 for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions, respectively, onto dead anaerobic biomass) model with uniform distribution over the biomass surface. The experimental uptake capacity was 51.56, 29.2 and 28 mg/g for Pb(II), Cr(III) and Cd(II), respectively, onto dead anaerobic biomass, compared with 35, 13.6 and 11.8 mg/g for Pb(II), Cr(III) and Cd(II), respectively, onto live anaerobic biomass. The percentage reductions of live compared with dead anaerobic biomass in uptake capacity were 32.3, 53.4 and 57.8 for Pb(II), Cr(III) and Cd(II), respectively. The results indicated that, the dead anaerobic biomass is suitable as an efficient biosorbent for the removal of Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions from wastewater.

Keywords: **Wastewater, Heavy metal, Live / dead anaerobic biomass, Biosorption, Isotherm**

الخلاصة

تم استخدام الكتلة الحيوية اللاهوائية الميتة والحية في عملية الامتزاز الحيوي لايونات عناصر الرصاص، الكروم الثلاثي والكادميوم من مياه الصرف. تم التحري عن الامتزاز الحيوي بواسطة تجارب نظام الدفعة. وجد ان قابلية الامتزاز الحيوي تتاثر بشكل واضح بواسطة كمية المادة الحيوية المستعملة. عمليات الامتزاز الحيوي اتبعت موديل Langmuir مع معامل انحدار 0.995، 0.99 و0.987 لكل من ايونات الرصاص، الكروم الثلاثي والكادميوم على الكتلة الحيوية اللاهوائية الميته مع توزيع منتظم على سطح الكتلة الحيوية. كانت قدرة الامتزاز التجريبية 51.56، 29.2 و 28 mg/g لايونات الرصاص، الكروم الثلاثي والكادميوم على الكتلة اللاهوائية الميتة مقارنة مع 35، 13.6 و 11.8 mg/g لايونات الرصاص، الكروم الثلاثي والكادميوم على الكتلة اللاهوائية الحية. كانت النسبة المئوية لانخفاض قدرة الامتزاز الكتلة اللاهوائية الحية مقارنة مع الكتلة اللاهوائية الميتة 32.3، 53.4 و 57.8 لايونات الرصاص، الكروم الثلاثي والكادميوم على التوالي. النتائج بينت انه الكتلة الحيوية اللاهوائية الميتة مناسبة بشكل فعال لازالة ايونات الرصاص، الكروم الثلاثي والكادميوم من مياه الفضلات.

الكلمات الرئيسية: مياه الصرف، معادن ثقيلة، كتلة حيوية اللاهوائية حية/ ميتة، الامتزاز الحيوي، التمثيل الرياضي

1. INTRODUCTION

Presence of heavy metals in wastewaters causes significant environmental problems. High concentrations of heavy metals are known to be toxic and carcinogenic to living organisms. When heavy metals are present even in a very low concentration, their concentration may be elevated through bio-magnification to a level that they start to exhibit toxic characteristics. The metals which are of greatest environmental concern are cadmium, mercury, lead, chromium, cobalt, copper, nickel and zinc, (Sahmoune et al., 2009). Metals are non-renewable from the point of resource and recovery, and important from the point of contaminants in water and wastewater; Different methods are used for the removal and recovery of heavy metals, (Spearot and Peck, 1984). Chemical methods, to effectively decrease heavy metals to acceptable levels require a large excess of chemicals, which increase the costs because of generating the voluminous sludge, (Yun and Volesky, 2003). In the meantime, biosorption of heavy metals from aqueous solutions is a relatively new technology for the treatment of industrial wastewater. The major advantages of biosorption technology are their effectiveness in reducing the concentration of heavy metal ions to very low levels and the use of inexpensive biosorbent materials (Naja, and Volesky, 2006). It is important for a biosorption process to select the most available and reliable biosorbent, (Liu et al., 2003). Both live and dead biosorbent, is derived from suitable biomass can be used for the effective removal and recovery of heavy metal ions from wastewater streams; These include bacteria, fungi, yeast and marine algae (Huifen et al., 2010). Because of the many problems inherent in maintaining active microbial populations under highly variable conditions of wastewaters, living systems are often unreliable, while non-living form, can serve as a basis for development of biosorbent materials for the efficient removal of heavy metals (Puranik et al., 2005). The use of living organisms may not be an option for the continuous treatment of highly toxic organic/inorganic contaminants, once the toxicant concentration becomes too high or when the process is operated for a long time. The amount of toxicant accumulated inside the organisms will reach saturation, beyond this point; an organism's metabolism may be interrupted, resulting in death of the organism (Vijayaraghavan and Yun, 2008). Another advantage of using dead biomass is, the sorbed metal ions can be easily desorbed and the biomass can be reused (Liu et al., 2003). The capacities of many biosorbent were found to be much higher than those of other types of adsorbents, activated carbon, natural zeolites and synthetic ion exchange resins, (Sheng, 2004), because the cell walls of these types of biosorbents contain polysaccharides and proteins having various functional groups such as amine, carboxyl, hydroxyl, sulphates, and phosphates responsible for interacting with the metals ions and dyes (Sahmoune et al., 2009). Das et al., 2007 investigated the removal of heavy metals by dead biomass in batch experiments at different pH values ranging from 3-8. The results indicated that, maximum adsorption of different metal species occurred at pH values of 4. Different models are to be developed from simple mathematical relationships, characterized by a limited number of adjustable parameters, which give a good description of the experimental behavior over a large range of operating conditions. The model used to describe the results should be capable of predicting heavy metal binding at both low and high concentrations (Vijayaraghavan and Yun, 2008). One of these models is the Langmuir isotherm model which can be represented as:

$$Q_e = \frac{q_{max} b C_e}{(1+bC_e)} \qquad (1)$$

Where: q_e(mg/g), the amount of adsorbate adsorbed per mass of adsorbent of component; q_{max} (mg/g), corresponds to the maximum achievable uptake by a system; b (l/mg), is related to the affinity between the sorbate and sorbent, and C_e(mg/l) is the final metal ions concentrations in the solution. The Langmuir model assumes that the adsorption is limited to a monolayer. The important characteristic of the Langmuir isotherm can be expressed in terms of the dimensionless constant separation factor for equilibrium parameter R_L. This is defined by: (Sahmoune et al., 2009)

$$R_L = \frac{1}{b+C_e} \qquad (2)$$

The parameter R_L indicates the shape of the isotherm as shown in **Table 1**.

Table 1 Constant parameter R_L

Another model is the Freundlich isotherm model, represented as: (Vijayaraghavan and Yun, 2008)

$$q_e = KC_e^{1/n} \qquad n>1 \qquad (3)$$

It incorporates two constants: K (mg/g)/(mg/l)$^{1/n}$, which corresponds to the maximum binding capacity; and n, characterize the affinity between the sorbent and sorbate (adsorption intensity). The Freundlich isotherm model assumed that the adsorption is a multilayer, was originally empirical in nature, but was later interpreted as the sorption to heterogeneous surfaces or surfaces supporting sites with various affinities.
The Sips isotherm model can also represents the adsorption process:

$$q_e = \frac{K_S C_e^{\beta_S}}{1+a_S C_e^{\beta_S}} \qquad (4)$$

K_S, is the Sips model isotherm constant; a_S, the Sips model constant; and β_S, the Sips model exponent Langmuir–Freundlich isotherm which derive from the limiting behavior of the equation (4), at low sorbate concentrations it effectively reduces to a Freundlich isotherm and thus does not obey Henry's law. While at high sorbate concentrations, it predicts the monolayer sorption capacity characteristics of the Langmuir isotherm (Huifen et al., 2010). The role of different physiochemical parameters associated with the sorption of lead, chromium and cadmium ions from aqueous solution by live/dead anaerobic biomass through batch method is described to compare between the biosorption capacity of dead and live anaerobic biomass for removal of these metals.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Materials (Stock Solutions)

A stock solution of lead, chromium and cadmium ions with a concentration of (1000 mg/l) were prepared by using $Pb(NO_3)_2$, $Cr(NO_3)_3$ and $Cd(NO_3)_2$ (BDH, England with minimum purity 99.5%). A 0.1599, 4.577 and 2.103 g of lead nitrate, chromium nitrate and cadmium nitrate, respectively were dissolved in 1000 ml distilled water. Dissolved metal concentrations in solution were determined by a flame atomic absorption spectrophotometer (AA) (Buck, USA).

2.2 Preparation of Biosorbent

Heterogeneous cultures including mostly anaerobic bacteria, yeast fungi and protozoa of sorbents were taken from Al-Rostomia'a third extension drying bed. Anaerobic and facultative anaerobic microorganisms (*Aeromonas species, E-coli, Pseudomonas aerginrsa, Clostridium, Staphylococcus sp and Salmonella sp)* were found in the sludge taken from the drying beds.

2.2.1 Live anaerobic biomass (LAB)

A mixed culture of anaerobic bacteria, yeast and fungi were grown in laboratory for 30 days. Nutrients were added as a soluble organic mixture. Growth media contains: 13.34, 4, 0.4, 12.5 and 37 g of Glucose, Peptone, K_2HPO_4, $NaHCO_3$, and Na_2SO_4, respectively, trace metals 0.12, 0.78, 0.04, 0.04 and 0.045 g of $CoCl_2.6H_2O$, $FeCl_2.4H_2O$, $MnCl_2.4H_2O$, $NaMoO_4.2H_2O$ and $NiCl_2.6H_2O$ were dissolved in 5 liters of distilled water, pH was controlled to be neutral by adding 0.1M NaOH or 0.1M HNO_3, temperature was fixed to be 37°C using a heater and thermostat.

2.2.2 Dead Anaerobic Biomass (DAB)

Heterogeneous culture of live anaerobic biomass (LAB) was dried at atmospheric temperature (37-45°C) for 5 days crushed, sieved, washed with distilled water and dried at 70°C for 6 h. The geometric mean diameter was obtained to be 0.775 mm.

2.3 Batch Biosorption Experiments

Different weights of live/dead anaerobic biomass were used, (0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5, 0.55, and 0.6) g wet/dry basis by electronic balance (Sartorius BL 210S); biosorbents were placed in 12 volumetric flasks of 250 ml. A sample of 100 ml of measured concentration solution of 50 mg/l was added to each flask for single systems of Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions respectively. The experiment was performed at sufficiently high metal concentrations so that maximal uptake would be achieved. The pH of the metal solutions was adjusted to the desired value (pH=4) using 0.1M NaOH or 0.1M HNO_3. The flasks were then placed on a shaker (HV-2 ORBTAL, Germany) and agitated continuously for 4 h at 200 rpm and (33±3°C). The samples were filtered by 42 Whatman filter paper, few drops of 0.1M HNO_3 were added to the samples to decrease the pH value below 2 in order to fix the concentration of the heavy metals during storage before analysis (APHA, 1995). The final equilibrium concentrations were measured by means of an atomic absorption device (AA). The adsorbed amount was then calculated by the following equation:

$$q_e = \frac{V\ (C_0 - C_e)}{W_{(wet/dry\ base)}} \qquad (5)$$

q_e (mg/g), is the amount of heavy metals ions uptake by (LAB/DAB), C_0(mg/l) and C_e(mg/l), are the respective initial and final metal ion concentrations in the solution, respectively, V (l), is the volume of solution and W(g), is the weight of the biomass. The adsorption isotherms were obtained by plotting the weight of solute adsorbed per unit weight of biomass (q_e) against the equilibrium concentration of the solute in the solution (C_e) (Vijayaraghavan and Yun, 2008).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The obtained data for single component systems were correlated with the Langmuir, Freundlich and Sips isotherm models. The parameters for each model obtained from non-linear statistical fit of the equation to the experimental data (Statistica-v6). **Table 2** shows parameters of single solute isotherm for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions uptake onto live and dead anaerobic biomass. Biosorption capability of dead and live anaerobic biomass (DAB/LAB) for the metal ions Pb(II), Cr(III) and Cd(II) were compared individually. **Fig.1** to **Fig. 3** show that the Langmuir isotherm model was found to be favorable, R_L was found between 0 and 1for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions for both dead and live anaerobic biomass.

Fig.1. Biosorption isotherm of lead ions onto dead and live anaerobic biomass

Fig.2. Biosorption isotherm of chromium ions onto dead and live anaerobic biomass

Fig.3. Biosorption isotherm of cadmium ions onto dead and live anaerobic biomass

Table 2 Parameters of single solute isotherm for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions for live and dead anaerobic biomass.

Fig.4, shows the experimental uptake capacity was 51.56, 29.2 and 28 mg/g for Pb(II), Cr(III) and Cd(II), respectively, onto dead anaerobic biomass (DAB), compared with 35, 13.6 and 11.8 mg/g for Pb(II), Cr(III) and Cd(II), respectively, onto live anaerobic biomass (LAB). The percentage reductions of live compared with dead in uptake capacity were 32.3, 53.4 and 57.8 for Pb(II), Cr(III) and Cd(II), respectively.

Fig.4. Maximum experimental uptake capacity for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) onto live and dead anaerobic biomass.

Results can be compared for the three adsorbates in terms of adsorption capacity parameters: Pb(II) > Cr(III) > Cd(II). Since lead nitrate salt is less soluble in water in comparison with chromium nitrate and cadmium nitrate salts (solubility of salts in water are 52, 81 and 136 g/100 ml for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions). It will be expected to have a highest biosorption rate. The lead which has the highest affinity order for being adsorbed by the biomass, has the lowest hydration radius (4.01, 4.13 and 4.26 $A^{\circ}m$ for for Pb(II), Cr(III) and Cd(II)) while cadmium ion the least favorable by the biomass, has the highest hydration radius. This coincides with the fact that less hydrated ions radius are preferably accumulated at interface (Hawari and

Mulligan, 2006). **Fig.5**, shows that the removal efficiency was 99.14, 97.67 and 93.63 percent for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions, respectively, onto dead anaerobic biomass, while it was 88.56, 79.8 and 78.56 percent for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions, respectively, onto live anaerobic biomass. It was demonstrated that a concentration of 6 g/l of biomass for both dead and live anaerobic biomass could achieve very good removal efficiency when the solution concentration was 50 mg/l for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions. These results encourage using the dead biomass in all the following experimental work as biosorbent.

Fig.5. Maximum removal efficiency for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) onto live and dead anaerobic biomass

Similar results were found when dead biomass of different types to be a more efficient biosorbent of heavy metals (Huifen et al., 2010). The difference between live and dead anaerobic biomass can be explained on the basis of active metabolizing cells plasma membrane generating competing H^+ ions (Yun and Volesky, 2003). Alternatively, in dead state, the cells become more porous and allow the metal to enter and bind to the internal surfaces and functional groups as well, thus increasing metal biosorption (Liu et al., 2003). The uptake by live anaerobic biomass occurs by precipitation and transport across cell membrane and accumulation inside the cells, while by dead anaerobic biomass, it depends on precipitation, physical adsorption, ion exchange and complexation (Hawari and Mulligan, 2006). Another reason demonstrates the cause of uptake is higher by dead than live anaerobic biomass is due to the difference in surface area per unit mass of dead and live biomass. Dead biomass has higher surface area per unit mass compared with live biomass due to 70% total weight of the cell is water, thus by drying the biomass into pellets the surface area of a unit weight will increase. Therefore, to overcome the disadvantages of using live anaerobic biomass, dead biomass was recommended for heavy metals removal.

4. CONCLUSIONS

Uptake capacity by dead anaerobic biomass (DAB) is greater than the uptake capacity of live anaerobic biomass (LAB) for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions. In single system Pb(II) ions was the most favourable component rather than Cr(III) and Cd(II) ions. This is due to its physiochemical characteristics that makes it the most favourable adsorbed component, due to less solubility and highly molecular weight. Results for the three adsorbates in term of adsorption capacity parameters was: Pb(II) > Cr(III) > Cd(II).

5. REFERENCES

APHA, 1995, "Standard methods for the examination of water & wastewater", 19th Edition, American Public Health Association,Washington, DC.

Das, N., Charumathi, D., Vimala, R., 2007, "*Effect of pretreatment on Cd(II) biosorption by mycelial biomass of Pleurotus florida*", African Journal of Biotechnology, 6 (22), 2555-2558.

Hawari, H A., Mulligan N. C, 2006, "*Biosorption of lead(II), cadium(II), copper(II) and nickel(II) by anaerobic granular biomass*", Bioresource technology, 97, 692-700.

Huifen, L., Yanbing, L.,Wumeng, G., Jiali C., Lin X., Junkang G., 2010, "*Biosorption of Zn(II) by live and dead cells of Streptomyces ciscaucasicus strain CCNWHX 72-14*", Journal of Hazardous Materials, 179, 151–159.

Liu, Y., Yang, S., Xu H., Woon, K., Lin, Y., Tay, J., 2003, "*Biosorption kinetics of cadmium (II) on aerobic granular sludge"* Process Biochem., 38, 997–1002.

Naja, G., and Volesky, B., 2006, "*Behavior of the mass transfer zone in a biosorption column*", Environ. Sci. Technol., 40, 3996-4003.

Puranik, P., Modak, J., Paknikar, K., 2005, "*A comparative study of the mass transfer kinetics of metal biosorption by microbial biomass*", Hydrometallurgy, 52, 189–197.

Sahmoune, M., Louhab, K., Boukhiar, A., 2009, "*Biosorption of Cr(iii) from aqueous solutions using bacterium biomass streptomyces rimosus*", Int. J. Environ. Res., 3(2), 229-238.

Sheng, P., 2004, "*Sorption of Lead, Copper, Cadmium, Zinc and Nickel by Marine Algal Biomass: Characterization of Biosorption Capacity and Investigation of Mechanisms*", Journal of Colloid and Interface Science, 275, 131-141.

Spearot, R. M., and Peck, J. V., 1984, "*Recovery process for complexed copper-bearing rinse*", Waters Environ. 3, 124-129.

Vijayaraghavan, K., Yun, Y-S., 2008, "*Bacterial biosorbents and biosorption*", Biotechnology Advances, 26, 266–291.

Yun, Y.S., and Volesky, B., 2003, "*Modelling of lithium interference in cadmium biosorption*", Environ. Sci. Technol., 37, 3601-3608.

Table 1 Constant parameter R_L

R_L	Type of isotherm
$R_L > 1$	unfavorable
$R_L = 1$	linear
$R_L = 0$	irreversible
$0 < R_L < 1$	favorable

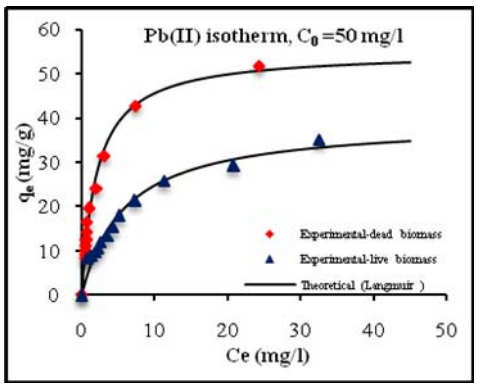


Fig.1. Biosorption isotherm of lead ions onto dead and live anaerobic biomass

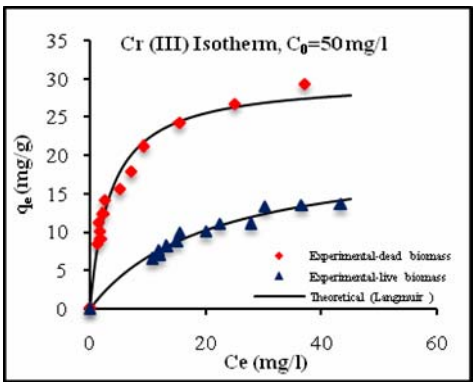


Fig.2. Biosorption isotherm of chromium ions onto dead and live anaerobic biomass

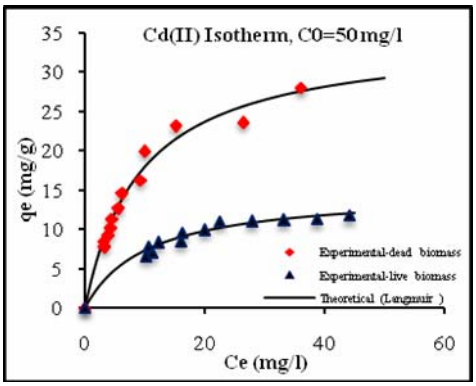


Fig.3. Biosorption isotherm of cadmium ions onto dead and live anaerobic biomass

Table 2 Parameters of single solute isotherm for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) ions for live and dead anaerobic biomass

Model	Parameters	Pb(II)		Cr(III)		Cd(II)	
		Dead	Live	Dead	Live	Dead	Live
Langmuir	$q_{max,}$	54.92	39.3	34.78	20.32	29.99	14.9
	b	0.493	0.17	0.107	0.048	0.285	0.097
	R_L	0.036	0.13	0.212	0.506	0.104	0.409
	R^2	0.995	0.987	0.99	0.983	0. 987	0.985
Freundlich	K	17.45	8.6	9.24	2.33	5.986	3.6
	n	2.73	2.43	3.02	2.06	2.26	3.07
	R^2	0.969	0.95	0.989	0.983	0.973	0.971
Sips	k_s	25.89	8.54	10.02	0.663	2.45	0.773
	$ß_s$	0.895	0.63	0.594	1.199	1.317	1.13
	a_s	0.44	0.13	0.226	0.037	0.082	0.058
	R^2	0.986	0.98	0.984	0.981	0.982	0.891

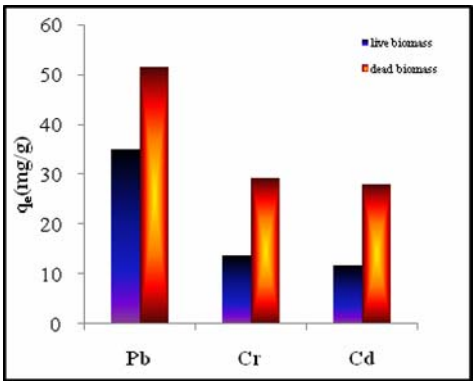


Fig.4. Maximum experimental uptake capacity for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) onto live and dead anaerobic biomass

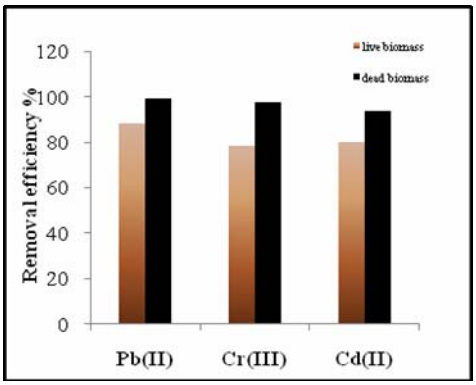


Fig.5. Maximum removal efficiency for Pb(II), Cr(III) and Cd(II) onto live and dead anaerobic biomass

الرقابة النوعية الاحصائية لمنتج صناعي في الشركة العامة للزيوت النباتية

سلمان حسين عمران

مدرس مساعد

معهد تكنولوجيا / بغداد – قسم تقنيات الميكانيك

الخلاصة

يتضمن البحث تطبيق لوحات السيطرة النوعية الاحصائية في تحسين جودة انتاج العبوة البلاستيكية المنتجة في الشركة العامة للزيوت النباتية – مصنع المأمون – وباستخدام لوحة نسب المعيب (P-chart) للعينة الثابتة لانها لا تطبق في الشركة وان الاسلوب الاحصائي في ضبط العملية الانتاجية غير مطبق بشكل دقيق لتقييم المنتوج النهائي حيث سحبت عينة حجمها (450) عبوة يوميا لمدة (30) يوم لتحديد المرفوض منها .

تم أتباع بحوث العمليات في استعمال برامجيات الحاسوب الجاهزة لبحوث العمليات ومن ضمنها برنامج (Win QSB) على لوحة(p-chart) للحصول على مستوى النوعية الملائم لمواصفات المنتج ومعرفة اذا كانت العملية الانتاجية منضبطةاحصائياً .

أظهرت نتائج البرنامج الكفاءة العالية والدقة لكافة العمليات الحسابية الاولية والثانوية في رسم حدود ضبط اللوحة وبسرعة ولفترات زمنية قصيرة واستبعاد قيم العينات خارج حدود الضبط والتي جعلت العملية الانتاجية غير منضبطة احصائيا وبعدها تم رسم اللوحة النهائية التي ستعتمد داخل الشركة لانتظام سير العملية الانتاجية .

اظهرت نتائج البحث تحسن في جودة انتاج عبوة منظف السائل (2) لتر بنسبة (0.06 %) وجعل العملية الانتاجية منضبطة احصائيا ، حيث انخفضت نسبة معيب المنتج من(0.53%) الى (0.47 %) من ناتج العملية الانتاجية . بالاضافة الى انها مطابقة للموصفة القياسية العراقية (1093) .

Statistical Quality Control of Industrial Products at the General Company for Vegetable Oils

Abstract

This research includes the using of statistical to improve the quality of can plastics which is produced at the state company for Vegetable oils (Almaamon factory) by using the percentage defective control chart (p-chart) of a fixed sample. A sample of size (450) cans daily for (30) days was selected to determine the rejected product . Operations research with a (win QSB) package for (p-chart) was used to determine test quality level required for product specification to justify that the process that is statistically controlled.

The results show high degree of accuracy by using the program and the mathematical operations (primary and secondary) which used to draw the control limits charts and to reject the statistically uncontrolled samples . Moreover a final chart was drawn to be used in the factory .

The research shows improvement of the can product by percentage (0.06 %), product defects percentage was lowered from (0.53 % to 0.47 %) for the production process which becomes statistically controlled .Also it was found that it was within Iraqi specification (1093).

الهدف من البحث

يهدف البحث الى تطبيق الرقابة النوعية الاحصائية على منتج صناعي باستخدام الاساليب الاحصائية لمراقبة الجودة من اجل تطوير العملية الانتاجية وتحقيق المواصفات القياسية للمنتج والارتقاء بمستوى الجودة داخل الشركة .

الجانب النظري

المقدمة

لقد اصبحت نوعية الانتاج تلقى اهتماما كبيرا من المنتج ، والمستهلك حيث تعد النوعية اليوم وسيلة من وسائل التنمية الصناعية بصورة خاصة والتنمية الاقتصادية بصورة عامة ، حيث يؤثر تحسين النوعية في زيادة كفاءة وفعالية الشركة وتوسيع قدرتها على النمو والتطور من خلال انتاج منتوج يلبي رغبات المستهلك بالنوعية الجيدة والسعر المناسب مع الكفاءة في الاداء وبالتالي تقليل احتمالات الفشل التي تتعرض لها بسبب المنافسة الشديدة ، وتغيير اذواق ومتطلبات المستهلك ، كذلك فانها تساعد على تنمية الوعي التصديري وخلق روح المنافسة بين المنتجين للبحث عن الاساليب العلمية الحديثة للسيطرة على النوعية لانتاج منتوج ذي نوعية عالية وباقل كلفة .

تعد الاساليب الاحصائية الركيزة الاساسية الممكن استخدامها على النوعية المطلوبة ضمن المواصفات الموضوعية ، وهذا يعني ان السيطرة الاحصائية على النوعية ما هي الا اتخاذ قرار بشأن سير العملية الانتاجية والذي يكفل الكشف عن مواقع الخلل في العملية الانتاجية [1] .

ينظر (J.M.Juran 1999) الى السيطرة النوعية الاحصائية على انها عبارة عن نظام يشمل كافة الطرق التي تستخدم الوسائل الاحصائية في السيطرة على النوعية ، وباستخدام هذه الطرق يمكن التعرف على المتغيرات التي تؤثر على الخواص المحددة للنوعية [2] .

ويعرفها (D.H.Besterfield) بانها فرع من السيطرة النوعية وهي تجميع وتحليل وتعليل مجموعة من البيانات لحل مشكلة معينة [3] .

يعد فردريك تايلور (Frederick W.Taylor) مؤسس فكرة الادارة العلمية (Scientific Maragement) الذي نشره في عام 1911 ، حيث اثرت افكاره بشكل كبير على طبيعة النوعية في المنظمات الصناعية وقام بتطبيق الطرق الاحصائية لحل المشاكل الادارية وركز بشكل رئيسي على تحليل العمل وتنظيمه كوسيلة لزيادة انتاجية الفرد في وحدة الزمن [4] .

وقد بدأ علم ضبط الجودة الاحصائية عام 1924 عندما اعد شوهارت (Walter A . Shewhart) الذي يعمل في مختبرات (بل) للتلفونات في الولايات المتحدة الامريكية بحثا حول لوحات السيطرة الاحصائية التي تعتبر حتى يومنا هذا الاداة الرئيسة لضبط جودة المنتج اثناء مراحل تصنيعه وتزود مراقبي الجودة بالملاحظات المستمرة حول سير العملية الانتاجية وتمكنهم من الكشف عن التغيرات الحاصلة بين الوحدات المنتجة وهل هذه التغيرات اسبابها صدفية ام لا صدفية [5] .

اما بالنسبة لتطوير اساليب التفتيش باخذ العينة (Inspection Sampling Techniques) وتصميم خواص اخذ العينات للقبول (Acceptance Sampling Plans) فيعود الفضل بشكل رئيسي الى كل من دودج ورومنغ (V.F.Dodge and H.G Roming) حيث قاما عام 1944 بنشر الجداول المشهورة والمعروفة باسميهما [6] .

وفي عام 1950 بدأ ادوارد ديمنغ (Edward Deming) بتعليم مفاهيم السيطرة الاحصائية للشركات اليابانية ، ويعد الرائد الاول لحركة الجودة في اليابان ، ويرى ان الجودة العالية تقود الى الانتاجية العالية وتقود الى القوة التنافسية طويلة الامد واوضح Deming تاثير الاهتمام بالجودة على تخفيض الكلف بسبب تقليل العمل المعاد وتقليل الاخطاء

والاستخدام الافضل للموارد مما سينعكس بشكل ايجابي على تحسين الانتاجية وزيادة الارباح [7] .

وفي بداية الستينات طرح العالم الامريكي ارماند فيجنباوم (Armand Fiegenbaum) مفهوم ضبط الجودة الكلي (Total Quality Control) ويرى ان الجودة مسؤولية كل فرد في المنظمة ويؤكد على ضرورة الاتصال بين الاقسام على قسم تصميم المنتوج ، وعلى المواد الاولية الجديدة وعلى الرقابة على جودة عمليات الانتاج [8] .

وفي عام 1961 بدأت محاولات لاستخدام حلقات السيطرة النوعية (Quality Control Circles) لتحسين النوعية، وتعد هذه الاساليب الاحصائية البسيطة التي طبقت اولا على العاملين اليابانيين ثم تلتها محاولات عام 1970 و 1980 من خلال التعاون بين (الولايات المتحدة واليابان) . وقد اثمرت هذه الجهود على اعتماد مفهوم الجودة الشاملة (Total Quality Management) في منتصف الثمانيات [6] .

وفي نهاية 1980 حصل تطور كبير باتجاه اعتماد انشطت عملية الضبط الاحصائي (Statistical Process Control) من قبل كافة المجهزين والاقسام الانتاجية في المصانع والمؤسسات . واستمر التاكيد على النوعية في عام 1990 عندما ادخل مصطلح المواصفات القياسية الدولية الايزو ISO 9000 في الصناعات المختلفة واصبح نموذج معتمد على نطاق واسع في جميع انظمة النوعية وطورت هذه المواصفات الى انظمة عديدة لا مجال لذكرها هنا [3 ، 9] . ثم تقدم علم ضبط الجودة تقدما كبيرا حيث استخدمت برامجيات الحاسوب (Software) الذي اصبح امر ضروري للحصول على ادق النتائج للوصول الى الجودة العالية في كافة المجالات الخدمية والصناعية لامكانية استخدام اللغات البرمجية الحديثة المتطورة (Excel , Access , Sql Server , Oracle , Text files) وغيرها .

وتمتاز هذه اللغات بالسرعة والدقة في عملها في تقييم المنتوجات والعملية الانتاجية ، مما يساعد في الحصول على منتجات صناعية باقل العيوب وتخفيض كلف الانتاج بقدر الامكان [10] .

نظرا لاهمية الموضوع في الدراسات والبحوث المحلية والعربية والاجنبية سنعرض بعض الدراسات الاجنبية الخاصة بموضوع ضبط الجودة وخاصة الدراسات التي تستخدم الاساليب الاحصائية من وجهات نظر مختلفة ، حيث نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر :

1 – اكد الباحثان (Xie and Goh. 1999) الى اهمية استخدام السيطرة النوعية الاحصائية للحد من الانحرافات في المنتوج والعملية الانتاجية عن المواصفات المحددة مسبقا واقترحا استخدام ادوات احصائية معينة لتحديد فرص تطوير العملية الانتاجية كالحيود السداسي وطريقتي (تاكوشي Toquch وتصميم التجارب design of Experniments DoE ( ) ونموذج الفشل والتاثير Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) وتعد هذه الادوات مفيدة لتحسين وتطوير المنتوج و لعملية الانتاجية ، حيث كلما كان المنتوج مطابقا للمواصفات المصنعة والقياسية مما ادى الى زيادة كفاءة اداء الشركات الانتاجية مقارنة مع الشركات المتنافسة [11] .

2 – فيما اشار الباحث (Pankaj et al 2000) الى الاهتمام المتزايد في اعتماد خرائط السيطرة لتعديل وتطوير عملية البرامجيات Soft ware وخاصة عمليات السيطرة النوعية التي تتضمن المراجعات والاختبارات المختلفة والحصول على الحدود المثلى للسيطرة النوعية بهدف تقليل تكاليف الاخطاء الناتجة من عدم التطابق مع المواصفات ، لذلك قام الباحثون بتطوير نموذج كلفة لاستخدام خرائط السيطرة في عملية البرامجيات من خلال ادخال عمليات الفحص للحصول على حدود السيطرة المثلى التي تهدف الى

تطبيق الفجوة (الفرق) بين المواصفات العالمية المعدة مسبقا والمواصفات المصنعة وقد نفذ هذا النموذج على خدمات (Web – Service) [12] .

3 – وبين الباحث (Qakland 2003) (Samipand Pandy 2010) ان من بين الاساليب الاحصائية التي يستخدمها المدراء والمساعدون لادارة النوعية وعزل اسباب الاختلاف في المواصفات هو اسلوب السيطرة النوعية الاحصائية الذي يجنب فشل المنتج او العملية [13 ، 14] .

4 – واشار الباحثان (Chakraborti and Human 2006) الى اهمية اعتماد التقدير الجيد للمعلمة (Parameter) في لوحة نسب المعيب (P- Chart) ، ان هذه المعلمة تمثل نسب المعيب المتغيرة في الانتاج وبالتالي تكون متغير عشوائي (Random Variable) له توزيع احتمالي $f_{(P)}$ وعليه سعى الباحث الى ايجاد افضل المقدرات لمعلمات التوزيع $f_{(P)}$ ومن ثم اعتمادها في تصميم لوحة (P- Chart) طبقا لتحقيق شروط كل من مخاطرة المنتج والمستهلك [15] .

5 – نشر الباحث (Judi et al 2009) بحثا يهدف الى تطبيق السيطرة النوعية في ثلاث شركات ماليزية لتحديد العوامل التي تاثر على اختيار الطريقة المناسبة لاجراء مراجعة السيطرة النوعية للمنتوجات (اي مدى مطابقة الانتاج للمواصفات وعمل كشوفات بالسيطرة النوعية وتقديمها الى كل من مدير في كل شركة ، تتضمن العوامل قياس مدى مطابقة الانتاج للمواصفات المحددة مسبقا وكذلك قياس امكانية تطوير المستوى الحرج للنوعية والانتاجية وبيان مدى مساهمة العاملين للسيطرة على الصعوبات والمشاكل التي تعيق تنفيذ ادوات السيطرة النوعية الاحصائية .

اعتمد الباحثون في بحثهم لدى الشركات الثلاثة الاساليب الاحصائية في ضبط الجودة (الادوات السبعة في السيطرة النوعية الاحصائية ، عينات القبول ، اداة نشر وظيفة الجودة Quality function deployment ، الحيود السداسي six sigma ، تصميم التجارب Design of experiments [16] .

وسنتناول في هذا البحث دراسة احدى الاساليب الاحصائية في تحسين جودة العبوات البلاستيكية المستخدمة في الشركة العامة للزيوت النباتية ، ويعد انتاج عبوة المنظف السائل نوع من الصناعات البلاستيكية حيث تستخدم الصناعات البلاستيكية في مجالات واسعة في الصناعة وتستثمر فيها بلايين الدورلارات في مختلف بلدان العالم [17].

<u>فوائد السيطرة النوعية الاحصائية</u>

يقصد بنظام السيطرة النوعية الاحصائية أتباع كافة الوسائل الاحصائية الممكنة في جميع مراحل العملية الانتاجية أبتداءً من مرحلة المواد الاولية وأنتهاءً الى مرحلة المنتوج النهائي ، بغية الحصول على نوعية جيدة وضمن حدود المواصفات ومن فوائد هذا الاسلوب [6، 18] .

1- أنخفاض الكثير من التكاليف التي تصرف في تصحيح الأخطاء أو في أكتشافها وذلك عند تطبيق برنامج أحصائي في السيطرة على النوعية وبما يؤدي الى خفض اسعار البيع .
2- ان استعمال الاسلوب الاحصائي غالباً ما يؤدي الى زيادة كفاءة السيطرة النوعية قياساً الى الاساليب الأخرى ، وهذا بالتالي يؤدي الى أنخفاض نسب التالف والمعاد تشغيله وقلة توقف المكائن .
3- عندما تكون العملية الانتاجية في حالة ضبط أحصائي جيد فأنه يمكن ضمان نوعية المنتج بثقة كبيرة ودون تردد ، أما عند فقدان حالة الضبط الاحصائي فان ذلك يدل على وجود تغيرات في النظام مما يتطلب أكتشافها وأزالتها أو التقليل من تأثيرها على العملية الانتاجية .
4- يؤدي تطبيق السيطرة النوعية الاحصائية بصورة جيدة في الانتاج الى دخول المنتج الى ميدان المنافسة وبالتالي زيادة المبيعات نتيجة لما يتمتع به من نوعية جيدة .

<u>انواع لوحات ضبط الجودة</u> [19 ، 20]

1- لوحات الضبط للمتغيرات

وتستخدم هذه المخططات اذا كانت مواصفات النوعية للمنتج قابلة للقياس الكمي مثل (الطول ، الوزن ، الكثافة ، درجة الحرارة ، ... الخ) ومن أهمها :

أ- مخطط السيطرة للوسط الحسابي ($\bar{x} - chart$)

ب- مخطط السيطرة للمدى (R – chart) .

ج- مخطط السيطرة للأنحراف المعياري ($\sigma - chart$)

2- لوحات الضبط للمميزات

تستخدم للسيطرة على المواصفات النوعية التي لا يمكن قياسها كمياً ، لذا تقسم الى حالتين فقط احدهما مقبولة والأخرى غير مقبولة (مرفوضة) ومن أهمها :

أ- مخططات السيطرة لنسب الوحدات المعيبة P – chart .

ب- مخطط السيطرة لعدد العيوب في مفردة واحدة C – chart .

ج- مخطط السيطرة لمتوسط عدد العيوب في مجموعة من المفردات u- chart .

وحة الضبط لنسب المعيب (P-chart) [3 ، 21، 22]

تعد لوحة P لوحة الضبط الاساسية للصفات المميزة ومن أكثر لوحات الضبط أستخداماً وشيوعاً ، وتكون قيمة هذه اللوحة في مقدرتها على توفير المعلومات حول التغيرات الحاصلة على نسبة المعيب في ناتج العملية الانتاجية وتحديد المستوى أو المتوسط للجودة وكذلك في ضبط العملية الانتاجية .

ولتصميم مخطط السيطرة على نسب العيوب تتبع الاسس التالية :

أ- سحب العينات يتم بصورة متتابعة (أي فترات زمنية متتابعة ومنتظمة وبحجم ثابت) .

ب- يجب أن لا يقل حجم العينة عن (30) مفردة ويفضل (100) مفردة .

ج- يتم حساب نسبة الوحدات المعيبة (P) وذلك بقسمة عدد المفردات المعيب (d) على عدد مفردات العينة m .

$$P_i = \frac{d}{m}$$

د- يتم حساب متوسط نسبة المعيب في العينة P^- بقسمة مجموع نسب المعيب في كل العينات على عدد العينات

$$P^- = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i}{n} \quad , \quad P^- = CL$$

m : تمثل حجم كل عينة

n : عدد العينات المسحوبة

d : عدد الوحدات المعيبة

CL : خط المركز (Central Line)

P_i : قيم نسبة المعيب في العينة

i : تسلسل نسبة الوحدات المعيبة من 1 – 30

هـ- يحسب حدي السيطرة النوعية الاعلى والادنى الاولين ، كما يلي :

حد الضبط الاعلى (Upper Control Limit)

$$UCL\ (P^-) = P^- + 3 * \sqrt{\frac{P^-\ (1-P^-)}{m}}$$

حد الضبط الادنى (Lower Control Limit)

$$LCL\ (P^-) = P^- - 3 * \sqrt{\frac{P^-\ (1-P^-)}{m}}$$

ثم نقارن نسبة الوحدات المعابة مع حدي السيطرة الاولين ، فاذا وقعت جميعها ضمن حدي السيطرة

النوعية فيعتبر هذان الحدان نهائياً ، أمـا اذا وقعـت واحدة أو أكثر من قيم P_i خارج حدي السيطرة فيعاد احد حدي السيطرة النوعية بعـد أسـتبعاد العينـات الواقعة خارج حدي السيطرة الاوليين .

الجانب العملي

تعد الان الصناعات البلاستيكية هي صـناعة العصر ، واصبح الاستغناء عنها امراً بالغ الصعوبة ، ونظراً لما تعانيه الشركات الصناعية في البلـد مـن مشاكل كثيرة على مستوى جودة الانتاج ، مما تطلب تركيز دراسة البحث على احدى الشركات الـصناعية في هذا المجال .

يتضمن بما يلي :-

1- أختيار المنتج ، إذ تم أختيار منتج لعبوة بلاستيكية لصالح الشركة العامة للزيـوت النباتيـة* / مـصنع المأمون وكما موضح في المسلك التـصنيعي لعبـوة المنظف السائل 2 لتر في الشكل (1) حيث أن [23] :

- العبوة البلاستيكية : (سعة 2 لتر) .
- وزن العبوة البلاستيكية : (125 غم) .
- السماحات : ($\mp$ 5 غم) .
- أنتاج الماكنة بالساعة = 450 قطعة . اذا كـان تشغيل الماكنة مستمر بدون توقف لأي سبب ، علمـا ان الماكنة تستوعب تثبيت اربعة قوالب (كبسة واحدة تنتج 4 عبوات) وكما موضح بالـشكل (2) كماكنـة انتاج العبوة البلاستيكية 2- يتم انتاج العبـوات باحـد طرق التشكيل (عملية البثق المباشر)

3- الفحوصات الفنية لعبوة البلاستيك

أ – وزن العبوة

تؤخذ العبوات مباشرة من الماكنة لكل ضربة .

ب – طريقة فحص التشقق

يتم املاء القنينة بالماء واسقاطها من ارتفاع (1) متر يسمى بفحص الصدمات .

ج – طريقة فحص النضوح

يتم املاء القنينة بالماء ووضعها بـصورة افقيـة وملاحظة خروج الماء منها .

د – تجانس العبوة والمظهر .

للحصول على عبوة متجانسة من ناحيـة الـسمك واللون .

في الجانب العملي تم اختيـار منتـوج العبـوة البلاستيكية (عبوة المنظف السائل) في الشركة العامة للزيوت النباتية من خـلال اختيـار احـد الخطـوط الانتاجية في مصنع المأمون لتصنيع عبـوة المنظـف السائل (2 لتر) والمبين في الشكل رقم (3) ولغرض رسم لوحة (p-chart) تم سحب (30) عينة ثابتة (كل 1 ساعة) ولفترات زمنية مختلفة ، إذ يتألف حجم كل وجبة من (450) وحدة والتي تم اجراء الفحـص والتفتيش عليها بنسبة 100% في الـشركة المـذكورة وسجلات نتائج البيانات للفترة (مـن 3 / 10 / 2010 الى 14 / 11 / 2011) وكما مبين في الجدول رقم (3).

نبذة مختصرة عن الشركة

تأسست الشركة العامة لـصناعة الزيـوت النباتيـة / وزارة الـصناعة والمعادن سنة 1970 بعد دمج عدد من الشركات معها ، وتقوم بأنتـاج الـدهون الصلبة والصوابين ومساحيق التنظيف والغسول بأنواعها ومستحضرات التجميل ومنتجات خاصة بالاطفال ، وكما تتولى عمليات الانتاج للمنتجـات الـصناعية والثانوية (حامض السلفونيك ، الكليسيرين ، المنتجات العلفية ، طبـع وتـصنيع العاب والعلامات الورقية والمطبوعات التي تحتاجها الشركة والشركات التابعـة للوزارة ، وتضم الشركة ستة مصانع موزعة في أنحاء العراق وهي :

1- (مصانع المأمون ، مصانع الرشيد ، مصانع الأمين ، مصانع الفارابي) / محافظة بغداد .
2- مصانع المعتصم / محافظة ميسان .
3- مصانع المنصور / محافظة صلاح الدين – بيجي .

استخدام البرنامج (Win QSB) لرسم لوحة نـسب المعيب P-chart [24 ، 25]

يعد البرنامج الجاهز (Win QSB Package) أحد البرامج الجاهزة التي تـستعمل لحـل المـشاكل الادارية بأستخدام علم بحوث العمليات ويحوي بدوره على جزء خاص معد لحساب لوحات الضبط بالسمات المتغيرة والتميزية ، والبرنامج يقوم بكافة الحـسابات

الاولية والثانوية لحدود الضبط ورسم اللوحة النهائية التي لا تحتوي أي قيمة خارج حدود الضبط .

خطوات ادخال البيانات واستخراج النتائج عن طريق برنامج (Win QSB) .

أ- عند أستدعاء البرنامج تظهر شاشة رئيسية يتم من خلالها ادخال البيانات الاولية وتتضمن أختيار نوع لوحة الضبط المستخدمة من (Quality Characteristics) ، حيث تم أختيار لوحة ضبط المميزات (Attribute Data) اذ تم أدخال عدد خصائص النوعية وهي (4) وحجم المفردات التي يتضمنها والتي هي (450) وعدد العينات (30) ومن ثم نضغط على الأمر OK وكما مبين في الشكل (4) .

ب- ندخل القراءات الخاصة بعدد المعيبات في صفات المنتج وكما في الشكل (5)

ج- ندخل البيانات الخاصة بنسبة الوحدات المعابة وكما في الشكل (6)

د- نضغط على (Control Chart Setups) ونختار (Mean for P) ولوحة السيطرة P – chart ونضغط OK كما في الشكل (7) .

و – بعد الضغط على أمر OK سيقوم البرنامج بحساب حدود الضبط ورسم لوحة السيطرة الاولية الخاصة بالسمات التمييزية واللوحة المستخدمة هي لوحة P والتي يظهر فيها خروج العينة رقم (1) خارج الحد السيطرة الاعلى وكما في الشكل (8) ، مما يدل على عدم أنتظام العملية الانتاجية .

ح- بسبب خروج العينة رقم (1) خارج الحد الاعلى للسيطرة فانها ستهمل وتستبعد لانها لا يمكن تمثيلها أحصائياً ، وسيتم اعادة حساب حدود لوحات الضبط ثانية على أساس معلومات العينات المتبقية وعددها (29) عينة لرسم لوحة الضبط النهائية التي لا تحتوي أي قيمة خارج حدود الضبط وكما في الشكلين (9 و 10) .

الاستنتاجات

ان اهم الاستنتاجات التي توصل اليها البحث كما يلي :

1- من الشكل (8) يظهر أن العينة رقم (1) خارج حدود الحد الاعلى لضبط لوحة السيطرة لان عدد المعيبات للعينة كان عددها (8) مما ادى الى عدم أنتظام سير العملية الانتاجية لذلك العملية غير منضبطة احصائيا ،الامر الذي استدعى الوقوف على المسببات اللاصدفية، وبعد المتابعة تبين بان السبب كان نتيجة أختلاف في خاصية وزن عبوة المنظف السائل لخروجها عن المواصفات الفنية المسموح لها لتغير حركة الماكنة ، مما يتطلب اجراء المعالجة لها من خلال تعيير للقراءة الصحيحة للماكنة لاعادة الوزن المسموح للعبوة .

2- لزيادة عدد المعيبات في العينة رقم (1) جعل زيادة في الانتاج المعاب بنسبة (0.53 %) .

3- بعد استبعاد العينة رقم (1) واعادة حساب حدود لوحات الضبط على اساس لمعلومات المتبقية للعينات والبالغ عددها (29) عينة ، كانت جميع نقاط العينات داخل حدود الضبط وكما في الشكل (10) ، لذا تعد حدود هذه اللوحة ، الحدود الفعلية والنهائية المستخدمة في ضبط جودة العملية الانتاجية .

1- انخفضت نسبة الانتاج المعيب من 0.53% الى 0.47 % بعد استبعاد العينة رقم (1) .

2- ظهر هناك تحسن في جودة انتاج المنظف السائل بنسبة (0.06 %) .

3- ان الشكل (10)اعطى الرؤيا الواضحة في تفسير نتائج الحل من خلال المعلومات التي وفرها برنامج الحاسوب الجاهز (win QSB) والتي تضمن :

أ- اجراء الحسابات والعمليات الرياضية بصورة دقيقة وبسرعة مثالية في الاداء لحدود الضبط .

ب- رسم لوحة الضبط النهائية التي لا تحتوي على أي قيمة خارج حدود الضبط وستكون اللوحة المعتمدة داخل الشركة ، (لان العملية الانتاجية منضبطة احصائياً)

ج – تقليل تكاليف الانتاج

4- عند مقارنة نتائج البحث في فحص المواصفات الفنية لمنتج منظف السائل وجد انها مطابقة مع المواصفة القياسية العراقية (1093) [26] الخاصة بالمنظفات السائلة الصادرة عن الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية .

5- ان استخدام اساليب السيطرة النوعية الاحصائية (P- chart) سوف تساهم في تقليل من نسب الانتاج المعاب وبالتالي زيادة مستوى الانتاجية وسيدعم اجراءات المعالجة المبكرة للعيوب والأنحرافات ، مما يدل على ان استخدام الاساليب الاحصائية في مجال مراقبة الجودة من الامور المهمة في تحسين جودة الانتاج .

6- ان حدوث النضوح للمنتج اثناء الفحص ناتج عن عدم انتظام فوهة القنينة مما ادى الى حدوث خلل في سكاكين القالب ، ولغرض السيطرة على المنتج يتطلب تبديل سكاكين القالب .

التوصيات

من خلال الاستنتاجات اعلاه يوصي الباحث بما يلي :

1- ضرورة استخدام لوحات ضبط الجودة في ضبط العملية الانتاجية للصفات التمييزية (لوحة P-chart) ذات الحجم الثابت من قبل الفاحصين لغرض السيطرة على نوعية الانتاج والكشف عن مواقع الخلل في العمليات الأنتاجية بهدف الوصول الى النوعية المطلوبة .

2- ضرورة استخدام الحاسبات الالكترونية والبرامجيات مثل (Win QSB) في اعمال لوحات ضبط الجودة .

3- الاشراف على عملية الفحص أبتداءً من دخول المادة الاولية مروراً بعمليات التصنيع وأنتهاءً بالمنتج النهائي .

4- زيادة عدد مراقبي النوعية المسؤولين عن فحص وتفتيش المنتج لمتابعة مشاكل النوعية في الاقسام الانتاجية.

5 – تطوير العاملين في الخط ألانتاجي من خلال اطلاعهم على بعض اساليب السيطرة النوعية الاحصائية وامكانية الاستفادة منها في حل مشاكل النوعية والخط الانتاجي مباشرة .

المصادر

[1] - Ganther , W.G 1977, " Sampling Inspection in Statistic Quality control ",charles ritten and Company Ltd (London) .

[2] - Joseph M.Juran and A.Blatan Godfrey 1999, "JURAN 's QUALITY HAND BOOK ", 5th ed ,Mc G-raw – Hill, INC .

[3] – Dale H.Besterfiel , 2009 , "Quality Control" ,8th ed Prentice- Hill , New Jersy .

[4] – James R.Evans , 2011 , " Quality Management , Organization and Strategy ", 6th ed South – Westen , Cengage Leaving International Offices (Canada)

[5] – V.A Kulkarni and A.K Bewoor , 2009 , " Quality Control ", 1st ed , Wiley India Pvt . Ltd , New delhi .

[6] – B.Janakiraman and R.K.Gopal 2008 , "Total Quality Management: Text and Cases ", Prentice – Hill of India Private limited, New Delhi .

[7] – V.K Khamna , prem , Vrat ,B.S.Shahay and Ravi Shankay , 2008 , "TQM Planning , Design and Implementation ",1st ed , New Age International (P) Ltd .

[8] – Feigenbaum A.V 1999 , "Total Quality Control ", 3 th ed , Mc Gaw – Hill , Inc , NewYork .

[9] – N.S Sreenivasan and V.Narayana , 2005 , " managineg Quality Control Tasks ", 1st ed , New Age International (P)Ltd , New Delhi .

[10] – James R.Evans and William M . Lindsay 2011 " the management and Control of Quality ", South - Western Cengage learning .

[11] – Xie , m and T.N Goh , 1999 , " Statistical Technigues for Quality " the TQM magazine . vol 11 , no4 . pp234 -241 .

[12] – Pakaj Jalotc , Senior Member , IEEE and Ashish Aexena .2002 , "Optimum Control Limits for Employing Statistical Process Control in Soft ware Process ", IEEE Transactions on Soft ware Engineering . Vol ,28 , No.12 .

[13] – Oakland , J.S. 2003 , Statistical Process Control , 5th ed , oxford :Butter worth – Heine maun "

[14] – Shoh samip and shridher pandy , 2010 " Control Chart Astatistical process control tools in pharmacy " , Assian Journal of pharama ceutics , vol . 4 , no.3 , pp . 184 – 192 1

[15] – S.chakvabortiand and S.w Human , 2006 , " Parameter Estimation and Perofmance of the p-Chart for Attributes Data ", IEEE Transactions on reliability , vol . 55 , no.3 .

[16] - Hairulliza Mohamad Judi , Ruzzakian Jenal and Devendran 2009 , " Some Experiences of quality Control Implementaion in Malaysian Companies " , European Journal of Scientific Research , vol . 27 , no . 1 , pp .24 – 45 .

[17] - Serope kalpakgian , steven R. Schmid 2008 , " Manufacturing Processes for Engineering Materials " , 5th ed , prentice – Hill.

[18] – Doulges C. Montgomery 2005 , " Introduction to statistical quality control , 5th ed , USA – Willey .

[19] – William J, Steven son , 2007 , " Operations Management", 9th ed , Mc Graw – Hill, INC.

[20] – Marilyn K.Hart and Robert F.Hart 2007 , " Introduction to Statistical Process Control technigues " statit soft ware , Inc .

[21] – Vinay A.Kulkarni and Anand K . Bewoor . 2009 , " Quality control ", 1st ed , Wiley India Pvt.Ltd , New Delhi .

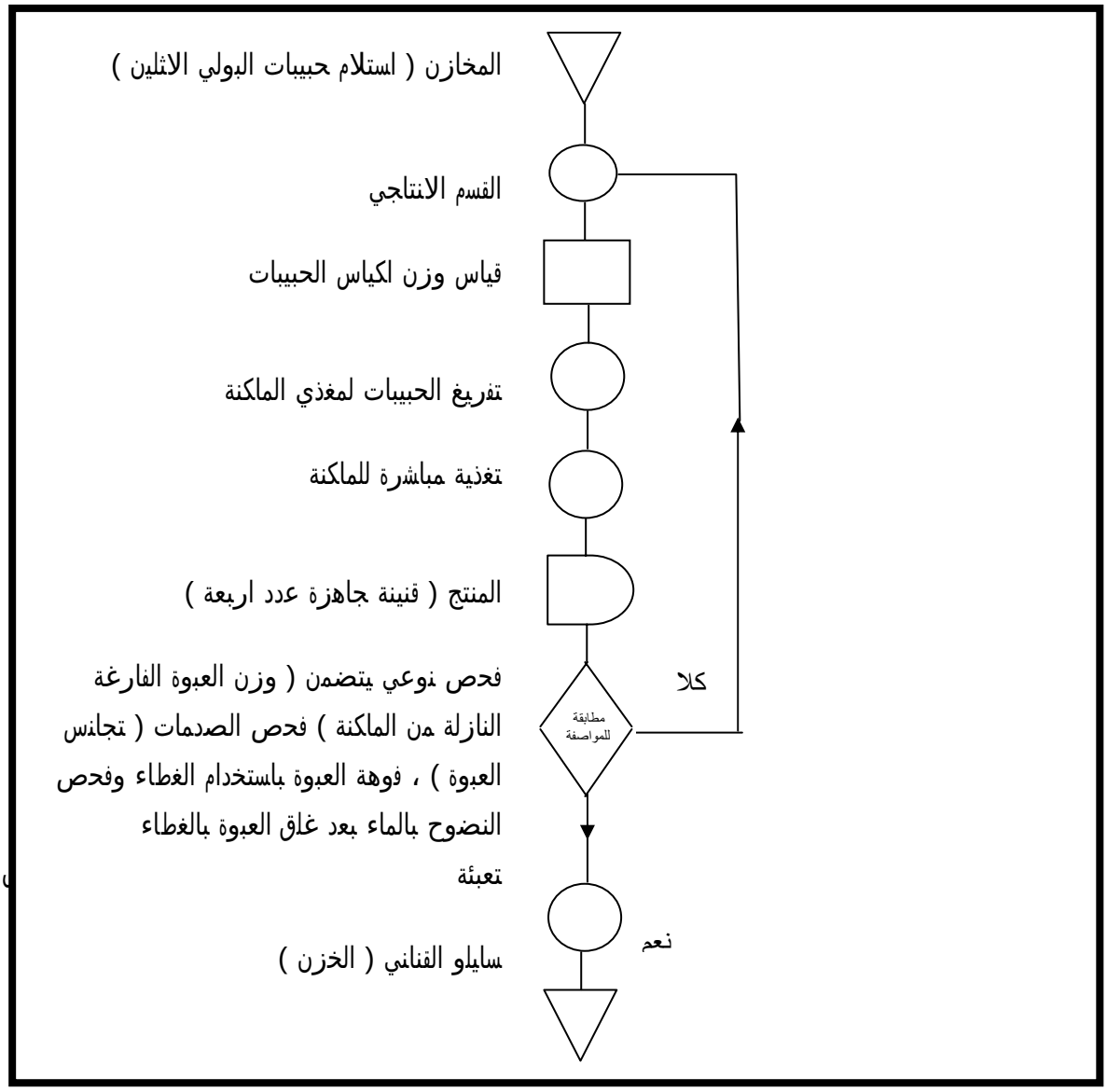
[22] – James R.Evans and William M . Lindsay 2011 , " The management and Control of Quality ", South – Westren , Cengage Learing (Canada).

[23] - دليل الشركة العامة للزيوت النباتية – مصنع المامون ، قسم المنظف السائل والشامبو – تعليمات العمل لقسم المنظف السائل (الزاهي) – آيار – 2006 .

[24] د.خالد ضاري الطائي ، مروان عبد الحميد العتيبي ، محمد ناصر العشاري ، 2009 "تطبيقات وتحليلات النظام الكمي للأعمال Win QSB-مطبعة الذاكرة – بغداد .

[25] د.انعام عز الدين الصفار، صدى عبد الخالق الياسري ، 2009 "تحديد الانتاج الامثل في المعامل التابعة لقطّاع التشييد (معمل سمنت الكوفة حالة دراسية) ، المؤتمر العلمي الثاني لكلية الهندسة – جامعة القادسية .

[26] المواصفة القياسية العراقية (1093) الصادرة عن وزارة التخطيط – الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية . (IQS 1093 : 1986) .



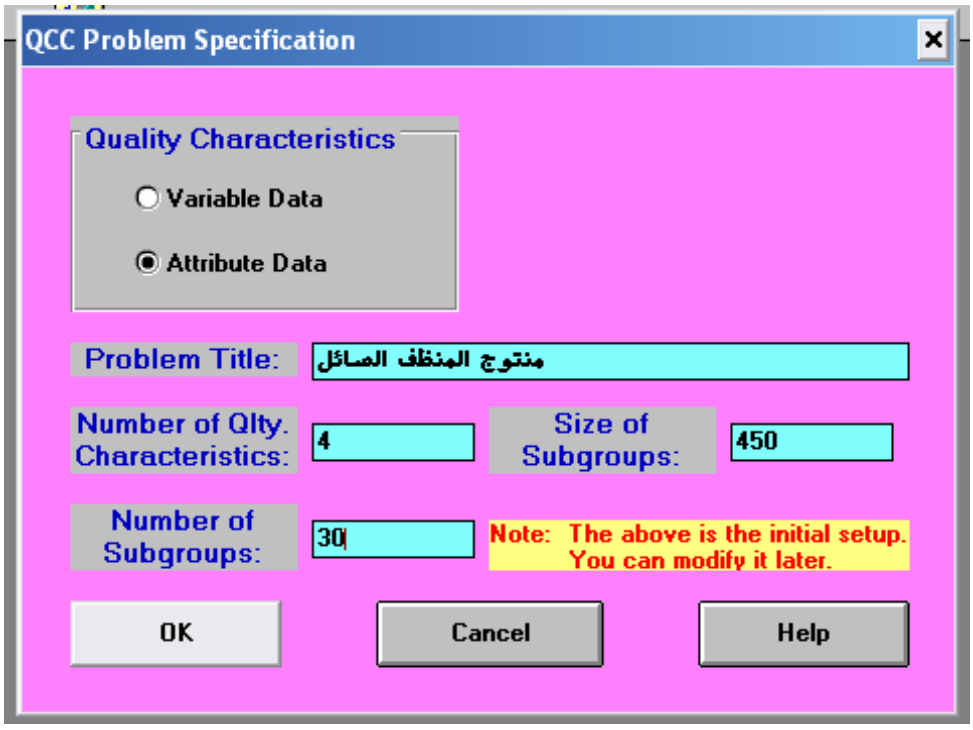
الشكل (1) المسلك التصنيعي لعبوة المنظف السائل 2 لتر[الباحث]

الشكل (2) ماكنة انتاج عبوة بلاستيكية

الجدول رقم (3) نتائج فحص المنتج

رقم العينة	تاريخها	الوقت	حجم العينة	المقبول	المرفوض (d)	انواع الفحوصات الفنية				الملاحظات
						الوزن (غم)	النضوح	التشقق	المظهر	
1	2010/10/3	9:30-8:30	450	442	8	8	-	-	-	
2	2010/10/4	9:30-8:30	450	445	5	4	1	-	-	
3	2010/10/5	9:30-8:30	450	448	2	2	-	-	-	
4	2010/10/6	9:30-8:30	450	447	3	2	1	-	-	
5	2010/10/7	11:30-10:30	450	450	-	-	-	-	-	
6	2010/10/10	12:30-11:30	450	450	-	-	-	-	-	
7	2010/10/11	9:30-8:30	450	432	2	1	1	-	-	
8	2010/10/12	9:30-8:30	450	447	3	2	1	-	-	
9	2010/10/13	9:30-8:30	450	448	2	2	-	-	-	
10	2010/10/14	9:30-8:30	450	447	3	2	1	-	-	
11	2010/10/17	9:30-8:30	450	449	1	-	1	-	-	
12	2010/10/18	10:30-9:30	450	450	-	-	-	-	-	
13	2010/10/19	11:30-10:30	450	450	-	-	-	-	-	
14	2010/10/20	12:30-11:30	450	450	-	-	-	-	-	
15	2010/10/21	9:30-8:30	450	448	2	2	-	-	-	
16	2010/10/24	9:30-8:30	450	556	4	4	-	-	-	
17	2010/10/25	9:30-8:30	450	448	2	1	1	-	-	
18	2010/10/26	9:30-8:30	450	450	-	-	-	-	-	
19	2010/10/27	9:30-8:30	450	449	1	1	-	-	-	
20	2010/10/28	9:30-8:30	450	447	3	2	1	-	-	
21	2010/11/1	9:30-8:30	450	445	5	4	1	-	-	
22	2010/11/2	9:30-8:30	450	446	4	3	1	-	-	
23	2010/11/3	1:30-12:30	450	450	-	-	-	-	-	
24	2010/11/4	9:30-8:30	450	446	4	4	-	-	-	
25	2010/11/7	9:30-8:30	450	447	3	2	1	-	-	
26	2010/11/8	9:30-8:30	450	446	4	4	-	-	-	
27	2010/11/9	9:30-8:30	450	446	4	4	-	-	-	
28	2010/11/10	9:30-8:30	450	446	4	3	1	-	-	
29	2010/11/11	12:30-11:30	450	450	-	-	-	-	-	
30	2010/11/14	9:30-8:30	450	447	3	3	-	-	-	

الشكل (3) عبوة المنظف السائل سعة (2) لتر



الشكل (4) تحديد خواص المنتج وعدد العينات

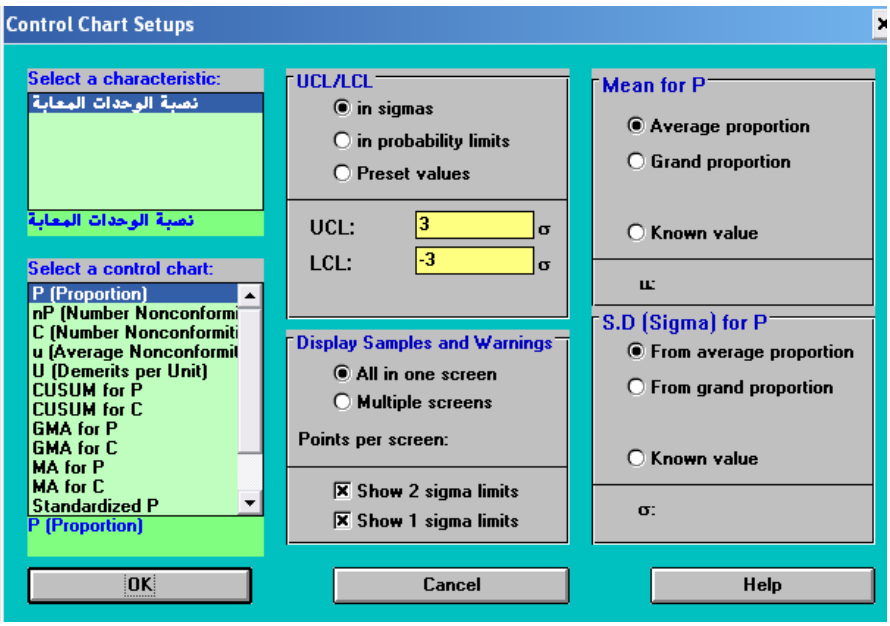
.

Subgroup	Date	Time	Size	الوزن	النضوح	التشقق	المظهر	Disabled	Cause	Action	Comment
1	3/10/2010	8.30:9.30	450	8	0	0	0				
2	4/10/2010	8.30:9.30	450	4	1	0	0				
3	5/10/2010	8.30:9.30	450	2	0	0	0				
4	6/10/2010	8.30:9.30	450	2	1	0	0				
5	7/10/2010	1.30:11.30	450	0	0	0	0				
6	0/10/2010	.30:12.30	450	0	0	0	0				
7	1/10/2010	8.30:9.30	450	1	1	0	0				
8	2/10/2010	8.30:9.30	450	2	1	0	0				
9	3/10/2010	8.30:9.30	450	2	0	0	0				
10	4/10/2010	8.30:9.30	450	2	1	0	0				
11	7/10/2010	8.30:9.30	450	0	1	0	0				
12	8/10/2010	1.30:10.30	450	0	0	0	0				
13	9/10/2010	1.30:11.30	450	0	0	0	0				
14	20/10/2010	.30:12.30	450	0	0	0	0				
15	21/10/2010	8.30:9.30	450	2	0	0	0				
16	24/10/2010	8.30:9.30	450	4	0	0	0				
17	25/10/2010	8.30:9.30	450	1	1	0	0				
18	26/10/2010	8.30:9.30	450	0	0	0	0				
19	27/10/2010	8.30:9.30	450	1	0	0	0				
20	28/10/2010	8.30:9.30	450	2	1	0	0				
21	1/11/2010	8.30:9.30	450	4	1	0	0				
22	2/11/2010	8.30:9.30	450	3	1	0	0				
23	3/11/2010	2.30:1.30	450	0	0	0	0				
24	4/11/210	8.30:9.30	450	4	0	0	0				
25	7/11/2010	8.30:9.30	450	2	1	0	0				
26	8/11/2010	8.30:9.30	450	4	0	0	0				
27	9/11/2010	8.30:9.30	450	4	0	0	0				
28	0/11/2010	8.30:9.30	450	3	1	0	0				
29	1/11/2010	.30:12.30	450	0	0	0	0				
30	4/11/2010	8.30:9.30	450	3	0	0	0				

الشكل (5) بيانات عدد المعيب في صفات المنتج

Subgroup	Date	Time	Size	نسبة الوحدات	Disabled	Cause	Action	Comment
1	3/10/2010	00:16:22	450	0.0178				
2	4/10/2010	8.30:9.30	450	0.0111				
3	5/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
4	6/10/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
5	7/10/2010	1.30:11.30	450	0				
6	0/10/2010	.30:12.30	450	0				
7	1/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
8	2/10/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
9	3/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
10	4/10/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
11	7/10/2010	8.30:9.30	450	0.0022				
12	8/10/2010	1.30:10.30	450	0				
13	9/10/2010	1.30:11.30	450	0				
14	20/10/2010	.30:12.30	450	0				
15	21/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
16	24/10/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
17	25/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
18	26/10/2010	8.30:9.30	450	0				
19	27/10/2010	8.30:9.30	450	0.0022				
20	28/10/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
21	1/11/2010	8.30:9.30	450	0.0111				
22	2/11/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
23	3/11/2010	2.30:1.30	450	0				
24	4/11/210	8.30:9.30	450	0.0088				
25	7/11/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
26	8/11/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
27	9/11/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
28	0/11/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
29	1/11/2010	.30:12.30	450	0				
30	4/11/2010	8.30:9.30	450	0.0067				

الشكل (6) بيانات نسبة الوحدات المعابة



الشكل (7) : تحديد نوع وقيم لوحة السيطرة P – chart

الشكل (8) : لوحة السيطرة الاولية P – chart

Subgroup	Date	Time	Size	نسبة الوحدات	Disabled	Cause	Action	Comment
1	4/10/2010	8.30:9.30	450	0.0111				
2	5/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
3	6/10/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
4	7/10/2010	1.30:11.30	450	0				
5	0/10/2010	.30:12.30	450	0				
6	1/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
7	2/10/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
8	3/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
9	4/10/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
10	7/10/2010	8.30:9.30	450	0.0022				
11	8/10/2010	1.30:10.30	450	0				
12	9/10/2010	1.30:11.30	450	0				
13	20/10/2010	.30:12.30	450	0				
14	21/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
15	24/10/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
16	25/10/2010	8.30:9.30	450	0.0044				
17	26/10/2010	8.30:9.30	450	0				
18	27/10/2010	8.30:9.30	450	0.0022				
19	28/10/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
20	1/11/2010	8.30:9.30	450	0.0111				
21	2/11/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
22	3/11/2010	2.30:1.30	450	0				
23	4/11/210	8.30:9.30	450	0.0088				
24	7/11/2010	8.30:9.30	450	0.0067				
25	8/11/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
26	9/11/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
27	0/11/2010	8.30:9.30	450	0.0088				
28	1/11/2010	.30:12.30	450	0				
29	4/11/2010	8.30:9.30	450	0.0067				

الشكل (9) : بيانات نسبة الوحدات المعابة بعد استبعاد العينة رقم (1)

الشكل (10) : لوحة السيطرة النهائية

Experimental and numerical evaluation of friction stirs welding of AA 2024-W aluminum alloy

Dr.Ayad M. Takhakh
ayadmurad@nahrainuniv.edu.iq

Hamzah N. Shakir
almohands4ever@gmail.com

Abstract

Friction Stir Welding (FSW) is one of the most effective solid states joining process and has numerous potential applications in many industries. A FSW numerical tool, based on ANSYS F.E software, has been developed. The amount of the heat gone to the tool dictates the life of the tool and the capability of the tool to produce a good processed zone. Hence, understanding the heat transfer aspect of the friction stir welding is extremely important for improving the process. Many research works were carried out to simulate the friction stir welding using various softwares to determine the temperature distribution for a given set of welding conditions. The objective of this research is to develop a finite element simulation of friction stir welding of AA2024-W Aluminium alloy. Numerical simulations are developed for thermal conductivity, specific heat and density to know the relationship of these factors with peak temperature. Variation of temperature with input parameters is observed. The simulation model is tested with experimental results. The results of the simulation are in good agreement with that of experimental results.

الحلول العملية والرقمية للحام الاحتكاكي بالمزج (FSW) لسبيكة المنيوم AA2024-W

أ.م.د. أياد مراد طخاخ **م. حمزة نورالدين شاكر**

جامعة النهرين / كلية الهندسة

الخلاصة

يعد اللحام الاحتكاكي بالمزج (FSW) واحد من الطرق الفعالة للحام الحالة الصلبة ويدخل في الكثير من التطبيقات في مختلف الصناعات . تم تطوير حلول رقمية للحام الاحتكاكي بالمزج بالاعتماد علر برنامج ANSYS لحساب كمية الحرارة المتولدة خلال عملية اللحام والتي تؤثر على عمر وجودة منطقة اللحام والعدة، اذ ان من المهم معرفة كيفية انتقال الحرارة خلال اللحام الاحتكاكي بالمزج. عدد من الباحثين درسو توزيع درجات الحرارة خلال هذا النوع من اللحام باستخدام برامجيات متعددة. الغرض من هذا البحث تطوير حلول رقمية باستخدام طريقة العناصر المحددة (FEM) بالاستناد على برنامج ANSYS لسبيكة المنيوم نوع AA2024-W . تم تطوير هذه الحلول بالاعتماد على العلاقة التي تربط خواص التوصيل الحراري و الحرارة النوعية و الكثافة مع درجات الحرارة حيث تتغير هذه الخواص بتغير درجات الحرارة. المحاكة التي تم الحصول عليها تم التحقق عملياً من نتائجها واظهرت نتائج المقارنة وجود توافق جيد .

Keywords: Friction stir welding, AA 2024-W, Temperature distribution, Simulation.

Introduction

A method of solid phase welding, which permits a wide range of parts and geometries to be welded and called friction stir welding (FSW), was invented by W. Thomas and his colleagues of The Welding Institute (TWI), UK, in 1991. Friction stir welding can be used for joining many types of material and metal combinations, if tool material and designs can be found which operate at the forging temperature of the workpieces. The process has been used for manufacture of butt welds, overlap welds, T-sections and corner welds. For each of these joint geometries specific tool designs are required which are being further developed and optimized [1,2]. Friction stir welding is a relatively simple process as shown in Fig. 1.

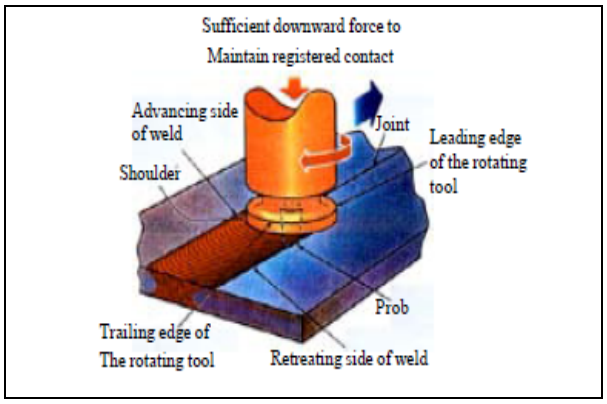


Fig.1: Schematic diagram of FSW process [1].

This process has been widely used in many industries such as space, aircraft, marine, transport and food processing. Low distortion, high quality, lower residual stresses, fewer weld defects and low cost joints are the main advantages of this method [3]. Friction stir welding (FSW) is a solid-state joining process in which a rotating tool,

consisting of a shoulder and a (generally threaded) pin, moves along the butting surfaces of two rigidly clamped plates placed on a backing plate. The shoulder is in sustained contact with the top surface of the workpiece. Part of the heat is generated by the friction between the shoulder and the workpiece, and another part is generated by material stirring. This heat softens the material to be welded. Severe plastic deformation and flow of this plasticised metal occurs as the tool is translated along the welding direction. A FSW joint consists of various zones involving different microstructures and mechanical properties. The heat affected zone (HAZ) is the most distant from the joint centerline. It is not deformed during the process, but the microstructure evolves due to the welding thermal cycles, influencing the mechanical properties. The thermomechanically affected zone (TMAZ) and the weld nugget are highly deformed by the material rotational flow [4]. Due to the interesting features of
FSW, lots of research activities have been carried out on different materials (aluminum alloys first of all, but also steel, titanium, magnesium, copper, polymers etc.) and on different weld geometries [5].

Consequently, numerical simulation could be a helpful device for predicting process behavior and its optimization .In friction stir welding, heat is generated first on the basis of friction between tool and work piece and then by shape change. A

portion of the generated heat disseminated through work piece, will affect distortion, residual stress distribution as well as weld quality of the during welding process, but also can save research time and cost [7]. Some studies of FSW on temperature field and residual stresses have been carried out through FEM software i. e. ANSYS® [8-9], ABAQUS [10-13], Forge® [14], DEFORM-3D™[15]. Finite element Methods also used to study the effect of FSW process parameters on mechanical properties of various welded alloys based on solid mechanics [16] or develop the mathematical model. [17].

Thus, much research has been done to study the simulation of temperature distribution during friction stir welding process. This was recognized in present study based on ANSYS software, the results obtained for simulation was comparison with that actual experiment.

piece [6]. Finite element analysis is an effective method in the investigation of welding, because it not only can obtain the instantaneous results

Experimental work

Friction stir welds were made on the plate samples of 2024-Waluminum alloy on –W treatment which used to describe an as quench condition between solution heat treatment and artificial or room temperature aging.

The test plates of size 200 mm X 100 mm X 3.5 mm are prepared from aluminum alloy AA2024 plates Fig.2. The chemical composition and mechanical properties of the base material are presented in Table 1 and Table 2, respectively. The experiment is conducted using FSW machine developed by TAKSAN milling machine, as shown in Fig.3.The welding was done by single pass.

Table 1: Chemical composition of Al 2024-W alloy.

Element	Zn	Cu	Fe	Ni	Mn	Ti	Si	Mg	Cr	Al
Weight %measured	0.06	3.87	0.3	0.02	0.38	0.005	0.16	1.39	0.006	93.83
Standard [24]	-	4.4	-	-	-	-	0.18	1.5	-	-

Table 2: Typical mechanical properties of wrought aluminum 2024-W alloy.

	Ultimate strength(MPa)	Yield strength(MPa)	Percentage of elongation	Hardness HV
Measured	365	-	22%	105
Standard [25]	335		28%	110

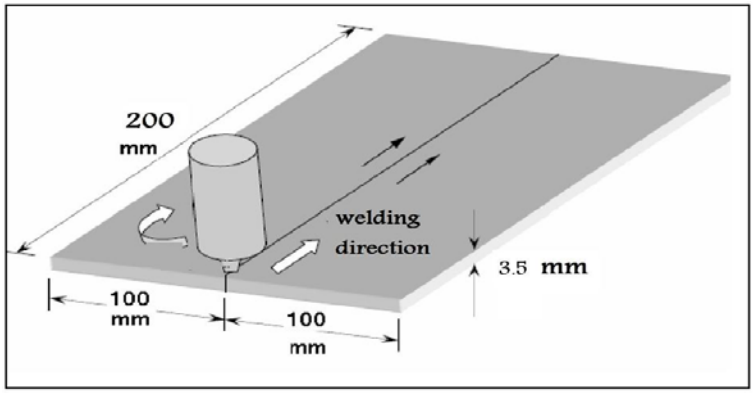
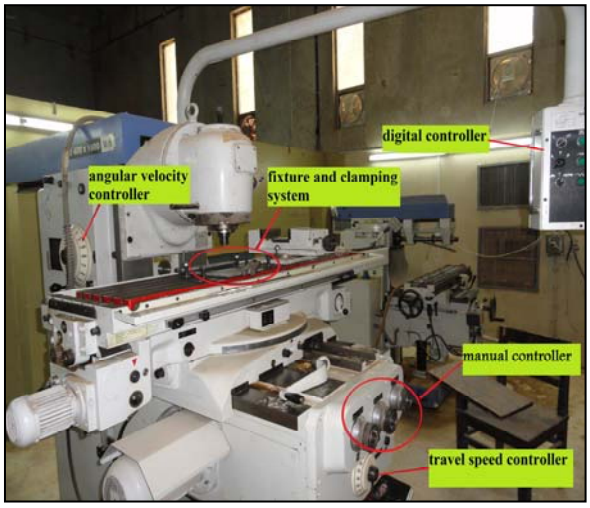


Fig 2 :Dimensions of welded plate



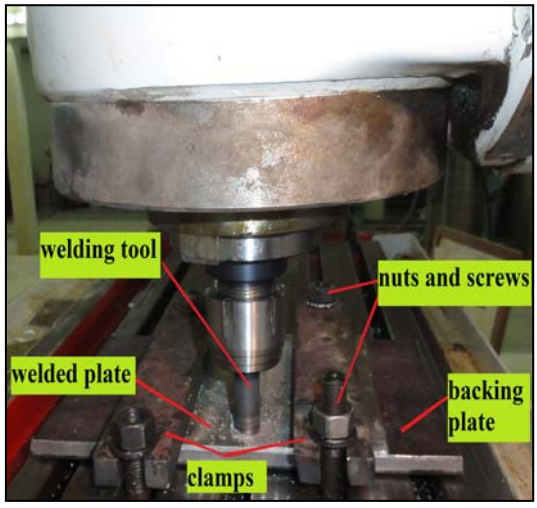


Fig. 3: Taksan milling machine

The FSW tools are manufactured using Turning machine. The configuration of the designed FSW Tool is:

• Tool pin profile of cylindrical without draft.

• Tools having ratio of shoulder diameter to pin diameter(D/d) is 3 has been chosen for this study because it is having good joining properties among various pin configurations [17].The manufactured tool is shown in Fig. 4.

The research work was planned to be carried out in the following steps:

1. Identifying the important process parameter

2. Finding the upper and lower limits of the process parameter Viz. tool rotational speed and welding speed to select the best result of welding efficiency for simulation.

3. Checking the adequacy of the numerical simulation.

4. Conducting the conformity test runs and comparing the results.

Fig. 4: FSW Tool (X38 tool steel)

To determine the tensile strength of the stir zone, tensile test specimens were sectioned as per ASTM E8 in the transverse direction perpendicular to the weld line with CNC milling machine as shown in Fig.5. Transverse tensile tests were performed on PHYWE machine to evaluate the mechanical properties of the joints.

FSW parameters used in this study were listed in Table 3. The rotating tool used in this study was made of X38 tool steel.

FSW parameters used in this study were listed in Table 3. The rotating tool used in this study was made of X38 tool steel.

Table 3: FSW work parameters

Sample No.	Welding speed(mm/min)	Rotation speed(rpm)
F1	20	900
F2	30	900
F3	40	900
F4	20	710
F5	30	710
F6	40	710

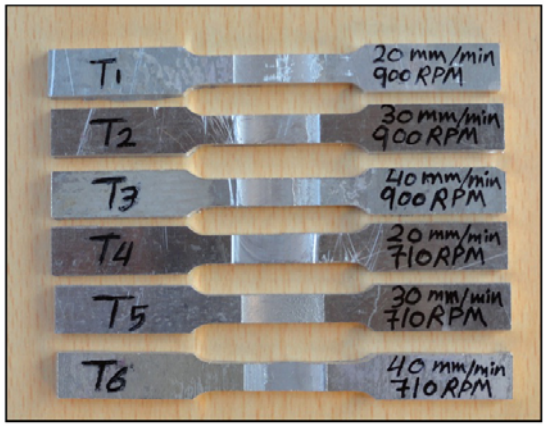


Fig. 5: Tensile specimens before test.

Thermal Modeling of FSW

FEM is most commonly used in numerical analysis for obtaining approximate solutions to wide variety of engineering problems. In the present study, a commercial general purpose finite element program ANSYS® 11.0 was used for numerical simulation of friction stir welding process. The ANSYS® program has many finite element analysis capabilities, ranging from simple, linear, static analysis to a complex nonlinear, transient dynamic analysis. The thermal and mechanical responses of the material during friction stir welding process are investigated by finite element simulations.

In this study, a thermal model is developed for analysis. First, brick element is SOLID70, Homogenous; a linear, transient three-dimensional heat transfer model is developed to determine the temperature fields, rate independent. The finite element models are parametrically built using APDL (ANSYS Parametric Design Language) provided by ANSYS® [18]. The model are then validate by comparing the results with established material data

Mathematical thermal model.

Simple analytical solution to the heat flow problem can be found. Instead, a numerical solution is sought, based on a descretization of Fourier's 2nd Law:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{q_0}{V} \qquad (1)$$

Where ρc is the volume heat capacity, λ is thermal conductivity, *x*, *y*, and *z* are the flow simulations space coordinates; and q_0 /*V* is the source term [19].

Assumptions.

The following assumptions are made in developing the model;

- The heat generation is due to friction and Heat generated during penetration and extraction is also considered.
- The coefficient of friction is considered changed and dropped with increasing temperature.
- Material properties are uniform.
- Heat transfer from the workpiece to the clamp is negligible [18].

The important process characteristics which are required to be considered for the purpose of modeling are as follows:

a) Moving heat source;

b) Weld speed.

c) Axial load to calculate heat generation.

d) Material properties.

Elements Used

In the present thermal analysis, the workpiece is meshed using a brick element called SOLID70. This element has a three-dimension thermal conduction capability and can be used for a three-dimensional, steady-state or transient thermal analysis. The element is defined by eight nodes with temperature as single degree of freedom at each node and by the orthotropic material properties. Heat fluxes or convections can be input as surface loads at the element faces as shown on the two faces in Figure 8. An advantage of using this element is that, the element can be replaced by an equivalent structural element for the structural analysis.

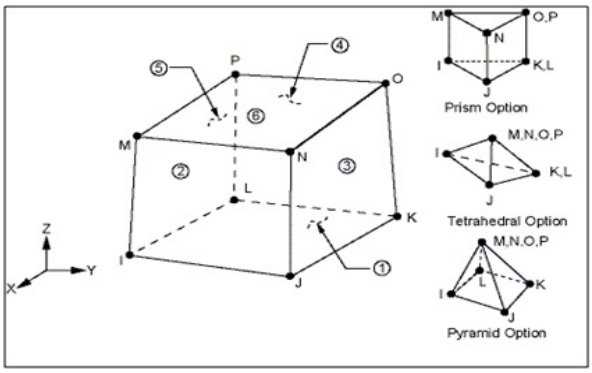


Fig. 6: three dimensional thermal solid elements SOLID70 [18]

As SOLID70 cannot apply heat flux and convection at the same time, a three-dimensional thermal-surface-effect element was used. For applying convection on the workpiece surface, SURF152 was used overlaying it onto faces of the base elements made by SOLID70. The convections were applied as a surface load by choosing KEYOPT. Figure 6 shows the geometry, node locations, and the coordinate system of the element, which is defined by four to nine nodes and the material properties [18].

Mesh Development

Three dimensional SOLID70 elements were used to mesh the sheets. The workpiece was divided into small parts along the length and along the width as shown in figure below.

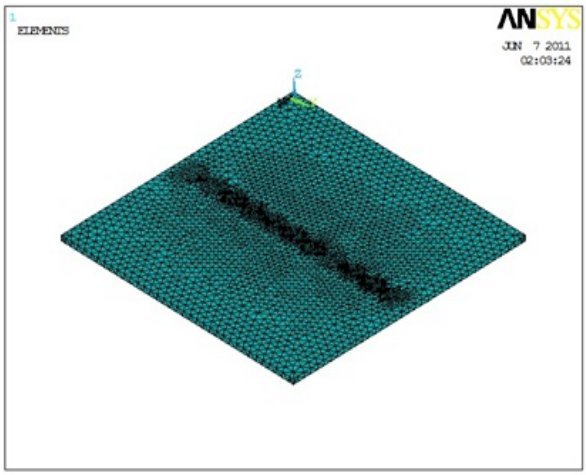


Fig. 7: 3D mesh of modeled welded plates for aluminume alloy in ANSYS program

Material Properties

Thermal properties of the material such as thermal conductivity, specific heat, and density are temperature dependent. An accurate estimation of temperatures is critical in FSW process because the stresses and strains developed in the weld are temperature dependent. Therefore, temperature dependent thermal properties of 2024 Aluminum alloy are used in finite element model. The thermal material properties of 2024 Aluminum alloy are tabulated in Table 4.The thermal property values are obtained from ref. [20], and for higher temperatures the values are linearly extrapolated.

Table 4 Thermal material properties of 2024 Aluminum alloy.[20]

T °C	Density kg m^{-3}	C_p J K^{-1} g^{-1}	H_T-H_{25} Jg^{-1}	λ Wm^{-1} K^{-1}
25	2785	0.85	0	175
100	2770	0.90	66	185
200	2750	[0.95][c]	159	193
300	2730	0.97	255	193
400	2707	1.00	353	190
500	2683	1.08	457	188
538[a]	2674	1.10	566	188
632	2500	1.14[c]	970	85.5
700	2480	1.14[c]	1048	85
800	2452	1.14[c]	1162	84

Boundary Condition

Boundary condition for FSW thermal model were specified as surface loads through ANSYS® codes. Assumptions were made for various boundary conditions based on data collected from various published research papers.

Convective and radiative heat losses to the ambient occurs across all free surfaces of the workpiece and conduction losses occur from the workpiece bottom surface to the backing plate. To consider convection and radiation on all workpiece surfaces except for the bottom, the heatloss qs is calculated by equation (2). [18]

$$q_s = \beta(T - T_0) + \epsilon\sigma(T^4 - T_0^4) \qquad (2)$$

where T is absolute temperature of the workpiece, T_o is the ambient temperature, β is the convection coefficient, ε is the emissivity of the plate surfaces, and σ = 5.67 x 10^{-12} $w/m^2.°C$ is the Stefan-Boltzmann constant. In the current model, a typical value of β was taken to be 10 $w/m^2.°C$ using an ambient temperature of 25C^0.

In order to account for the conductive heat loss through the bottom surface of weld plates, a high overall heat transfer coefficient has been assumed. This assumption is based on the previous studies. The heat loss was modeled approximately by using heat flux loss by convection q_b given by equation (3). [18].

$$q_b = \beta_b(T - T_0) \qquad (3)$$

where β_b is a fictitious convection coefficient.Due to the complexity involved in estimating the contact condition between the sheet and the

backing plate, the value of β_b had to be estimated by assuming different values through reverse analysis approach. In this study, the optimized value of β_b was found to be 100 [$18 w/m^2 . ^{\circ}C$

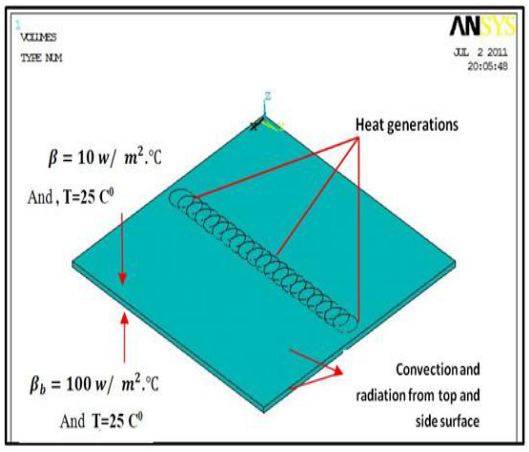


Fig. 8: Schematic representation of boundary condition for thermal analysis.

Heat Generation input during FSW.

For the ideal case considered, the torque required to rotate a circular shaft relative to the plate surface under the action of an axial load is given by [19]:

$$q_o = \int_0^{M_R} dM = \int_0^{R} \mu P(r)\, 2\pi r^2\, dr = \frac{2}{3}\mu\pi PR^3 \qquad (4)$$

Where M is the interfacial torque, μ is the friction coefficient, R is the surfac e radius, and $P(r)$ is the pressure distribution across the interface (here assumed constant and equal to P). If all the shearing work at the interface is converted into frictional heat, the average heat input per unit area and time becomes

$$q_o = \int_0^{M_R} \omega\, dM = \int_0^{R} \omega\, 2\pi\mu P r^2\, dr \qquad (5)$$

where q_0 is the net power (in Watts) and ω is the angular velocity (in rad/s). The next step is to express the angular velocity in terms of the rotational speed N (in rot/s). By substituting ω = $2\pi N$ into Eq. (5), we get

$$q_o = \int_0^{R} 4\pi^2\mu PNr^2\, dr = \frac{4}{3}\pi^2\mu PNR^3 \qquad (6)$$

From Eq. (6), it is obvious that the heat input depends both on the applied rotational speed and the shoulder radius, leading to a nonuniform heat generation during welding. These parameters are the main process variables in FSW [19].

From equation (6) we can get the heat generation by divide the net power q_0 on the volume of shoulder[19]:

$$Q_{sh} = \frac{q_o}{V_{sh}} \qquad watt/m^3 \qquad (7)$$

Where $V_{sh} = A_{sh} * t$, where V_{sh} is the shoulder volume, A_{sh} is the area of shoulder, t is the thickness.

$$A_{sh} = \pi * R_{sh}^2$$

Where the coefficient of friction of aluminum is 0.4 [19 , 21], this value is changed and dropped gradually in friction stir welding because the coefficient of friction μ varies with temperature and reached to 0.3 [22].where The temperature measurement in FSW for the workpiece was reported that the maximum temperature developed during FSW process ranges from 80% to 90% from melting temperature of the welding material [20].

Simulation

The thermal modeling was carried out. Transient thermal analysis is the stage. Figure 9 illustrates the flow diagram of the method used for the finite element analysis.

In order to simplify the moving tool on the sheet welded line in ANSYS program , all next steps (as shown in flow chart) was made to make it likemoving tool along welded line in the ANSYS program.

To get a good accurate of results, more steps of shoulder area must make in the simulation of program as shown in figure 10

.

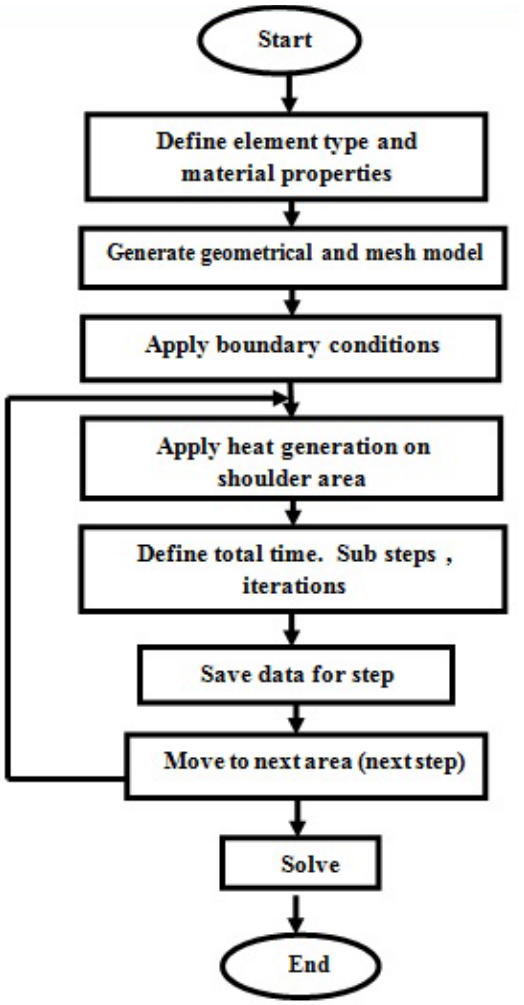


Fig. 9: Flowchart of thermal modeling.

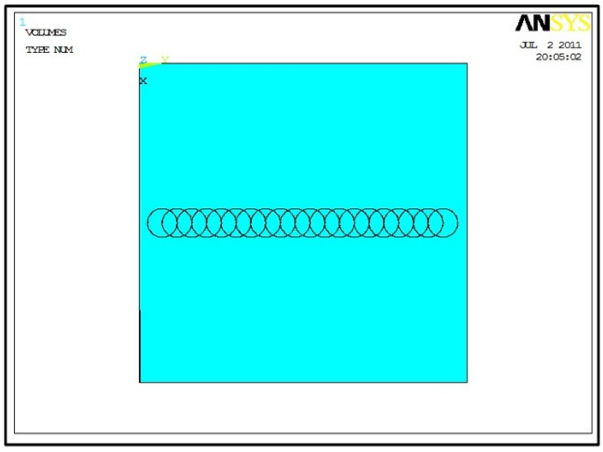


Figure 10: steps of circular shoulder area along welded line.

here each shoulder circle has heat generation and time step, also each circle represents one step.

Heat input (heat generation) is estimated by trial and error from ANSYS program because applied pressure P from equation 4 is unknown.

The method of heat input calculation by trial and error found by take the data (temperature and time) of thermocouple readings for one point (for example A in fig. 11) where in these data we depend on maximum temperature and make the following steps:

1- Assumed high value of heat generation where this value entered in program to make simulation for aluminum plate to get the maximum temperature at point *A*.
2- Assume low value of heat generation and examined it in program by make simulation for the aluminum plate at point *A* to get maximum temperature for these low value of heat generation.
3- Applying the interpolation on these (three values of temperature and two values of heat generation) to get a good agreement heat for this work .

After get good agreement heat generation, applying it in other steps of program.

From the validation shows that the present work can be used for modeling thermal distribution.

Four K-type thermocouples at selected points of aluminum sheet as shown in figure 11 have been used for measuring the temperature distribution by using temperature recorder type BTM-4208SD which contains 12 channels as shown in figure 11 (a &b) when these four thermocouples have been embedded in selected positions to 1.5 mm on the aluminum sheet as shown in figure (12 left) where recorded data temperatures changed with time are saved as excel file in the RAM of temperature recorder as shown in figure (12. right).

Fig. 11.a , Temperature recorder

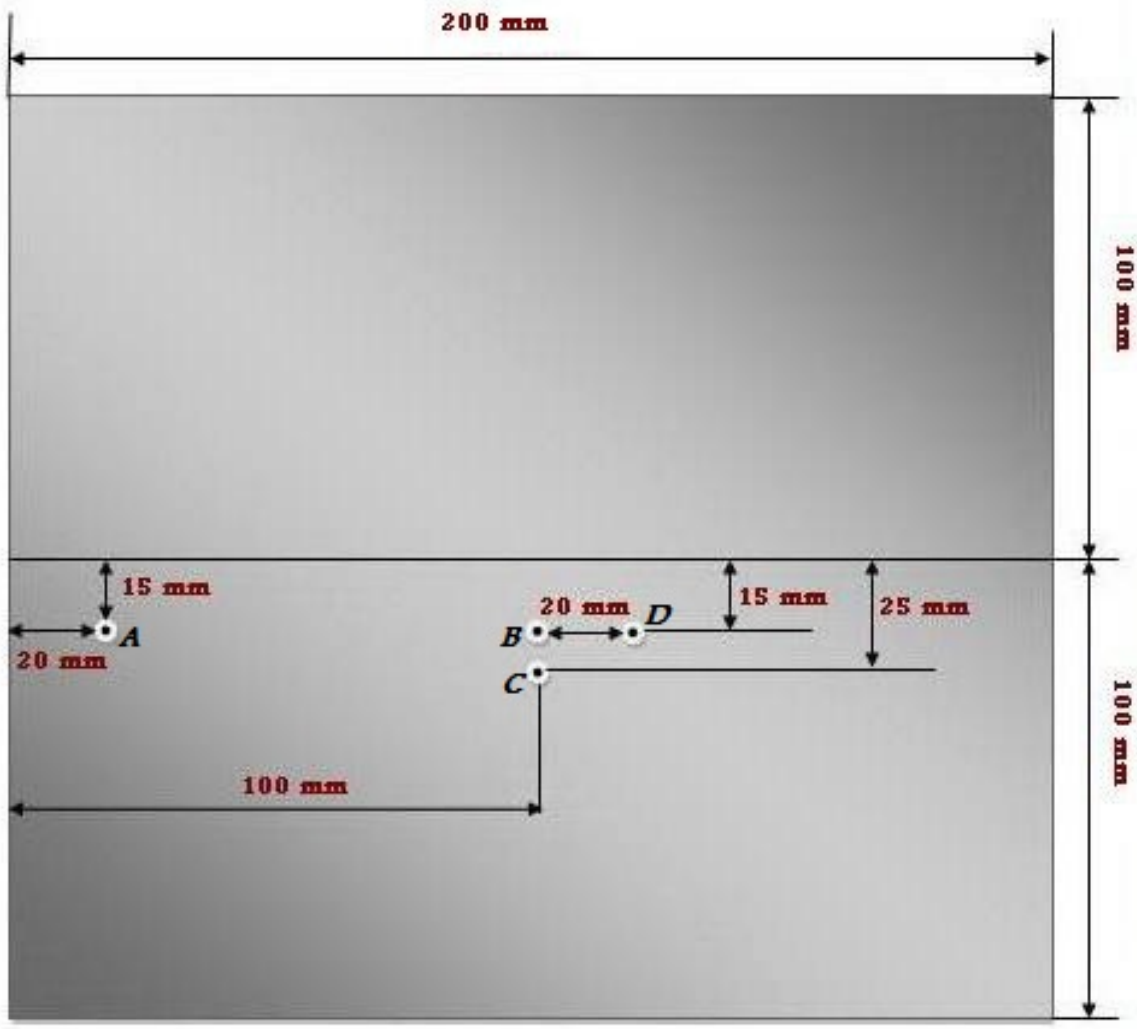


Fig. 11.b :Thermocouples location embedded on aluminum workpiece.

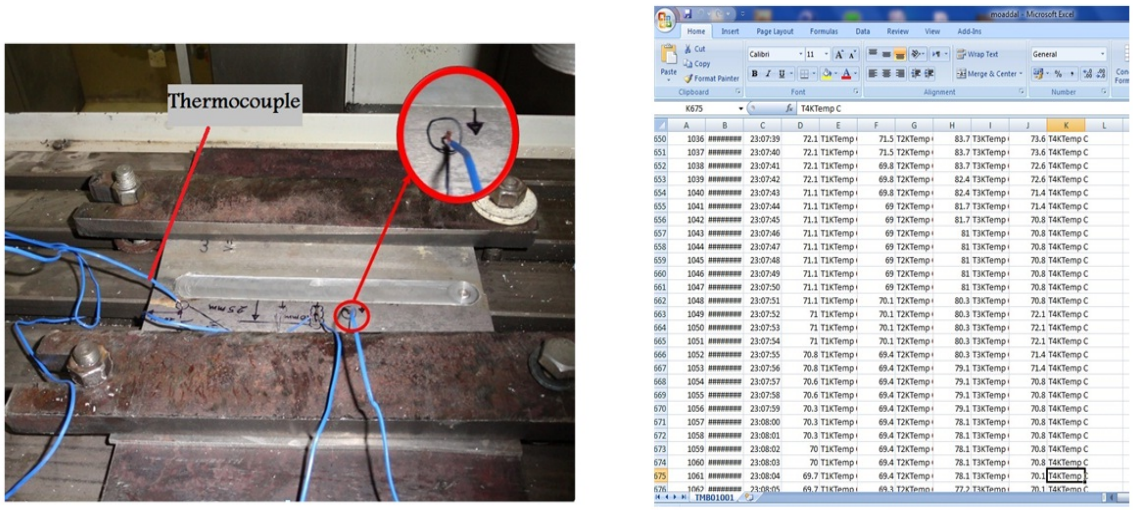


Fig. 12: Thermocouples embedded in the aluminum plate (left), Temperatures data as Excel file (right).

Results and discussions

The employed model may be utilized to predict temperature distribution during FSW operations under working conditions. Figures (17 to 24) shows the temperature distributions in the workpiece welded with rotational speed 710 rpm and welding velocity 40mm/min ,which has the best tensile properties of the weldments are given in Table 3. The weld strength is about 86% of that of AA 2024 base metal strength in W condition. All the tensile testing specimens were fractured in the stir zones of the welds.

Experimental results friction stir welding of material 2024 Al alloy were compared with simulation results of ANSYS program. The welded workpiece had dimensions 200 × 200 × 3.5 mm, the tool had a shoulder radius of 9 mm, pin radius of 3 mm and pin length of 3.3 mm. the rotation speed and translational speed that utilized in this comparison were 710 *RPM* and 40 *mm /min* respectively.

Figures below 13 to 16 show the results that calculated experimentally and simulation

:

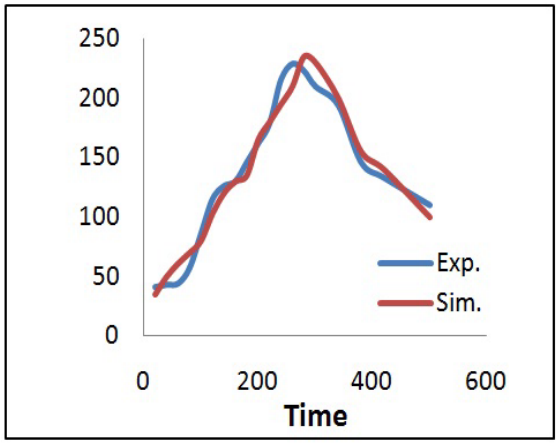


Fig. 13 : Temperature distribution in point $\omega = 710$ RPM , $v = 40$ mm/minA.

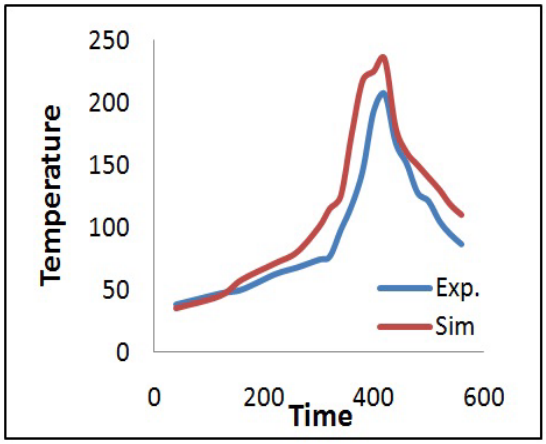


Fig. 14 : Temperature distribution in point $\omega = 710$ RPM , $v = 40$ mm/minB .

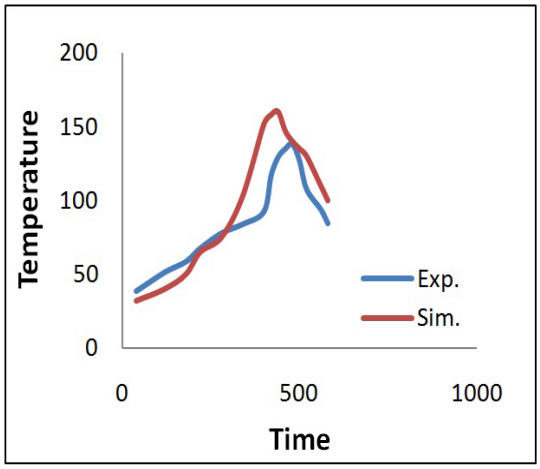


Fig. 15: Temperature distribution in point C. $\omega = 710\ RPM, v = 40\ mm/min$

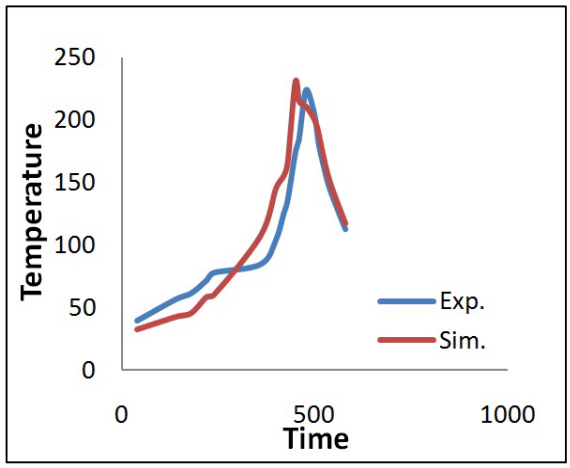


Fig. 16 : Temperature distribution in point D. $\omega = 710\ RPM, v = 40\ mm/min$

The modeling of this work is solved and the temperature distribution obtained for the model and the result show that there is good agreement between present work and ANSYS result. The difference in results of temperature distribution between experimental examination and modeling ranged between 5 – 14% which its acceptance.

Figures 17 to 24 show the maximum temperature of welding plate which has been reached at several time steps:

:

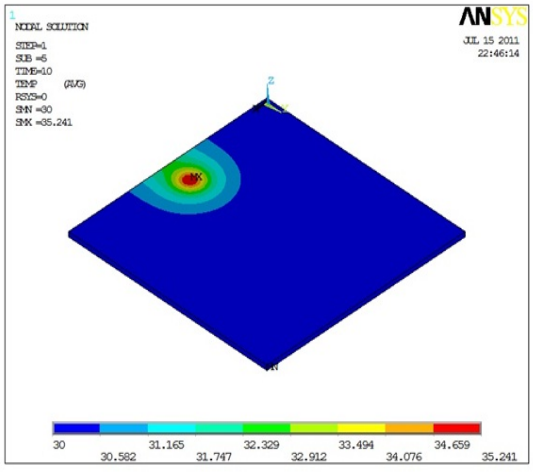


Fig. 17: Temperature distribution at 10 s, Max. Temp. 35 C^0

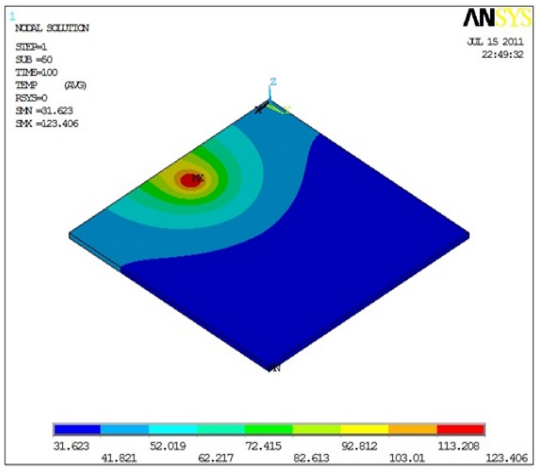


Fig. 18 :Temperature distribution at 100 s, Max. Temp. 123 C^0

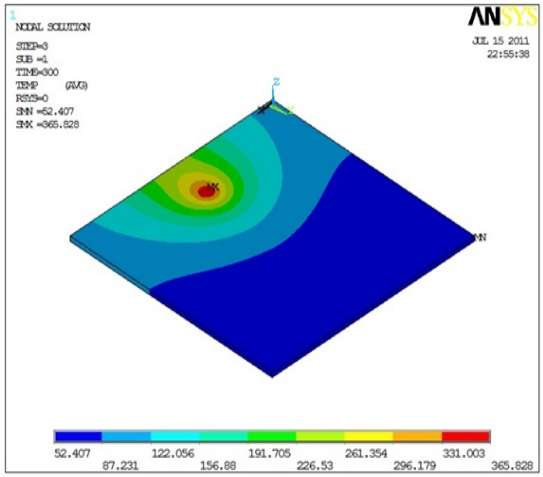


Fig. 19 :Temperature distribution at 300 s, Max. Temp. 365 C^0

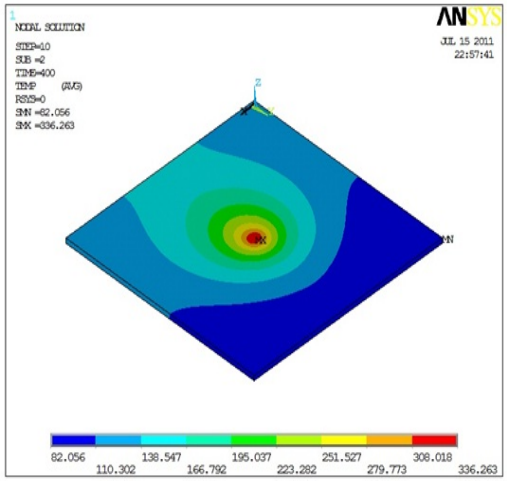


Fig. 20 :Temperature distribution at 400 s, Max. Temp. 336 C^0

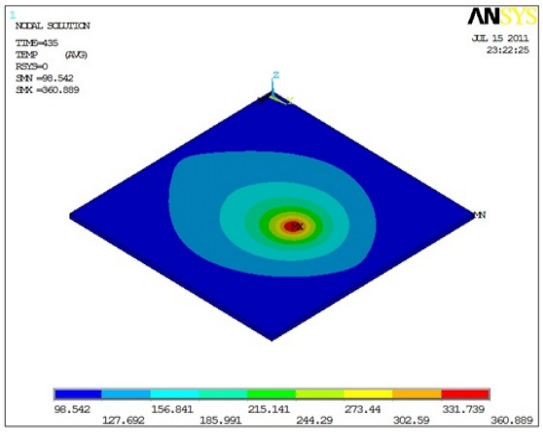


Fig. 21:Temperature distribution at 435 s, Max. Temp. 360 C^0

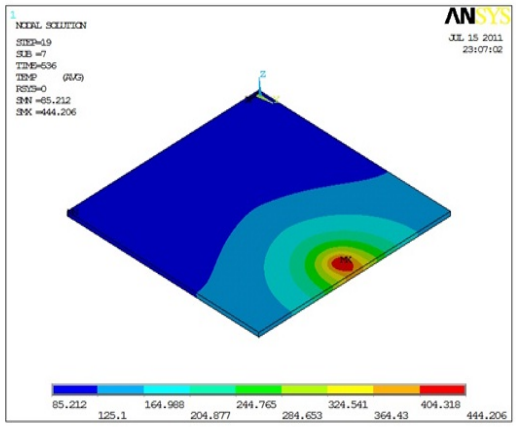


Fig. 22:Temperature distribution at 536 s, Max. Temp. 444 C^0

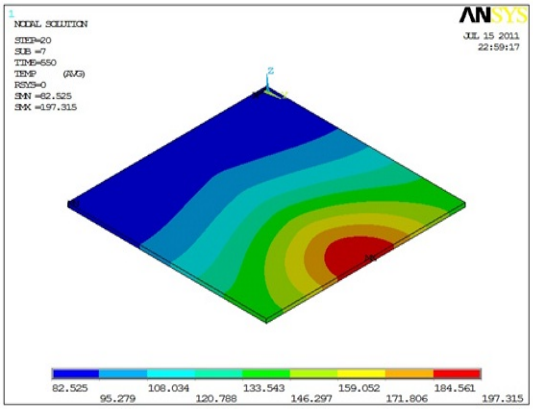


Fig. 23 : Temperature distribution at 550 s, Max. Temp. 197 C^0

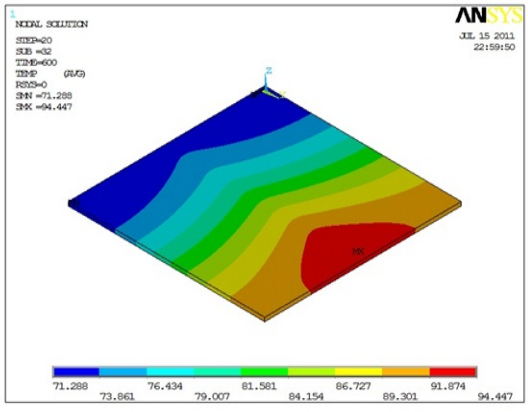


Fig. 24 : Temperature distribution at 600 s, Max. Temp. 94 C^0

As it is seen, temperature gradient increases in front of the tool comparing to its backside, i.e., the temperature profile extends further towards the welded region behind the moving tool.

Because of shoulder rotation, the material flow near the top surface is accelerated, and therefore, material deformation on the top surface next to the contact region is higher than the region at the bottom side. The material deformation has an important role on the formation of the weld zone profile in FSW operations [23].

The predicted maximum temperature is 444 C^0 in the region under the shoulder on the top surface. This temperature is about 58 C^0 below the solidus temperature of Al 2024 and is within accepted temperature range in FSW process.

Figures 13 to 16 shows the thermal cycles in the various points of sample No.6 at the depth of 1.5 mm. It can be seen that heating rate is higher than the corresponding cooling rate to room temperature.

As expected, the peak temperatures are higher at locations close to the weld line, and it decreases toward the HAZ.

Conclusion

1- Variation of the nugget-zone temperature with respect to time.

2- The temperature decreases with distance perpendicular direction of the tool on the top surface.

3- The variation of peak temperature with respect to thermal conductivity, specific heat and density is obtained.

4- Comparison of temperature profile developed between simulation values and the experimental results showed the possibility of more accurate determination using present simulation.

REFERENCES

1. **M. Awang, et. al.** "Experience on Friction Stir Welding and Friction Stir Spot Welding at Universiti teknologi petronas", journal of applied sience 11(2011):pp.1959-1965.

2. **M. Vural, et. al.** "On the Friction Stir Welding of Aluminium alloys EN AW 2024-0 and EN AW 5754-H22", Archives of Materials Science and Engineering, Volume 28, Issue 1,(2007),pp.49-54.

3. **S. Rajakumar, et. al.** "Statistical Analysis to Predict Grain Size and Hardness of the Weld Nugget of Friction-Stir-Welded AA6061-T6 aluminium alloy joints", Int J Adv Manuf Technol (2011) 57:151–165, DOI 10.1007/s00170-011-3279-5.

4. **Kevin Deplus, et. al.** "Residual Stresses in Aluminium Alloy Friction Stir Weld", Int J Adv Manuf Technol (2011) 56: pp.493–504.

5. **Ciro Bitondo, et. al**. "Friction-Stir Welding of AA 2198 butt joints: Mechanical Characterization of The Process and of The Welds Through DOE Analysis", Int J Adv Manuf Technol (2011) 53:pp.505–516.

6. **Mohammad Riahi & Hamidreza Nazari** "Analysis of Transient Temperature and Residual Thermal Stresses in Friction Stir Welding of Aluminum Alloy 6061-T6 via Numerical Simulation", Int J Adv Manuf Technol (2011) 55:pp.143–152.

7. **Dong-yang Yan, et. al.** "Predicting Residual Distortion of Aluminum Alloy Stiffened Sheet After Friction Stir Welding by Numerical Simulation", Materials and Design 32 (2011)pp. 2284–2291.

8. **P. Prasanna, et. al.** "Experimental and Numerical Evaluation of Friction Stirs Welding of AA 6061 –T6 Aluminum alloy", ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 5, NO. 6,(2010).

9. **P. Prasanna, et. al.** "Finite Element Modeling for Maximum Temperature in Friction Stir Welding And Its Validation", Int J Adv Manuf Technol (2010) 51:pp.925–933.

10. **S. Mandal, et. al. "**The Effect of The Alclad Layer on Material Flow and Defect Formation During Friction-stir Welding", Metallurgical and Materials Transactions, Volume 42, Issue 6,(2011),pp.1717-1726.

11. **H. Jamshidi Aval, et. al.** "Experimental and Theoretical Valuations of Thermal Histories and Residual Stresses in Dissimilar Friction Stir Welding of AA5086-AA6061", Int J Adv Manuf Technol, (2011), DOI 10.1007/s00170-011-3713-8.

12. **H. Jamshidi Aval, et. al. "**Evolution of Microstructures and Mechanical Properties in Similar and Dissimilar Friction Stir Welding of AA5086 and AA6061", Materials Science and Engineering, Volume 528, Issue 28, pp.8071- 8083 (2011).

13. **Z. Zhang, et. al. "**Coupled Thermo-Mechanical Model Based Comparison of Friction Stir Welding Processes of AA2024-T3 in Different Thicknesses", J Mater Sci (2011) 46: pp5815–5821, DOI 10.1007/s10853-011-5537-1.

14. **Mohamed Assidi and Lionel Fourment** "Accurate 3d friction stir Welding Simulation Tool Based on Friction Model Calibration", Int J Mater Form Vol. 2 (2009) 1:327–330.

15. **G. Buffa, et. al.** "A new Friction Stir Welding Based Technique for Corner Fillet Joints: Experimental and Numerical Study", Int J Mater Form Vol. 3 (2010) 1:pp.1039 – 1042.

16. **Z. Zhang & H. W. Zhang** "Material Behaviors and Mechanical Features in Friction Stir Welding Process", Int J Adv Manuf Technol (2007) 35:pp.86–100.

17. **R. Palanivel, et. al.** "Development of Mathematical Model to Predict the Mechanical Properties of Friction Stir Welded AA6351 Aluminum Alloy", Journal of Engineering Science and Technology Review 4 (1) (2011)pp. 25-31.

18. **Manthan Malde** " Thermomechanical Modeling and Optimization of Friction Stir Welding" , B.E., Osmania University, Hyderabad, India,(2009).

19. **Ø. FRIGAARD, et. Al.** "A Process Model for Friction Stir Welding of Age Hardening Aluminum Alloys", Metallurgical and Materials Transactions a volume 32a, (2001), 1189-1200.

20. **Kenneth C Mills** "Recommended Values of Thermophysical Properties for Selected Commercial Alloys ", The Materials Information Society ***ASM,*** (2005).

21. **Vijay Soundararajan, et. al**. " Thermo-Mechanical Model With Adaptive Boundary Conditions for Friction Stir Welding of Al 6061", International Journal of Machine Tools & Manufacture 45 (2005) pp.1577–1587.

22. **R. Nandan, et. al**."Three-dimensional Heat and Material Flow During Friction Stir Welding of Mild Steel ", Acta Materialia 55 (2007)pp. 883–895.

23. **H. Jamshidi Aval, et. al.** "Theoretical and Experimental Investigation into Friction Stir Welding of AA 5086", Int J Adv Manuf Technol (2011) 52: pp.531–544.

24. **Myer Kutz** "Mechanical Engineering Handbook", Third edition, Material and Mechanical design, (2006).

25. **Hakan Aydin , et. al.**"Tensile Properties of Friction Stir Welded Joints of 2024 Alluminume Alloy in Different Heat Treated State", J Master design, doi:10.1016/j.matdes. (2008).08.034

Effects Of Functionalized Polyethylene And Styrene ButadIene Styrene Polymers On Performance Grade Of Local Asphalt Binder

Dr. Alaa H. Abed
University of AL-Nahrain, Baghdad-Iraq
alaah29@yahoo.com,07902185188

Abstract

Rutting is one of the major distresses in pavement. The objective of this paper is to develop an improved asphalt binder grading system for Iraq based on the principal of Superpave system, and increasing performance grade of product asphalt binder in Iraq using polymers without raising the viscosity of the binder. Two types of polymers are used, Plastomers, Functionalized Polyethylene (PE) which is developed by asphalt research group in Wisconsin University in the USA, and Elastomers, Styrene Butadiene Styrene (SBS) with and without cross linker. Mastercurve are drown for these modified binders, Rolling thin film aged, to show effects on rheological properties at high temperature for complex modulus (G*) and phase angle (δ). It concluded that 3.5% of Functionalized Polyethylene polymer (PE) is more effective than 4% of Styrene Butadiene Styrene (SBS) to shift up performance grade of local asphalt binder two grades to be PG (76-16). Furthermore, the viscosity of binders increasing about 200% when using 4 % SBS, while no significant effect on viscosity when using 3.5 % of PE, therefore, there is no need to increase temperature of mixing and compaction which may be effect on polymers In addition G*/sinδ is increased by a ratios of 1.6 to 2.96 for 2%, 4% respectively of SBS-based modifier (RTFO aged) and 1.4 to 3 for 2%, 3.5% respectively of PE-based polymers modifier. It can be seen that PE reduce G*.sinδ about 10%, while SBS increase G*.sinδ about 30% and PE reduces the stiffness of asphalt binder about 15 % at low temperature which make PE more effective, there is no significant effects on m-value.

KEYWORDS: **Superpave; Performance Grading; Modified Binder; Master curve, PE, SBS.**

الخلاصة

تخدد التبليط هو احد انواع الفشل الرئيسية في العراق، ان الهدف من هذا البحث هو تحسين درجة اداء الاسفلت العراقي اعتمادا على نظام التبليط الفائق، وزيادة درجة الاداء للاسفلت المنتج في العراق باستخدام البوليمرات بدون زيادة لزوجة الاسفلت. تم استخدام نوعين من البوليمرات، لدن، البولي اثلين الفعال (PE) المطور من قبل مجموعة باحثين الأسفلت في جامعة وسكونسن في الولايات المتحدة الامريكية ومرن، الستايرين بيوتادين ستايرين (SBS) مع وبدون الكروس لنكر. مع رسم المنحني الرئيسي للاسفلت المعدل ذو التقادم الزمني القليل الذي يمثل خواص سيولة الاسفلت في درجات الحرارة العالية لمعامل القص المعقد (G^*) ولزاوية الطور(δ) . وجد ان 3.5% من PE اكثر فعالية من 4% من SBS لزيادة درجة اداء الاسفلت درجتين ليكون PG(16-76). استخدام SBS يؤدي الى زيادة لزوجة الاسفلت الى الضعف (200%) بينما ليس هناك تاثير لل PE على اللزوجة يذكر، لذلك ليس هناك حاجة لزيادة درجة حرارة الخلط والانضغاط والتي ممكن ان تؤثر على البوليمرات. G*/sinδ تزداد بمقدار 1.6 و 2.96 عند استخدام 2% و 4% من SBS على التوالي كأسفلت معدل ذو تقادم زمني قليل، وتزداد بمقدار 1.4 و 3 عند استخدام 2%و 3.5% من الاسفلت المعدل بال PE على التوالي. G*.sinδ تقل بمقدار 10% عند استخدام PE وتزداد بمقدار 30% عند استخدام SBS. مقدار متانة الاسفلت تقل بمقدار 15% عند استخدام PE في درجات الحرارة المنخفضة والذي يجعل استخدام ال PE اكثر فعالية، ليس هناك تاثير من استخدام البوليمر على ال قيمة M.

Introduction

Polymer-modified asphalt binders are frequently and effectively used in the paving industry to improve pavement performance and to increase pavement life. Polymer modification is reported to reduce pavement cracking due to thermal stresses and repetitive loads and, especially, decrease rutting due to plastic deformation.

Application of modified asphalt concrete is more expensive than traditional asphalt pavement. Therefore, it is important that the polymer-modified pavement is manufactured and constructed properly to assure that the improvement in pavement performance and pavement life is achieved.

The use of polymer modified asphalt cements in pavement construction is an important step in increasing the life and durability of asphalt roads Polymer-modified asphalt is typically manufactured by adding Plastomers, "Functionalized Polyethylene (PE) polymer", Elastomers "Styrene Butadiene Styrene (SBS) with or without cross linker"

Modification of asphalt binders is usually performed to improve one or more of the basic asphalt properties that are related to one or more of the pavement distress modes, the basic properties that have been targeted include Rigidity, Elasticity, Brittleness, Storage stability and durability, resistance to accumulated damage (Bahia et al 1995).

Objective

The objective of this paper is to analyze and select polymer-modified binders that may improve pavement performance without presenting extensive difficulties in mixing, when compared to traditional asphalt binders by considering influence of polymer types and concentration on the high temperature performance of polymer modified asphalt.

Rheological Properaties Of Local Asphalt Binder

Table 1 shows result of rheological properties measured for the Daurah asphalt binder. The testing included the rotational viscometer (RV), dynamic shear rheometer (DSR) and bending beam rheometer (BBR) for binders after different aging conditions, following the Superpave performance grading requirements, which are tested in Wisconsin University.

Polymers

Polymer means multiple "mer" unites, which can be linked together to form the polymers Link is formed by breaking the double carbon/carbon bond and allowing it to link with others to form. The physical structure of the polymers chain has a large effect on the mechanical properties of plastics. The number of monomers in each chain defines the degree of polymerization. The source of synthetic polymers many are produced from processing crude oil. They are commonly referred to as plastics. Properties depend on the polymer chain lengths, extent of cross-linking, radial compounds, and the production process.

Daurah asphalt is used as base binder and two types of polymers are used in this study, Elastomers "Styrene Butadiene Styrene (SBS) with or without cross linker" and Plastomers, new type of polymer developed by highway research group in Wisconsin University called "Functionalized Polyethylene (PE)".

Polymers Concetration

Initially, 2% polymer concentrations are selected for each polymer, and 0.123 % of cross linker is mixed with 2% of SBS polymer. Based upon results, further polymer concentrations are determined, 4% of SBS and 3.5% of PE, for raising performance grade of Daurah asphalt binder two grades.

Preparation Of Polymer-Asphalt Mixes

To obtain SBS combination the initial mixing rate is about 250 rpm. Typically, the binder climbed the shaft of the mixer, and a spatula is used to prevent it from climbing into the mixer motor. The mixing rate is kept low enough to prevent the binder from climbing past the spatula. As the temperature of the binder raise, the mixing rate could be increased gradually. The mixing rate is increased every 10 minutes until the maximum rate of 1,000 rpm is reached for 4 to 4.5 hours and maintained the temperature of the sample at 180°C, which is necessary to obtain a uniform mixture, therefore, need to put heavy gas to prevent oxidation of binder. The polymers are added into the asphalt gradually for 0.5 hour. The temperature of the mixture is dropped immediately when the polymer are added, therefore, need to raise the temperature to 180°C. Mixing is completed when the modified asphalt no longer climbed the mixer shaft. a small spatula is dipped in the mix and smeared on clean, white paper. If the polymer grains are visible, the mixing process is incomplete. When the grains disappeared, the process is considered complete.

For obtaining modifying asphalt binder with Functionalized Polyethylene (PE) polymer is easier than asphalt modifying with SBS because the temperature of mixing is 145°C for 1.5 hour, therefore, there is no problem with oxidation.

Modification Of Asphalt Binder

The rheological properties listed in Table (1) of Daurah asphalt binder does not meet climate, traffic, and pavement structure requirements in Iraqi, therefore, it is very necessary to shift up the performance grade of local asphalt binder by adding modifier as one of the attractive approach to improve the asphalt binder properties that are related to one or more of the pavement distress modes. The basic properties that have been targeted include rigidity (total resistance to deformation which can be measured by complex modulus like G* under dynamic loading or by creep stiffness, S(t),under quasi-static loading), Elasticity (recovery of deformation using stored energy applied, it can be measured either by phase angle(δ) or by logarithmic creep rate (m)),brittleness (failure at low strains is the best definition of brittleness),storage stability and durability (oxidative aging, physical hardening and volatilization are key durability properties, resistance to accumulated damage (rutting and fatigue damage) (Bahia, 2009). The superpave binder specification contains criteria based on simply assumption test to match critical pavement performance, Anderson et al. 1994; Bahia et al. 1999 reported the most important assumption for neat and modification binders and concluded that stability of modified asphalt. It is noticed that effect of different polymers on failure properties is depend largely on the type of interaction between the asphalt and polymer, the molecular nature of the polymer additive, and the way of dispersion in the asphalt.

Result And Analysis

The superpave performance grading (PG) system is developed to evaluate binder properties at specific temperature with specific testing system. One of the main objectives of Strategic Highway Research Program (SHRP) was to develop test methods for characterization of asphalts that are equally applicable to unmodified or modified asphalt cements, collectively called asphalt binders (Anderson et al. 1994). A modifier can be selected to improve one or more of the main performance related properties of asphalts. Table 1 shows SHRP parameters obtained from superpave tests under various temperature for different types of modified binders at different concentration, it can be seen although PE modifier shifting up performance grade with same jump of SBS modifier but not significant effects on viscosity, therefore, there is no need to increase temperature of mixing and compaction which may be effect on polymers, Furthermore, 3.5 % of PE is used for shifting up the performance two grade while 4% of SBS is needed to achieve PG(76-16). Figure 1 depicts a bar chart of the ratios of the SHRP parameters for asphalt after modification with different concentration of the based polymer. The Figure indicates that there is a favorable trend in changes of all the performance parameter, $G^*/\sin\delta$ is increased by a ratios of 1.6 to 2.96 for SBS-based modifier (RTFO aged) and 1.4 to 3 for PE-based polymers modifier. It can be seen that PE would be reduced $G^*.\sin\delta$ about 10%, while increase 30% if SBS is added. PE reduces the stiffness of asphalt binder about 15 percent at low temperature which makes PE more effective, while there is no significant effects on m-value could be seen.

Master Curve Fof Modified Binders

Rheological properties can be represented either by the variation of G^* and δ as a function of frequency at a constant temperature (commonly referred to as master curve) or by the variation of G^* and δ with temperature at a selected frequency or loading time, commonly called isochronal curve (Bahia, 2009). To show the effect of modifiers type on G^* and δ, master curves are drown in Figure 2 using dynamic shear rheometer for rolling thin film oven aged binder at 64^oC. It can be seen that G^* increases while δ decreases. This indicates that an increase in rigidity and elasticity, which results better resistance to permanent deformation.

Conclusions

Two types of polymers are used in this study Plastomers "Functionalized Polyethylene (PE) polymer", Elastomers "Styrene Butadiene Styrene (SBS) with or without cross linker".

Table 1 shows SHRP parameters "performance grade" for Daurah asphalt binder which not much the requirements of climate and traffic for Iraq, therefore, it is very necessary to add polymer to the local asphalt binder.

It is noticed that 3.5% of Functionalized Polyethylene (PE) polymer is more effective than 4% of Styrene Butadiene Styrene (SBS) to shift up performance grade of local asphalt binder two grades PG (76-16). The viscosity of binders increasing about 200% when using 4 % SBS while no significant effect on viscosity when using 3.5% of PE, therefore, there is no need to increase temperature of mixing and compaction which may be effect on polymers. $G^*/\sin\delta$ is increased by a ratios of 1.6 to 2.96 for 2%, 4% respectively of SBS-based

modifier RTFO aged and 1.4 to 3 for 2%, 3.5% respectively of PE-based polymers modifier. It can be seen that PE reduce G*.sinδ about 10%, while SBS increase G*.sinδ about 30% and PE reduces the stiffness of asphalt binder about 15 % at low temperature which make PE more effective. Furthermore, there is no significant effect on m-value. Master curve shows that using 2% of SBS, G* is increased by 12% than G* of asphalt binder modified with 2% of PE at 19.35 Hz frequency, and there is no significant change in δ.

References

Anderson, D., D. Christensen, H. Bahia, R. Dongre, Sharma M., and J. Button,(1994) "Binder characterization and evaluation", Volume 3:"Physical characterization," Report No. SHRP-A- 369, the Strategic Highway Research Program, national Research Council, Washington, D.C.

Bahia, H.U., and D.A. Anderson, (1995), "The New Proposed Rheological Properties of Asphalt Binders: Why are They Required and How Do They Compare to The Conventional Properties," Physical Properties of Asphalt Binders, ASTM, STP 1241, pp. 1-27

Bahia H., Zhai H., Kose S., and Bonnetti K., "Non-linear Viscoelastic and Fatigue Properties Of Asphalt Binder", Journal of Association of Asphalt Paving Technologists, Vol.68, 1999, pp. 1-34.

Bahia, H.U., (2009), "Modeling of Asphalt Binder Rheology and Its Application to Modified Binders", Chapter 2, Modeling of Asphalt Concrete, by the American Society of Civil Engineering, pp.,11-56

Bahia, H.U, D. Hanson, M. Zeng, H. Zhai, and A. Khatri, NCHRP Report 459, "Characterization of Modified Asphalt Binders in Superpave Mix Design," National Academy Press, Washington, D.C., 2001.

Table (1) Rheological Properties of Daurah Asphalt Binder

Type of Asphalt	*Daurah 40-50 Pen.*	
Aging	***Original***	
Rotational Viscosity Pa.sec	@135 °C	0.516
G*/sin δ, kPa	@64 °C	2.37
	@70 °C	0.958
True Grade	**69.83** °C	1
Penetration	@25°C	45
Softening Point	48 °C	
Aging	***RTFO***	
G*/sin δ, kPa	@64 °C	4.05
	@70 °C	1.887
True Grade	**69.13** °C	2.2
Loss (%)	0.73	< 1
Penetration	@25°C	29
Softening Point	52 °C	
Aging	***PAV***	
δ	@25 °C	53°
	@28 °C	59°
m-value	@25 °C	0.525
	@28 °C	0.578
G*.sin δ, kPa	@25 °C	7320
	@28 °C	4700
Creep Stiffness, MPa	@-16 °C	182
	@-22 °C	426
True Grade	**-18.9** °C	300
Slop m-value	@-16 °C	0.399
	@-22 °C	0.289
True Grade	**-21.4** °C	0.3
Penetration	@25°C	20
Softening Point	57°C	

Table 2 Effect of Modification Binder on SHRP Parameters

Type of Asphalt	*Daurah 64-16 NEAT*		*Daurah 70-16 2%SBS*		*Daurah 76-16 4%SBS*		*Daurah 70-16 2%SBS+CRLINK*		*Daurah 70-16 2%PE*		*Daurah 76-16 3.5%PE*	
Aging	*Original*		*Original*		*Original*		*Original*		*Original*		*Original*	
R.V@135 °C Pa.sec	0.516		0.84		1.56		1.04		0.547		0.563	
G*/sin δ, kPa	@64 °C	2.37	@70 °C	1.4	@76 °C	1.15	@70 °C	1.88	@70 °C	1.983	@76 °C	2.2
	@70 °C	0.958	@76 °C	0.696	@82 °C	0.621	@76 °C	0.991	@76 °C	1.054	@82°C	1.725
Aging	*RTFO*		*RTFO*		*RTFO*		*RTFO*		*RTFO*		*RTFO*	
G*/sin δ, kPa	@64 °C	4.05	@70 °C	3.03	@76°C	2.35	@70 °C	2.79	@70 °C	2.646	@76 °C	2.391
	@70 °C	1.887	@76 °C	1.47	@82 °C	1.23	@76 °C	1.51	@76 °C	1.329	@82°C	1.329
Loss (%)	< 1		< 1		< 1		< 1		< 1		< 1	
Aging	*PAV*		*PAV*		*PAV*		*PAV*		*PAV*		*PAV*	
δ	@25 °C	53°	@25 °C	52°	@28 °C	52°	@25 °C	54°	@25 °C	55°	@25 °C	52°
	@28 °C	59°	@28 °C	56°	@31 °C	55°	@28 °C	62°	@28 °C	59°	@28 °C	56°
G*.sin δ, kPa	@25 °C	7320	@25 °C	7540	@28°C	6060	@25 °C	7445	@25 °C	7363	@25 °C	6993
	@28 °C	4700	@28 °C	4760	@31 °C	4140	@28 °C	2790	@28 °C	4560	@28 °C	4444
Creep Stiffness, MPa	@-16 °C	182	@-16 °C	206	@-16 °C	215	@-16 °C	225	@-16 °C	181	@-16 °C	158
	@-22 °C	426	@-22 °C	454	@-22 °C	471	@-22 °C	480	@-22 °C	419	@-22 °C	380
Slop m-value	@-16 °C	0.399	@-16 °C	0.363	@-16 °C	0.329	@-16 °C	0.372	@-16 °C	0.396	@-16 °C	0.372
	@-22 °C	0.289	@-22 °C	0.269	@-22 °C	0.278	@-22 °C	0.281	@-22 °C	0.289	@-22 °C	0.266

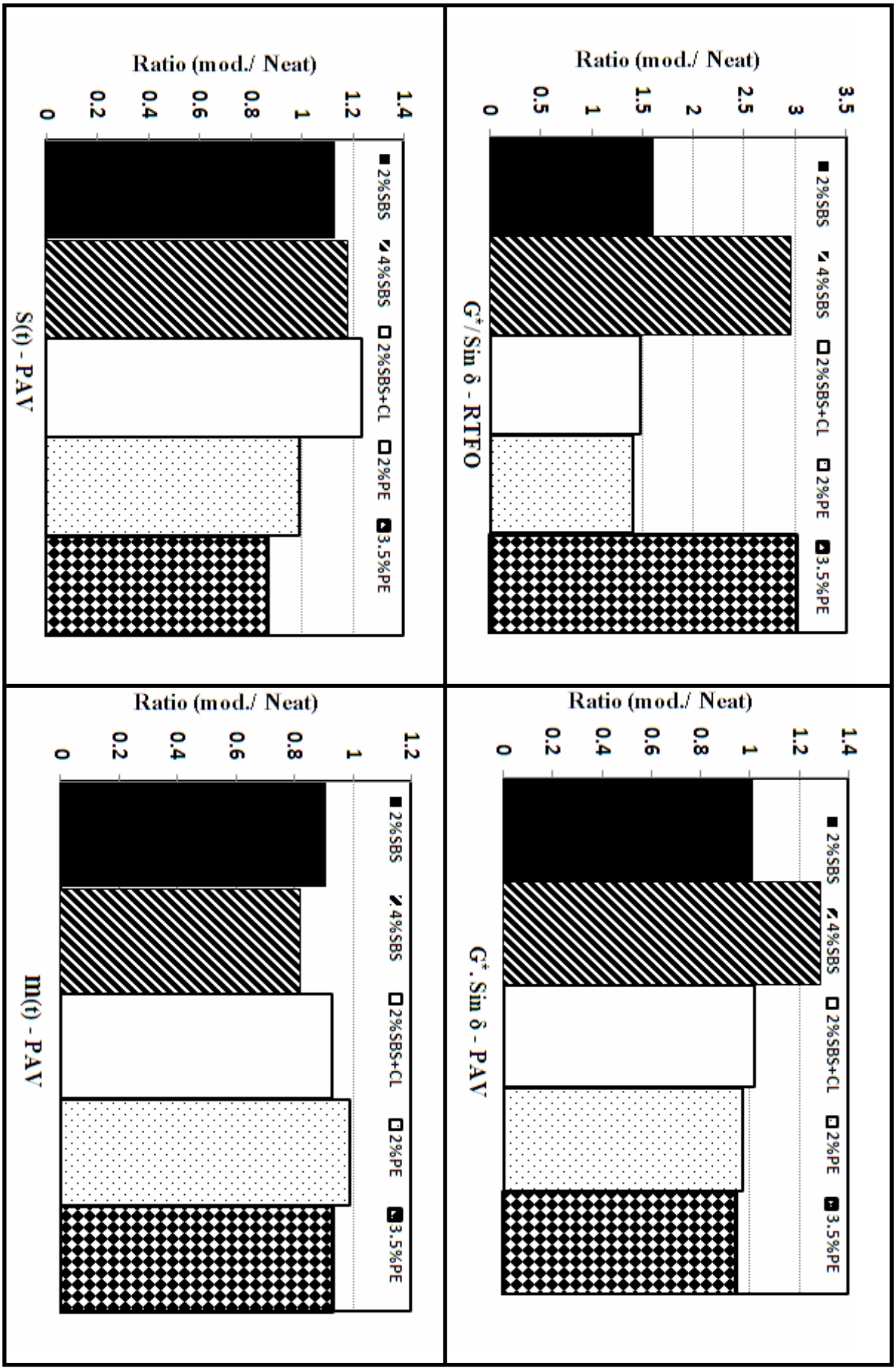


Fig. 1 Change in Performance Grade Parameter

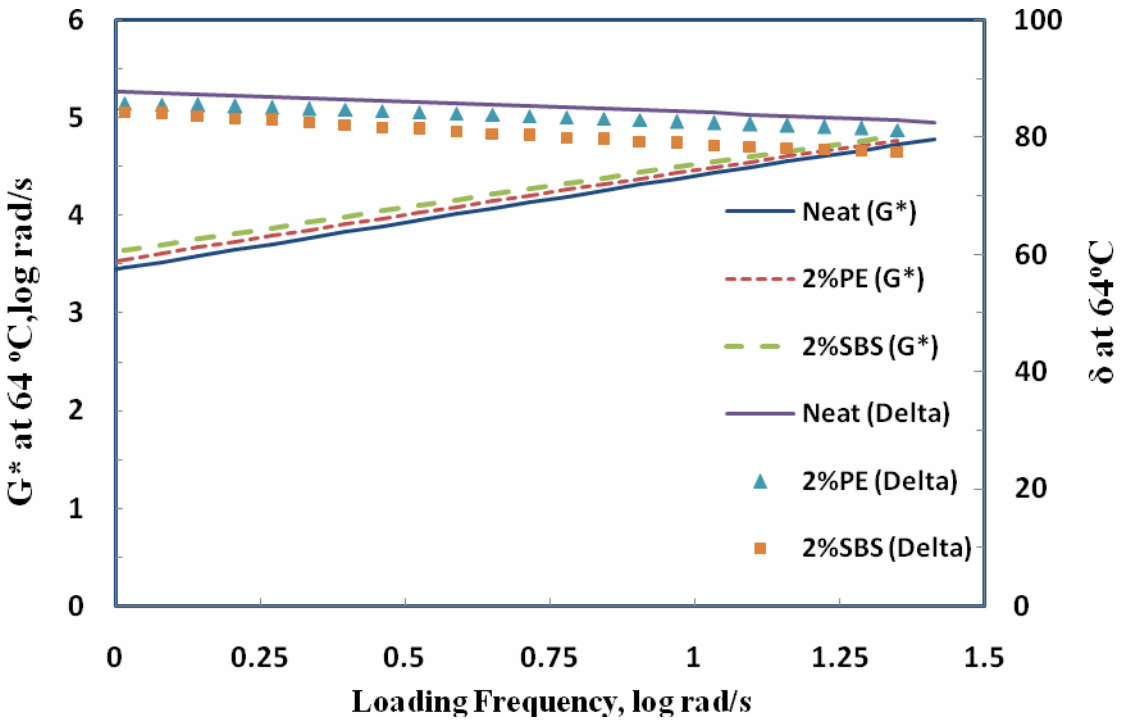


Fig. 2 Master Curve of Neat and Modified Asphalt at 64°C.

New Correlation To Calculate Absolute Permeability From Gas Permeameter

Ass. Lecture Dhorgham S. Ibrahim **Ass. Lecture Hussein H. Hussein**

University of Baghdad
College of Engineering
Petroleum Engineering Department

Abstract

In this study, two correlations are developed to calculate absolute rocks permeability from core samples tested by Gas Permeameter Apparatus. The first correlation can be applied if $K_g \leq 100$, the second correlation can be applied if $K_g > 100$. Sixty core samples having different permeabilities to give a wide range of values that necessary to achieve a correlation.

The developed correlation is easily applied and a quick method to avoid repeating the test at different pressure values. Only one pressure test is required to reach absolute permeability which is equivalent liquid permeability.

The final results show, after comparison between the values of permeability from the correlations and the value of absolute permeability by liquid permeameter, good agreement between the values.

علاقة جديدة لحساب النفاذية المطلقة باستعمال جهاز نفاذية الغاز

المدرس المساعد ضرغام صكبان إبراهيم المدرس المساعد حسين هادي حسين

جامعة بغداد- كلية الهندسة

قسم هندسة النفط

الخلاصة:

تم في هذه الدراسة تطوير علاقتي ترابط لحساب النفاذية المطلقة للصخور من العينات التي يتم فحصها بجهاز قياس النفاذية باستخدام الغاز. العلاقة الأولى يمكن تطبيقها إذا كانت النفاذية للغاز ≤ 100 ، العلاقة الثانية يمكن تطبقها اذا كانت النفاذية للغاز >100 . تم إعداد 60 عينة صخرية مختلفة النفاذيات لتغطية مدى واسع من القيم اللازمة لعمل العلاقتان .

إن العلاقتين المطورة سهلة التطبيق وتعتبر طريقة سريعة تجنبنا لتكرار الفحص لمختلف الضغوط والاكتفاء بالفحص عند ضغط واحد ونتمكن من خلالها إلى التوصل لقيمة النفاذية المطلقة المكافئة لنفاذية السائل.

وقد أظهرت النتائج النهائية بعد اجراء المقارنة بين النفاذية المستخرجة من العلاقتين مع قيم النفاذية المطلقة المستخرجة من جهاز قياس النفاذية باستخدام السائل وجود تطابق كبير بين القيم.

Introduction

Laboratory measurement of permeability usually uses air as the flowing fluid and thus the value obtained is permeability to air (Kair).
Cole, frank (1969) said dry gas is usually used (air, N_2, He) in permeability determination because of its convenience, availability, and to minimize fluid-rock reaction.
The low pressure air permeability of core often differs from its permeability to liquid by 30 to 100 percent due to the Klinkenberg effect. These errors are avoided if the permeability to gas
was measured at two or three pressures and plotted against the reciprocal of the mean pressure, and then extrapolating to infinite pressure to obtain the equivalent liquid permeability. This method is generally reliable, but has two drawbacks- it requires tedious measurements, and requires longer time to reach steady state.
New correlation is developed to calculate equivalent liquid permeability from a single run on core sample by Ruska Gas Permeameter.

THEORY OF OPERATION

The measurement of the permeability should be restricted to the low (laminar/viscous) flow rate region, where the pressure remains proportional to
flow rate within the experimental error. For high flow rates, Darcy's equation as expressed by equation (1) is inappropriate to describe the relationship of flow rate and pressure drop. [Ali Hussein 1988]

$$q = \frac{KA(p_1 - p_2)}{\mu L} \qquad (1)$$

In using dry gas in measuring the permeability, the gas volumetric flow rate q varies with pressure because the gas is a highly compressible fluid. Therefore, the value of q at the average pressure in the core must be used in equation (1). Assuming the used gases follow the ideal gas behavior (at low pressures), the following equation (2) is applied:

$$K(Darcy) = \frac{Q_{av}\mu L}{A(p_2 - p_1)} \qquad (2)$$

KLINKENBERG EFFECT

Klinkenberg (1941) discovered that permeability measurements made with air showed different results from permeability measurements made with a liquid. The permeability of a core sample measured by flowing air is always greater than the permeability obtained when a liquid is the flowing fluid. Klinkenberg postulated, on the basis of his laboratory experiments, that the gases exhibited slippage at the sand grain surface.
The magnitude of the Klinkenberg effect varies with the core permeability and the type of the gas used in the experiment as shown in figure (1). The resulting straight-line relationship can be expressed as: [Klinkenberg (1941)]

$$k_g = k_L + c\left[\frac{1}{p_m}\right] \qquad (3)$$

Where:
K_g=measured gas permeability
P_m=mean pressure
K_L=equivalent liquid permeability, i.e., absolute permeability, K
C=slope of the line
Klinkenberg expressed the slope C by the following relationship:

$$C = bk_L \qquad (4)$$

b=constant that depends on the size of the pore openings and is inversely proportional to radius of capillary.
Jones (1972) studied the gas slip phenomena for a group of cores for which porosity, liquid permeability k_L and air permeability were determined. He correlated the parameter b with the liquid permeability by the following expression:

$$b = 6.9\, k_L^{-0.36} \qquad (5)$$

Equations 3, 4 and 5 can be combined and arranged to give:

$$6.9K_L^{0.64} + p_m K_L - p_m K_g = 0$$

Equation (6) can be used to calculate the absolute permeability when only one gas permeability measurement (k_g) of a core sample is made at p_m. This nonlinear equation can be solved iteratively by using the Newton- Raphson iterative methods.

Experimental Work

The experimental work was performd in Pet. Eng. Dept./Univ. of Baghdad. The device used to determining (Kair) is shown Fig. (2).

The materials used for carrying out the experimental work are :

1.Core Sample: About (60) plugs are prepared and their dimensions are measured.

2.Gas Oil: Gas oil is used as a saturation liquid to test liquid permeability, does not volatile at room temperature.

The properties of gas oil are given in table (1).

3.Air: Air is used as a gas to test absolute permeability by gas permeameter.

The experiments were carried out as follows:

1.The absolute permeability is measured by Ruska Liquid Permeameter with gas oil.

2.The gas permeability is measured by Ruska Gas Permeameter with air at different pressure drop to get equivalent liquid permeability through drawing the permeability to gas at two or three pressures drop versus the reciprocal of the mean pressure, and then extrapolating to infinite pressure.

3.Two correlations are built by statistical program to get equivalent liquid permeability by single test with Ruska Gas Permeameter. The correlations are:

$$K_L = f(K_g, P) \quad (7)$$

$$K_L = A_1 \times K_g^{A_2} + A_3 \times P^{A_4} \quad (8)$$

where :

K_g = gas permeability (md)

P = mean pressure (atm)

Table (2) shows the values of the constants (A_1, A_2, A_3 and A_4).

Results

Several experiments have been carried out in this work to study the possibility of getting equation that has good agreement with equivalent liquid permeability from a single test by Ruska Gas Permeameter.

The correlations are built on about 75% of data point that covered different ranges of permeability as shown in Table (3) and use 25% of data point to check the correlations. After several trials in form of the correlations we get the final form that give acceptable agreement, as shown in Figure(3) and (4). The correlations take the Klinkenberg effect implicitly and take the effect of mean pressure explicitly, as shown in equation (8).

Conclusions

Simple, rapid and easily applied equation is developed to calculate equivalent liquid permeability that equation needs only single measurement of gas permeability .

References

- Ali Hussien Jawad , "Evaluation of the Engineering Properties of the Reservoir Rocks by Direct and Indirect Methods", M. Sc. thesis, Pet. Eng. Dept., University of Baghdad (1988).
- Cole, Frank, "Reservoir Engineering Manual" Houston: Gulf Publishing Company, 1969.
- Jones, S. C., "A Rapid Accurate Unsteady State Klinkenberg Parameter" SPEJ, 1972, Vol. 12, No. 5, pp. 383–397.
- Klinkenberg, L. J., "The Permeability of Porous Media to Liquids and Gases," API

Drilling and Production Practice, 1941, p. 200.

- Tarek Ahmed., "Reservoir Engineering Hand Book" Third Edition, Elsevier Inc. (2006).

Symbols And Abbreviations

Symbol	Description	Unit
A	Area	[cm^2]
A_1, A_2, A_3, A_4	Correlation constants	-
b	Constant	-
c	Slope	-
C.P	centi poise	
K	Absolute permeability	[Darcy]
K_g	Gas permeability	[Darcy]
K_L	Liquid permeability	[Darcy]
K_o	effective permeability for oil	[Darcy]
L	Length	[cm]
P_1	Inlet pressure	[atm]
P_2	Outlet pressure	[atm]
P_m	Mean pressure	[atm]
q	Discharge	[cc/sec]
Q_{av}	Average discharge	[cc/sec]
R	Correlation coefficient	-
V%	Variance	-

Abbreviations	Definition
He	Helium
N2	Nitrogen

Greek symbols

Symbols	Description	Unit
μ	Kinematic viscosity	[csc]

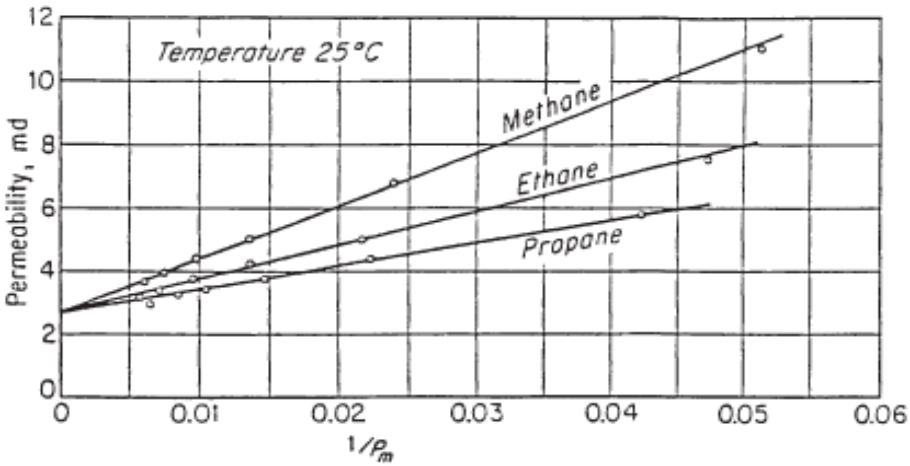
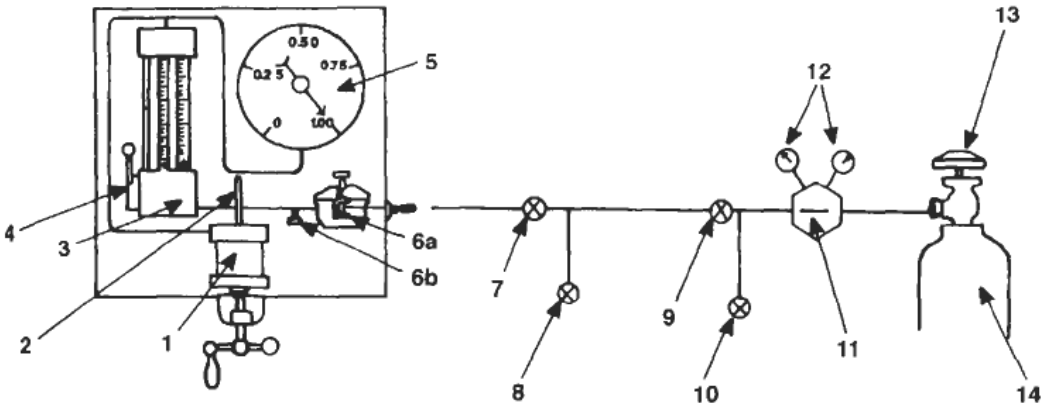


Figure (1) effect of gas pressure on measured permeability for various gases [Klinkenberg (1941)]



1. Core holder, 2. Thermometer, 3. Three flow meters, Small, medium, Large, 4. Flow meter selector switch, 5. Pressure gauge, 6. Pressure regulator, 7. Second flow line valve, 8. Bleed off valve, 9.First flow line valve, 10. Bleed off valve, 11. Flow line regulator, 12. Air pressure gauge, 13. Air tank valve, 14. Air.

Figure (2) Ruska gas permeameter

Table (1). Properties of Gas oil.

Property	Value
Sp. gr. at 24° C	0.825
Viscosity at 19 ° C (C.P.)	4.39
Viscosity at 24 ° C (C.P.)	3.7
Viscosity at 30 ° C (C.P)	3.3

Table (2) values of the corrleations coefficients

Constants				Variance (V %)	Correlation coefficient (R)	Application range
A_1	A_2	A_3	A_4	93.61	0.9623	$K_g \leq 100$
0.477104	1.110739	-9.4060	7.309868			
1.18921	0.931348	-105.314	248.0285	98.54	0.9926	$K_g > 100$

Table (3) values of the results calculation

Core No.	L(mm)	D(mm)	Area(Cm2)	Pavg(atm)	ΔP(atm)	Kg(md)	KL(md)	K_O(md)
1	33.96	25.19	4.98564	1.125	0.25	17.35586	2.740399	1.708781
				1.25	0.5	13.88469		
				1.5	1	13.63675		
2	26.31	25.3	5.02928	1.125	0.25	118.0615	102.7526	93.31896
				1.25	0.5	117.1094		
				1.5	1	114.253		
3	26.82	25.03	4.92251	1.125	0.25	83.2958	71.63126	62.66466
				1.25	0.5	80.32095		
				1.5	1	80.32095		
4	27.4	25.22	4.99752	1.125	0.25	374.2347	310.4828	316.2579
				1.25	0.5	368.2629		
				1.5	1	358.3098		
5	17.96	25.35	5.04918	1.125	0.25	186.4445	165.967	158.4175
				1.25	0.5	182.5603		

				1.5	1	181.2655		
6	23.21	24.94	4.88717	1.125	0.25	124.4662		
				1.25	0.5	121.0088		
				1.5	1	121.0088	110.9096	101.5286
7	37.82	25.45	5.08909	1.125	0.25	16.23058		
				1.25	0.5	15.14854		
				1.5	1	14.87803	10.89157	7.836816
8	34.51	25.42	5.0771	1.125	0.25	40.57649		
				1.25	0.5	30.43237		
				1.5	1	30.30866	0.299506	0.148432
9	26.24	25.02	4.91857	1.125	0.25	14.75841		
				1.25	0.5	13.78746	10.2665	7.341897
				1.5	1	13.59327		
10	33.63	25.45	5.08909	1.125	0.25	14		
				1.25	0.5	13.03729	6.128824	4.154491
				1.5	1	12.02702		
11	30.85	25.44	5.08509	1.125	0.25	31.79949		
				1.25	0.5	26.49958	2.068827	1.252938
				1.5	1	24.29128		
12	40.89	25.29	5.0253	1.125	0.25	829.3049		
				1.25	0.5	814.4959	651.207	716.3055
				1.5	1	784.8778		
13	40.65	25.62	5.15731	1.125	0.25	12		
				1.25	0.5	10.61551	2.501802	1.545329
				1.5	1	9.611338		
14	23.82	25.19	4.98564	1.125	0.25	79.99816		
				1.25	0.5	79.12861	73.06468	64.05019
				1.5	1	78.25907		
15	34.49	25.33	5.04121	1.125	0.25	74.71036		
				1.25	0.5	70.97484	41.17465	39.9756
				1.5	1	68.23546		
16	30.42	25.23	5.00149	1.125	0.25	270.0979		
				1.25	0.5	265.6701	207.8752	203.109
				1.5	1	254.6005		
17	29.61	25.01	4.91464	1.125	0.25	964.9403		
				1.25	0.5	877.2184	591.7179	644.4324
				1.5	1	870		
18	21.58	25.1	4.95008	1.125	0.25	117.4282		
				1.25	0.5	115.0638	82.61604	87.83428
				1.5	1	111.0807		
19	20.44	25.35	5.04918	1.125	0.25	114.9361		
				1.25	0.5	106.0948	70.18097	73.78142
				1.5	1	105.8738		
20	26.82	25.37	5.05715	1.125	0.25	162.1563		
				1.25	0.5	160.2259	142.852	134.2486
				1.5	1	157.3302		
21	31.38	25.4	5.06911	1.125	0.25	65.34619		
				1.25	0.5	60.83955	45.39247	37.87465
				1.5	1	60.27622		
22	22.21	25.01	4.91464	1.125	0.25	57.57394		
				1.25	0.5	54.284	24.67455	19.32622
				1.5	1	49.34909		

23	29.29	25.51	5.11312	1.125	0.25	143.8746	131.4736	122.496
				1.25	0.5	141.7895		
				1.5	1	140.7469		
24	25.03	25.44	5.08509	1.125	0.25	11.46683	8.656702	6.082099
				1.25	0.5	10.75015		
				1.5	1	10.75015		
25	36.19	25.42	5.0771	1.125	0.25	86.6604	72.24659	63.25908
				1.25	0.5	84.32524		
				1.5	1	83.02793		
26	41.23	24.56	4.73938	1.125	0.25	13.93304	9.566468	6.79134
				1.25	0.5	12.98306		
				1.5	1	12.82473		
27	23.16	25.34	5.04519	1.125	0.25	314.1376	227.8641	224.7705
				1.25	0.5	300.77		
				1.5	1	292.4153		
28	33.09	25.49	5.1051	1.125	0.25	7.549945	6.146748	4.167904
				1.25	0.5	7.31401		
				1.5	1	7.196042		
29	27.85	25.38	5.06113	1.125	0.25	66.09866	54.18614	46.05025
				1.25	0.5	64.09567		
				1.5	1	63.09417		
30	22.79	24.97	4.89894	1.125	0.25	677.3357	508	544.5687
				1.25	0.5	660.4023		
31	30.59	25.54	5.12515	1.25	0.5	11.29738	8.6903	6.108159
				1.5	1	10.86287		
32	16.47	25	4.91071	1.125	0.25	292.9959	220.3895	216.6464
				1.25	0.5	280.7877		
				1.5	1	274.6837		
33	23.83	25.6	5.14926	1.125	0.25	7.3	2.321914	1.423154
				1.25	0.5	7.07506		
				1.5	1	6.064337		
34	27.33	25.25	5.00942	1.125	0.25	714.9178	516.33	554.4331
				1.25	0.5	695.059		
35	21.95	25.18	4.98168	1.125	0.25	237.3676	170.8085	163.5259
				1.25	0.5	224.537		
				1.5	1	220.5274		
36	33.44	25.4	5.06911	1.125	0.25	86.44464	67.61386	58.797
				1.25	0.5	81.64216		
				1.5	1	81.64216		
37	29.04	25.2	4.9896	1.125	0.25	699.1111	487.26	520.0816
				1.25	0.5	677.9259		
38	27.35	24.66	4.77805	1.125	0.25	895.9347	636.9497	699.0156
				1.25	0.5	833.4277		
				1.5	1	830		
39	19.66	25.33	5.04121	1.125	0.25	93.69012	75.55354	66.46256
				1.25	0.5	89.43148		
				1.5	1	89.07659		
40	26.24	25.42	5.0771	1.125	0.25	808.943	620.82	679.5035
				1.25	0.5	790.1304		
41	31.59	25.16	4.97377	1.125	0.25	1017.227	750.861	838.214
				1.25	0.5	970.9891		

				1.5	1	950		
42	29.33	25.52	5.11712	1.125	0.25	12.51811	9.624668	6.836958
				1.25	0.5	12.01738		
				1.5	1	11.78789		
43	31.4	25.53	5.12114	1.125	0.25	214.2575	183.1878	176.6552
				1.25	0.5	209.7938		
				1.5	1	206.446		
44	36.33	25.73	5.20169	1.125	0.25	73.72598	63.59033	54.94726
				1.25	0.5	72.45484		
				1.5	1	71.18371		
45	30.7	25.5	5.10911	1.125	0.25	126.8594	100.5551	91.11862
				1.25	0.5	124.6722		
				1.5	1	120.2977		
46	30.22	24.9	4.87151	1.125	0.25	677.4134	498.8496	533.752
				1.25	0.5	643.5427		
				1.5	1	632.2525		
47	42.63	25.32	5.03723	1.125	0.25	147.8652	117.5869	108.296
				1.25	0.5	140.78		
				1.5	1	140.1639		
48	30.94	25	4.91071	1.125	0.25	110.0825	83.10504	73.83157
				1.25	0.5	103.2023		
				1.5	1	103.2023		
49	36.28	24.91	4.87542	1.125	0.25	1164.729	844.2025	953.9414
				1.25	0.5	1083.469		
				1.5	1	1083		
50	27.13	25.28	5.02133	1.125	0.25	62.93357	55.19626	46.99869
				1.25	0.5	61.16356		
				1.5	1	60.9669		
51	19.18	25.33	5.04121	1.125	0.25	285.2871	224.6436	221.2667
				1.25	0.5	276.9778		
				1.5	1	270.0533		
52	42.9	25.36	5.05316	1.125	0.25	129.7911	105.5569	96.13401
				1.25	0.5	123.6105		
				1.5	1	123.6105		
53	22.41	25.48	5.1011	1.125	0.25	9.594691	6.312297	4.291975
				1.25	0.5	9.914514		
				1.5	1	8.795133		
54	31.82	25.44	5.08509	1.125	0.25	9.11093	5.985042	4.047046
				1.25	0.5	8.313723		
				1.5	1	8.313723		
55	38.12	25.51	5.11312	1.125	0.25	16.5	8.71269	6.125532
				1.25	0.5	14.65421		
				1.5	1	14.51852		
56	29.41	24.62	4.76256	1.125	0.25	71.92927	54.30187	46.15882
				1.25	0.5	67.43369		
				1.5	1	67.43369		

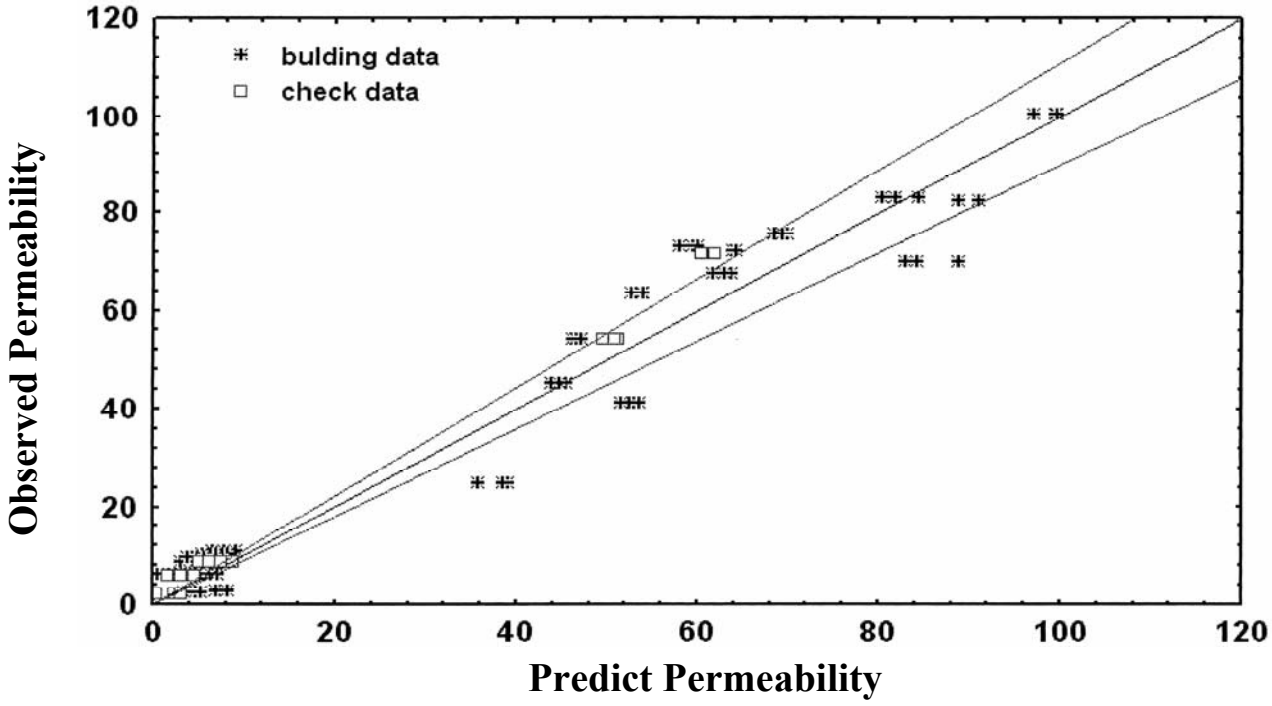


Figure (3) predict versus observed values of K_L,K_g≤100

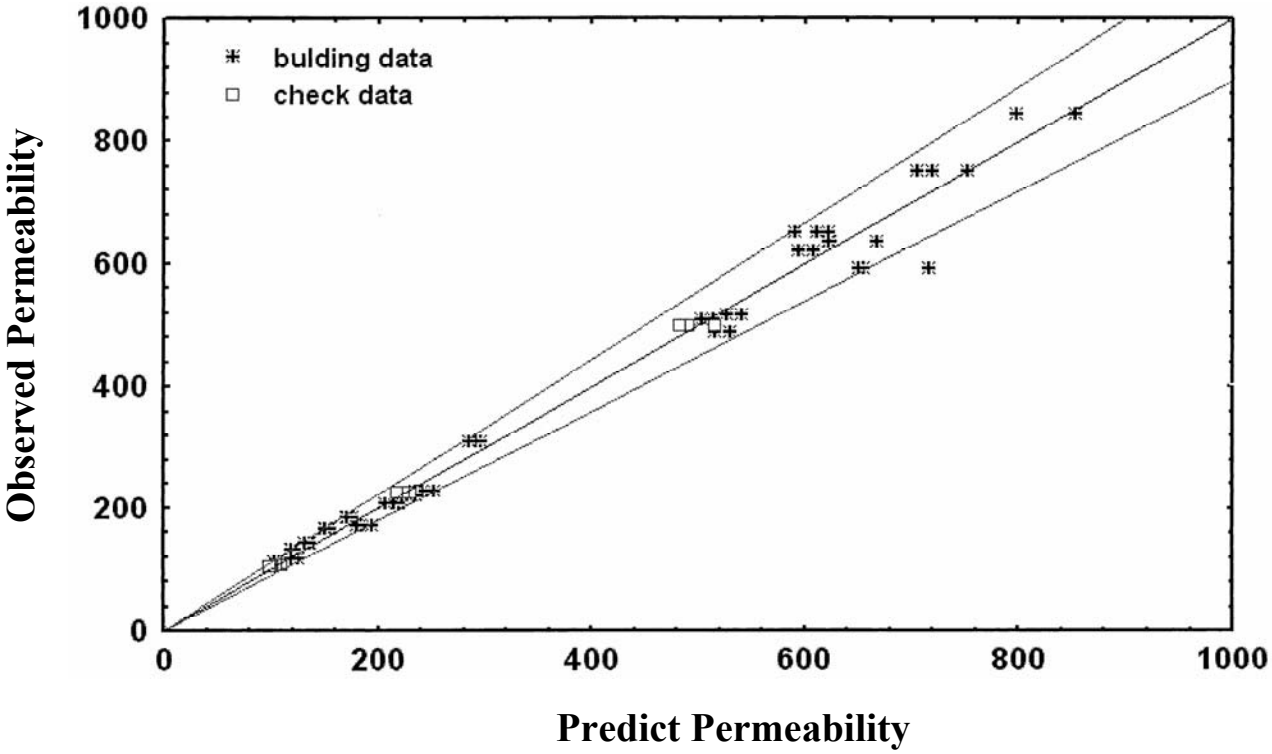


Figure (3) predict versus observed values of K_L,K_g>100

Adsorption Of Phenol And P-Nitro Phenol Onto Date Stones: Equilibrium Isotherms, Kineticsand Thermodynamics Studies

Muthanna J. Ahmed, Samar K. Theydan, Abdul-Halim A.K. Mohammed

Chemical Engineering Department - Engineering College - Baghdad University -Iraq.

Abstract

Adsorption capacity of a waste biomass, date stones, for phenolic compounds such as phenol (Ph) and p-nitro phenol (PNPh) was investigated. The characteristics of such waste biomass were determined and found to have a surface area and iodine number of 495.71 m^2/g and 475.88 mg/g, respectively. The effects of temperature, initial sorbate concentration, and contact time on the adsorption process were studied. Experimental equilibrium data for adsorption of Ph and PNPh on date stones were analyzed by the Langmuir, Freundlich and Sips isotherm models. The results show that the best fit was achieved with the Sips isotherm equation with maximum adsorption capacities of 147.09 and 179.62 mg/g for Ph and PNPh, respectively. The kinetic data were fitted to pseudo-first order, pseudo-second order and intraparticle diffusion models, and was found to follow closely the pseudo-second order model for both Ph and PNPh. The calculated thermodynamic parameters, namely ΔG, ΔH, and ΔS showed that adsorption of Ph and PNPh onto date stones was spontaneous and endothermic under examined conditions.

الخلاصة

يهدف البحث إلى دراسه اشتخدام نوى التمر لازاله الملوثات الفينوليه مثل الفينول والبارا نايتروفينول من مخلفات المياه. تم تحديد المساحه السحطحيه والرقم الايوديني لنوى التمر وهي 495.71 م^2 /غرام و 475.88 ملي غرام / غرام على التوالي. تم دراسة تأثير درجه الحراره ، التركيز الاولي للماده الملوثه ، وزمن الامنزاز على سعه امتزاز نوى التمر. تم تمثيل نتائج امتزاز الفينول والبارانايتروفينول على نوى التمر يشكل جيد جدا بواسطه معادله سيس، حيث تم الحصول على اعلى سعه امتزاز للفينول(147.09 ملي غرام/غرام) والبارانايتروفينول (179.62 ملي غرام/ غرام). ايضا تم دراسه حركيه عمليه الامتزاز وبينت النتائج ان معادله الدرجه الثانيه مثلت النتائج التجريبيه لعمليه الامتزاز بشكل جيد لكل من الفينول والبارانايتروفينول. بينت نتائج دراسه ثرموديناميكيه العمليه ان الامتزاز من النوع الماص للحراره لكل من الفينول والبارانايتروفينول .

Keywords: Date stones**,** phenol, p-nitro phenol, adsorption isotherms, kinetics.

Introduction

Wastewaters from paint, pesticide, coal conversion, polymeric resin, gasoline, rubber proofing, steel, petroleum, and petrochemical industries contain considerable amounts of phenols. These pollutants are known to be toxic, carcinogenic, and posing serious hazards to aquatic living organisms. Phenol (Ph) and p-nitro phenol (PNPh) are the most hazardous polluting phenols to the environment. The presence of Ph even at low concentrations can cause unpleasant taste and odor of drinking water. PNPh can enter the human body through all routes and reacts easily in the blood to convert hemoglobin to methamoglobin, thereby preventing oxygen uptake. Indeed, it is necessary to remove these pollutants from wastewaters before discharge into the environment (Zhu et al., 2000).

Various processes have been employed for the removal of phenols from aqueous media including chemical oxidation (He et al., 2009), membrane filtration (Kujawski et al., 2004), biodegradation (El-Naas et al., 2009), electro coagulation (Ugurlu et al., 2008), photo degradation (Gomez et al., 2011), solvent extraction (Xu et al., 2006), and adsorption (Yang et al., 2008). Among these methods adsorption is still the most popular and widely used technique for phenols removal, because of its simple design, easy operation, and relatively simple regeneration (Nevskaia et al., 2004).

In the design and optimization of adsorption processes the adsorption isotherms and kinetics are of utmost importance to study. Adsorption isotherms are important for the description of how adsorbate will interact with adsorbent and are critical in optimizing the use of adsorbent. Thus, the correlation of experimental equilibrium data using either a theoretical or empirical equation is essential for adsorption data prediction. Adsorption kinetics involves the study of the rate at which pollutants are removed from aqueous solution onto adsorbent surface, which in turn controls the residence time of the adsorbate uptake at the solid-solution interface (Altenor et al., 2009).

Currently adsorption on activated carbon is widely used for removal of phenols, but it is still considered expensive material (Sulaymon and Ahmed, 2008). Recently agricultural waste biomass, have been investigated intensively as adsorbents for removal of pollutants from aqueous solutions. Because these materials are cheaper, renewable and abundantly available; also constitute an environmental problem (Adiuata et al., 2007). Date stones can be considered as one of the best candidate among the agricultural wastes because it is cheap and quite abundant, especially in Mediterranean countries. Carbohydrates are the major components of date stones; they are composed of 42% cellulose, 18% hemi cellulose, 25% sugar and other compounds, 11% lignin and 4% ash. This lignocellulosic composition promotes the use of date stones as adsorbents for removal of pollutants. Date stones as a waste stream have been a problem to the palm oil and palm syrup factories. Therefore, its recycling or reutilization is useful (Hameed et al., 2009).

Many studies have been done on adsorption isotherms and kinetics of phenols on various agricultural wastes and natural materials such as red mud (Gupta et al., 2004), soil (Subramanyam and Das, 2009), chitin (Dursun and Kalayci, 2005), clinoptilolite rock (Sprynskyy et al., 2009), lignite (Polat et al., 2006), olive pomace (Stasinakis et al., 2008), deolied soya (Mittal et al., 2009), wood fly ash (Daifullah and Gad, 1998), mauritonian clay (Ely et al., 2011), mansonia wood sawdust (Ofomaja, 2011), rice husk (Ahmaruzzaman and Sharma, 2005), chitosan (Li et al., 2009), and alignate (Peretz and Cinteza, 2008). Though date stones-based activated carbon has been widely used to remove phenols

from wastewaters (Alhamed, 2009; El-Naas et al., 2010; Alhamed, 2008), literature is scant where raw date stones were employed directly for phenols adsorption.

Therefore, the main objective of the present work is to study experimentally and theoretically the equilibrium isotherms, kinetics, and thermodynamics of Ph and PNPh adsorption onto raw date stones.

Materails And Methods

Materials

Date stones were used as adsorbent. Stones as received were first washed with water to get rid of impurities, dried at 110 ˚C for 24 h, crushed using disk mill, and sieved. Fraction of average particle size of 250 µm was selected for the study. The properties of chemicals used are listed in Table 1.

Adsorbent characteristics

Date stones were characterized by selected physical properties including bulk density and surface area, chemical properties including ash and moisture contents, and adsorption properties including iodine number. The details of characterization methods are illustrated as follows.

Bulk density

Bulk or apparent density was determined according to procedure followed by Ahmedna et al. (1997). 10 ml cylinder was filled to a specified volume with date stones that had been dried in an oven at 80 ˚C for 24 h (Ahmedna et al., 1997). The bulk density was then calculated as follows:

$$\text{bulk density} = \frac{W_C}{V_C} \qquad (1)$$

Where W_C is the weight of dried adsorbent (g) and V_C is cylinder volume packed with dried adsorbent (ml).

Ash content

The ash content of date stones was determined by standard methods (ASTM standard, 2000). 0.5 g of date stones with average particle size of 0.250 mm was dried at 80 ˚C for 24 h and placed into weighted ceramic crucibles. The samples were heated in an electrical furnace at 650 ˚C for 3 h. Then the crucibles were cooled to ambient temperature and weighed. The percent of ash was calculated as follows:

$$\text{ash}\,(\%) = \frac{W_{S3} - W_{S2}}{W_{S1}} \times 100 \qquad (2)$$

Where W_{S3} is the weight of crucible containing ash (g), W_{S2} is the weight of crucible (g), and W_{S1} is the weight of original adsorbent used (g).

Moisture content

The moisture content of date stones was determined using oven drying method (Adekola and Adegoke, 2005). 0.5 g of adsorbent with average particle size of 250 mm was placed into weighed ceramic crucible. The samples were dried at 110 ˚C to constant weight. Then the samples were cooled to ambient temperature and weighed. The moisture content was calculated by the following equation:

$$\text{mositure}\,(\%) = \frac{W_{m3} - W_{m2}}{W_{m1}} \times 100 \qquad (3)$$

Where W_{m3} is the weight of crucible containing original sample (g), W_{m2} is the weight of crucible containing dried sample (g), and W_{m1} is the weight of original sample used (g).

Iodine number

Iodine number which is a measure of the micropore content of structure (0 to 20 Å) was determined as follows: 10 ml of 0.1 N iodine solution in a conical flask is titrate

with 0.1 N sodium thiosulfate solution in the presence of 2 drops of 1 wt% starch solution as an indicator, till it becomes colourless. The burette reading is corresponding to V_b. Then weigh very accurately 0.05 g of date stones and add it to conical flask containing 15 ml of 0.1 N iodine solution, shake the flask for 4 min and filter it, then titrate 10 ml of filtrate with standard sodium thiosulfate solution using 2 drops of starch solution as indicator, now the burette reading is corresponding to Vs. The iodine number was then calculated by using the following equation (Lubrizol, 2007):

$$IN = \frac{(V_b - V_S) \cdot N \cdot (126.9) \cdot (15/10)}{M} \quad (4)$$

Where IN is iodine number (mg/g), V_b and Vs are volumes of sodium thiosulfate solution required for blank and sample titrations (ml), respectively, N is the normality of sodium thiosulfate solution (mole/l), 126.9 is atomic weight of iodine, and M is the mass of adsorbent used (g).

Surface area

The surface area of the date stones was estimated through a calibration curve which has a correlation coefficient of 0.997 between the iodine numbers and BET surface area from the literature (Fadhil and Deyab, 2008) as shown in Fig. 1.

Adsorption isotherms

The equilibrium isotherms of Ph and PNPh adsorption on date stones were determined by performing adsorption tests in 100 ml Erlenmeyer flasks where 40 ml of Ph or PNPh solutions with different initial concentrations (50-250 mg/l) was placed in each flask. The pH of the solutions was gradually adjusted to 7 by adding small amounts of 0.1 M HCl or NaOH solution. 0.02 g of date stones, with particle size of 250 μm, was added to each flask and kept in a shaker of 120 rpm at different temperatures (303-323 K) for 90 min to reach equilibrium. Then the samples were filtered and the residual concentrations of Ph or PNPh in the filtrate were analyzed by a UV-Visible Spectrophotometer (Shimadzu UV-160A) at maximum wave lengths of 269 and 400 nm for Ph and PNPh, respectively. The uptake of Ph or PNPh at equilibrium, q_e (mg/g) was calculated by the following expression:

$$q_e = \frac{(C_o - C_e)\, V}{W} \quad (5)$$

Where C_o and C_e (mg/L) are the initial and equilibrium concentrations of Ph or PNPh solution, respectively, V (L) is the volume of solution, and W (g) is the weight of date stones.

Three famous isotherm equations, namely the Langmuir (1916), Freundlich (1906), and Sips (1948) were applied to fit the experimental isotherm data of Ph and PNPh adsorption on date stones. These equations can be written as:

Langmuir isotherm

$$q_e = \frac{q_L K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (6)$$

Freundlich isotherm

$$q_e = K_F C_e^{1/n} \quad (7)$$

Sips isotherm

$$q_e = \frac{q_S K_S C_e^{1/m}}{1 + K_S C_e^{1/m}} \quad (8)$$

Where q_L (mg/g) is the Langmuir maximum uptake of Ph or PNPh per unit mass of date stones, K_L (L/mg) is the Langmuir constant related to rate of adsorption, K_F ((mg/g).(L/mg)$^{1/n}$) and n are Freundlich constants which give a measure of adsorption capacity and adsorption intensity, respectively, q_S (mg/g) is the Sips maximum uptake of Ph or PNPh per unit mass of date stoned, K_S (L/mg)$^{1/m}$ is Sips constant related

to energy of adsorption, and parameter m could be regarded as the Sips parameter characterizing the system heterogeneity. Least-squares regression program based on Hooke-Jeeves and Gauss-Newton method was used to analyze experimental data. This program gave the parameters of each equation and the agreement between experimental and calculated data in terms of correlation coefficient R^2.

Adsorption kinetics

The procedure used for kinetic tests was identical to that used for equilibrium experiments. The aqueous samples were taken at present time intervals, and the concentrations of Ph or PNPh were similarly measured. The uptake of Ph or PNPh at time t, q_t (mg/g), was calculated by:

$$q_t = \frac{(C_o - C_t)\,V}{W} \quad (9)$$

Where, C_t (mg/L) is the liquid-phase concentration of Ph or PNPh solution at time t (min). Pseudo-first order model (Langergen and Svenska, 1898), pseudo-second order model (Ho and Mckay, 1999), and intraparticle diffusion model (Weber and Morris, 1963) were used to analyze the kinetic data. These models can be expressed as:

Pseudo-first order model

$$\ln(q_t - q_e) = \ln(q_e) - K_1 t \quad (10)$$

Pseudo-second order model

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{K_2 q_e} + \frac{t}{q_e} \quad (11)$$

Intraparticle diffusion model

$$q_t = K_3 t^{1/2} + C \quad (12)$$

Where q_e and q_t (mg/g) are the uptake of Ph or PNPh at equilibrium and at time t (min), respectively, K_1 (1/min) is the adsorption rate constant, K_2 (g/mg.min) is the rate constant of second-order equation, K_3 (mg/g.$min^{1/2}$) is the intraparticle diffusion rate constant, and C (mg/g) is a constant that gives an idea about the thickness of the boundary layer..

Adsorption thermodynamics

Thermodynamic behavior of the adsorption of Ph and PNPh on date stones was evaluated by the thermodynamic parameters including the change in free energy (ΔG), enthalpy (ΔH), and entropy (ΔS). These parameters are calculated from the following equations:

$$\ln(K_d) = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H}{RT} \quad (13)$$

$$\Delta G = -RT \ln(K_d) \quad (14)$$

$$K_d = \frac{q_e \cdot (W/V)}{C_e} \quad (15)$$

Where, R is the universal gas constant (8.314 J/mole.K), T is temperature (K), and K_d is the distribution coefficient for the adsorption.

RESULTS AND DISCUSSION

Adsorbent characteristics

The characteristics of date stones were determine and summarized in Table 2. The most important characteristics are surface area and iodine number, and the results showed that their values are 495.71 m^2/g and 475.88 mg/g, respectively. This high surface area for an agricultural waste biomass enables date stones to be used successively for removal of dyes from aqueous solutions, as explained by Belala et al. (2011) and Banat et al. (2003). Also this high iodine number which is a measure of micropore content (0 to 20 Å), can be a good indication

for the capability of date stones to remove most of phenols which have molecular sizes in the range of micropores content (Lu and Sorial, 2007).

Effect of contact time

The effect of contact time on uptakes of Ph and PNPh onto date stones is shown in Fig. 2. This figure shows that the uptake of both adsorbate increases with the increase of contact time, and the adsorption reached equilibrium in about 90 min. Maximum uptakes of 59.77 and 65.79 mg/g for Ph and PNPh, respectively, are reported at 90 min contact time, 50 mg/L initial concentration, 7 pH, and 0.5 g/L adsorbent dose. Fig. 2 also shows that rapid increase in uptakes of Ph and PNPh is observed during the first 15 min. The fast adsorption at the initial stage may be due to the higher driving force making fast transfer of Ph and PNPh ions to the surface of date stone particles and the availability of the uncovered surface area and the remaining active sites on the adsorbent (Aroua et al., 2008).

Adsorption isotherms

The experimental equilibrium data for Ph and PNPh adsorption on date stones, calculated from Eq. (5), are fitted with Langmuir, Freundlich and Sips isotherms, Eqs.(6)-(8). The calculated constants of the three isotherm equations along with R^2 values are presented in Table 3. This table shows that the Sips isotherm correlates experimental data with highest R^2 values for both Ph and PNPh at three different temperatures. Also this table shows that the Sips isotherm gave maximum adsorption capacities of 147.09 and 179.62 mg/g for Ph and PNPh, respectively. The equilibrium data for Ph and PNPh correlated with Sips isotherm are shown in Figs. 3 and 4, respectively. It can be seen from these figures that the uptake of PNPh is higher than that of Ph; this may be due the smaller molecular size of Ph as compared with that of PNPh. This implies that only a small part of the micropores is filled in Ph adsorption, and the micropore phenomenon is more evident for PNPh, as explained by Liu et al. (2010). Also these figures show that the adsorption capacities of Ph and PNPh increases with increasing temperature, which indicate the endothermic nature of adsorption on date stones. Table 4 lists a comparison of Ph and PNPh adsorption capacities for the date stones with those for different agricultural and natural adsorbents. It can be seen that date stones can be classified as one of the effective adsorbents for this purpose.

Effect of temperature

Fig. 5 shows the maximum adsorption capacities of date stones for Ph and PNPh, calculated from sips isotherm, versus temperature. It can be seen that the increase in temperature from 303 to 323 K leads to an increase in adsorption capacity from 125.26 to 147.09 mg/g for Ph and from 152.66 to 179 .62 mg/g for PNPh. This is an indication for endothermic nature of the adsorption of Ph and PNPh on date stones. Similar trend was reported by Al-Mutairi (2010) for adsorption of 2, 4-dinitrophenol on date stones. It was explained that as temperature increased, the surface activity and kinetic energy of 2, 4-dinirphenol also increased which caused the interaction forces between the solute and adsorbent to become stronger than solute and solvent.

Adsorption kinetics

The experimental kinetic data for Ph and PNPh adsorption on date stones, calculated from Eq. (9), are fitted with pseudo-first order, pseudo-second order and intraparticle diffusion models, Eqs. (10)- (12), and

presented in Figs. 6, 7 and 8, respectively. The calculated constants of the three isotherm equations along with R^2 values at 50 mg/L initial adsorbate concentration are presented in Table 5. The linear plot of $\ln(q_e-q_t)$ versus t (Fig. 6) for pseudo-first order equation is of low R^2 values for both Ph and PNPh, as shown in Table 5. Also, there is a large difference between the experimental and calculated adsorption capacity for both adsorbates, indicating a poor pseudo-first order fit to the experimental data. High R^2 values are obtained for the linear plot of t/q_t versus t (Fig. 7) for pseudo-second order equation, as shown in Table 5. It can be seen that the pseudo-second order kinetic model better represented the adsorption kinetics and the calculated q_e values agree well with the experimental q_e values for both Ph and PNPh (Table 5). This suggests that the adsorption of Ph and PNPh on date stones follows second-order kinetics. A similar result was reported by Ofomaja (2011) for the adsorption of PNPh on mansonia wood sawdust. From Table 5, the value of rate constant K_2 for PNPh is lower than that for Ph, this probably due to the low adsorption capacity of Ph as compared to that of PNPh. On the other hand, for the intraparticle diffusion model, the low values of R^2 (Table 5) for the linear plot of q_t versus $t^{1/2}$ (Fig. 8) indicate that this model could not fit properly the experimental kinetic data.

Adsorption thermodynamics

According to Eqs.(13)-(15), the ΔH and ΔS parameters for Ph and PNPh can be calculated from the slope and intercepts of the plot of $\ln(K_d)$ versus 1/T (Fig. 9). The calculated values of ΔH, ΔS, and ΔG are listed in Table 6.

The obtained values for Gibbs free energy change (ΔG) are -1090.79, -1347.98, and -1860.99 J/mole for Ph and -1770.96, -2443.52, and -3227.88 J/mole for PNPh adsorption on date stones at 303, 313, and 323 K, respectively. The negative ΔG values indicate thermodynamically spontaneous nature of the adsorption. The increase in ΔG values with increasing temperature shows an increase in feasibility of adsorption at higher temperatures. The ΔH parameters are 10535.30 and 20277.34 J/mole for Ph and PNPh adsorption on date stones, respectively. The positive ΔH is an indicator of endothermic nature of the adsorption and also its magnitude gives information on the type of adsorption, which can be either physical or chemical. The enthalpy of adsorption, ranging from 2.1 to 20.9 kJ/mole corresponds to a physical sorption. The adsorption heat of Ph and PNPh is in range of physisorption. Therefore, the ΔH values show that the adsorption of Ph and PNPh on adsorbent was taken place via physisorption.

The ΔS values are 38.24 and 72.71 J/mole for Ph and PNPh, respectively. The positive ΔS value suggests an increase in the randomness at sorbate-solution interface during the adsorption process.

Acknowledgement

We gratefully acknowledge university of Baghdad for assist and support of this work.

NOMENCLATURE

C : Intraparticle diffusion kinetic model constant (mg/g)
C_e : Equilibrium concentrations of Ph or PNPh solution (mg/L)
C_o : Initial concentrations of Ph or PNPh solution (mg/L)
C_t : Concentration of Ph or PNPh at time t (mg/L)
IN : Iodine number (mg/g)
K_1 : First order kinetic model constant (1/min)
K_2 : Second order kinetic model constant (g/mg.min)
K_3 : Intraparticle diffusion rate constant ($mg/g.min^{1/2}$)
K_d : Adsorption distribution Coefficient
K_F : Freundlich isotherm equation constant ($(mg/g).(L/mg)^{1/n}$)
K_L : Langmuir isotherm equation

constant (L/mg)
K_S : Sips isotherm equation constant $(L/mg)^{1/m}$
m : Sips isotherm equation parameter
M : Mass of adsorbent used (g).
n : Freundlich isotherm equation constant
N : Normality of sodium thiosulfate solution (mole/l)
Ph : Phenol
PNPh : P-nitro phenol
q_e : Uptake of Ph or PNPh at equilibrium (mg/g)
q_L : Langmuir maximum uptake of Ph or PNPh per unit mass of date stones (mg/g)
q_S : Sips maximum uptake of Ph or PNPh per unit mass of date Stone (mg/g)
q_t : Uptake of Ph or PNPh at time t (mg/g)
R : Universal gas constant (8.314 J/mole.K)
R^2 : Correlation coefficient
T : Temperature (K)

V : Volume of solution (L)
V_b : Volume of sodium thiosulfate solution required for blank titration (ml)
V_C : Cylinder volume packed with dried adsorbent (ml).
Vs : Volume of sodium thiosulfate solution required for sample titration (ml)
W : Weight of date stones (g)
W_C : Weight of dried adsorbent (g)
W_{m1} : Weight of original sample used (g).
W_{m2} : Weight of crucible containing dried sample (g).
W_{m3} : Weight of crucible containing original sample (g).
W_{S1} : Weight of original adsorbent used (g).
W_{S2} : Weight of crucible (g)
W_{S3} : Weight of crucible containing ash (g)
ΔH : Change in enthalpy (J/mole)
ΔG : Change in free energy (J/mole)
ΔS : Change in entropy (J/mole.K)

References

Adekola F.A. and Adegoke H.I., (2005), Adsorption of blue-dye on activated carbons produced from Rice Husk, Coconut Shell and Coconut Coir pitch, Ife J. Sci., 7(1), 151-157.

Adiuata D., Wan Daud W.M.A., and Aroua M.K., (2007), Preparation and characterization of activated carbon from palm shell by chemical activation with K_2CO_3, Bioresour. Technol., 98, 145-149

Ahmedna M., Marshall W.E., Rao R.M., and Clarke S.J., (1997), Use of filtration and buffers in raw sugar color measurement, J. Sci. Food Agric., 75(1), 109-116.

Alhamed Y.A., (2008), Phenol removal using granular activated carbon from date stones, Bulg. Chem. Comm., 40 (1), 26-35.

Alhamed Y.A., (2009), Adsorption kinetics and performance of packed bed adsorber for phenol removal using activated carbon from dates stones, J. Hazard. Mater., 170, 763-770.

Al-Mutairi N.Z., (2010), 2,4-Dinitro phenol adsorption by date seeds: Effect of phsico-chemical environment and regeneration study, Desalination, 250, 892-901.

Altenor S., Carene B., Emmanuel E., Lambert J., and Gaspard S., (2009), Adsorption studies of methylene blue and phenol onto vetiver roots activated carbon prepared by chemical activation, J. Hazard. Mater., 165, 1029-1039.

Ahmaruzzaman M., Sharma D.K., (2005), Adsorption of phenols from wastewater, J. Colloid & Interf. Sci., 287 (2005) 14-24.

Aroua M.K., Leong S.P.P., Teo L.Y., and Daud W.M.A.W., (2008), Real time determination of kinetics of adsorption of lead (II) onto shell based activated carbon using ion selection electrode, Bioresou. Technol., 99, 5786-5792.

ASTM standard, (2000), Standard test method for total ash content of activated carbon, Designation D2866-94.

Banat F., Al-Asheh S., and Al-Makhadmeh L., (2003), Evaluation of the use of raw and activated date pits as potential adsorbents for dye containing waters, Process Biochem., 39, 193-202.

Belala Z., Jeguirim M., Belhachemi M., Addoun F., and Trouve G., (2011), Biosorption of basic dye from aqueous solutions by date stones and palm-trees waste: kinetics, equilibrium, and thermodynamic studies, Desalination, 271, 80-87.

Daifullah A.E.H., Gad H., (1998), Sorption of semi-volatile organic compounds by bottom and fly ashes using HPLC Adsorp. Sci. Technol., 16, 273-283.

Dursun A.Y., Kalayci C.S., (2005), Equilibrium, kinetic, and thermodynamic studies on the adsorption f phenol onto chitin, J. Hazard. Mater., B123, 151-157.

El-Naas M.H., Al-Muhtaseb S.A. and Makhlouf S., (2009), Biodegradation of phenol by pseudomonas putida immobilized in polyvinyl alcohol (PVA) gel, J. Hazard. Mater., 164, 720-725.

El-Naas M.H., Al-Zuhair S., and Abu Alhaija M., (2010), Removal of phenol from petroleum refinery wastewaters through adsorption on date-pit activated carbon, Chem. Eng. J., 162, 997-1005.

Ely A., Baudu M., Ould Kankou M.O.S.A., Basly J.P., (2011), Copper and nitro phenol removal by low cost alginate-mauritanian clay composite beads, Chem. Eng. J., 178, 168-174.

Fadhil A.B. and Deyab M.M., (2008), Conversion of some fruit stones and shells into activated carbons, The Arabain Journal for Science and Engineering, 33(2A), 175-184.

Freundlich H.M.F., (1906), Über die adsorption in lösungen, Z. Phys. Chem., 57, 385-470.

Gomez M., Murcia M.D., Gomez E., Gomez J.L., and Christofi N., (2011), Degradation of phenolic pollutants using KrCl and XeBr excilamps in the presence of dye: A comparative study, Desalination, 274, 156-163.

Gupta V.K., Ali I., Saini V.K., (2004), Removal of chloro phenols from wastewaters using red mud: an aluminum industry waste, Environ. Sci. Technol., 38, 4012-4018

Hameed B.H., Salman J.M., and Ahmad A.L., (2009), Adsorption isotherm and kinetic modeling of 2,4-D pesticide on activated carbon derived from date stones, J. Hazard. Mater., 163, 121-126.

He D., Guan X., Ma J., Yu M., (2009), Influence of different nominal molecular weight fractions of humic acids on phenol oxidation by permanganate, Environ. Sci. Technol., 43(21), 8332-8337.

Ho Y.S. and Mckay G., (1999), Pseudo-second order model for sorption processes, Process Biochem., 34, 451-465.

Lubrizol standard test method, (2006), Iodine value, test procedure AATM 1112-01, October 16.

Langergen S. and Svenska B.K., (1898), Zur theorie der sogenannten adsorption geloester stoffe, Veteruskapsakad Handlingar, 24(4), 1-39.

Langmuir I., (1916), The constitution and fundamental properties of solids and liquids, J. Am. Chem. Soc., 38, 2221-2295.

Li J.M., Meng X.G., Hu G.W., Du J., (2009), Adsorption of phenol, p-chloro phenol and p-nitro phenol onto functional chitosan, Bioresour. Technol., 100, 1168-1173.

Liu Q.S., Zheng T., Wang P., Jiang J.P., and Li N., (2010), Adsorption isotherm, kinetic and mechanism studies of some substituted phenols on activated carbon fibers, Chem. Eng. J., 157, 348-356.

Lu Q. and Sorial G.A., (2007), The effect of functional groups on oligomerization of phenolics on activated carbon, J. Hazard. Mater., 148, 436-445.

Kujawski W., Warszawski A., Ratajczak W., and Capala W., (2004), Removal of phenol from waste water by different separation techniques, Desalination, 163, 287-296.

Mittal A., Kaur D., Malviya A., Mittal J., and Gupta V.K., (2009), Adsorption studies on the removal of coloring agent phenol red from wastewaters using waste materials s adsorbents, J. Colloid and Interf. Sci., 337, 345-354.

Nevskaia D.M., Castillejos-Lopez E., Munoz V., Guerrero-Ruiz A., (2004), Adsorption of aromatic compounds from water by treated carbon materials, Environ. Sci. Technol., 38(21), 5786-5796.

Ofomaja A.E., (2011), Kinetics and pseudo-isotherm studies of 4-nitrophenol adsorption onto mansonia wood sawdust, Ind. Crops and Products, 33, 418-428.

Peretz S., Cinteza O., (2008), Removal of some nitro phenol contaminants using alignate gel beads, Colloid & Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, 319, 165-172.

Polat H., Molva M., and Polat M., (2006), Capacity and mechanism of phenol adsorption on lignite, Int. J. Miner. Process., 79, 264-273.

Sips R., (1948), Combined form of Langmuir and Freundlich equations, J. Chem. Phys., 16, 490-495.

Sprynskyy M., Ligor T., Lebedynets M., and Buszewski B., (2009), Kinetics and equilibrium studies of phenol adsorption by natural and modified forms of clinoptilolite, J. Hazard. Mater., 169, 847-854.

Stasinakis A.S., Elia I., Petalas A.V., Halvadakis C.P., (2008), Removal of total phenols from olive-mill waste water using an agricultural-byproduct olive pomace, J. Hazard. Mater., 160, 408-413.

.

Subramanyam B. and Das A., (2009), Study of the adsorption of phenol by two soil based on kinetic and equilibrium modeling analysis, Desalination, 249, 914-921.

Sulaymon A.H., Ahmed K.W., (2008), Competitive adsorption of furfural and phenolic compounds onto activated carbon in fixed bed column, Environ. Sci. Technol., 42(2), 392-397.

Ugurlu M., Gurses A., Dogar C. and Yalcin M., (2008), The removal of lignin and phenol from paper mill effluents by electro coagulation, J. Env. Manage., 87, 420-428.

Weber W.J. and Morris J.C., (1963), Kinetics of adsorption on carbon from

solution, J. Saint. Eng. Div. Am. Soc. Civil Eng., 89, 31-60.

Xu J.Q., Duan W.H., Zhou X.Z. and Zhou J.Z., (2006), Extraction of phenol in wastewaters with annular centrifugal contactors, J. Hazard. Mater., 131, 98-102.

Yang K., Wu W., Jing Q., Zhu L., (2008), Aqueous adsorption of aniline, phenol, and their substitutes by multi-walled carbon nanotubes, Environ. Sci. Technol., 42(21), 7931-7936.

Zhu L., Chen B., Shen X., (2000), Sorption of phenol, p-nitrophenol, and aniline to dual-cation organobentonites from water, Environ. Sci. Technol., 34(3), 468-475.

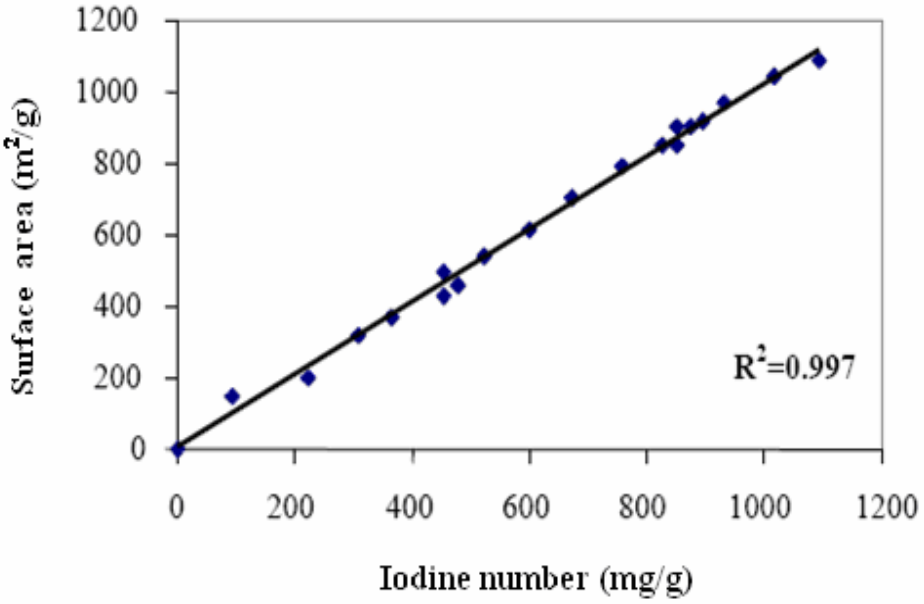


Fig. 1 Estimated surface area calibration curve

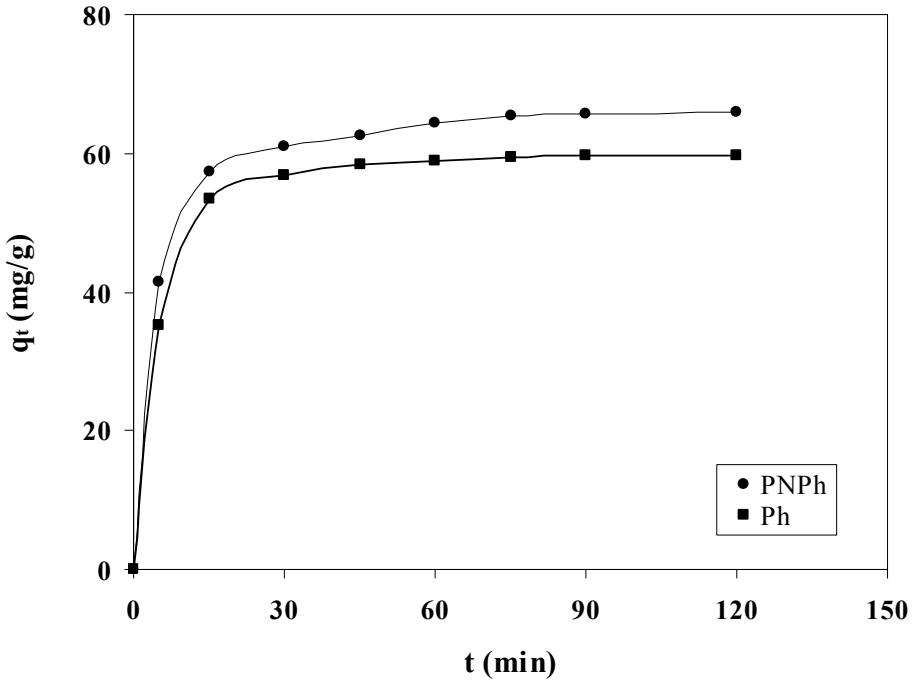


Fig. 2 Effect of contact time on adsorbed amounts of Ph and PNPh on date stones at 303 K

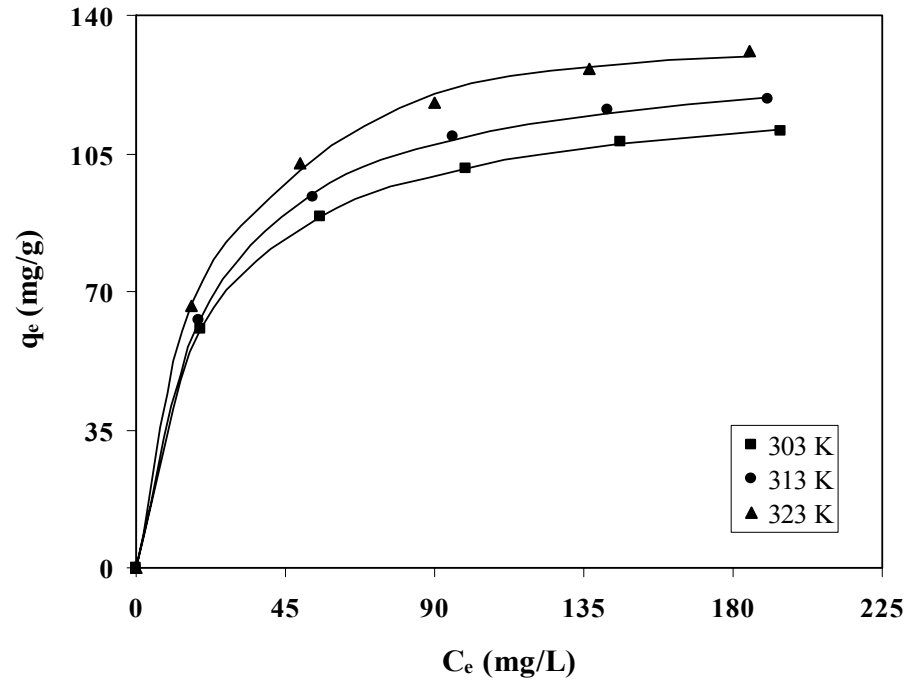


Fig. 3 Adsorption isotherm of Ph on date stones correlated

by Sips isotherm equation

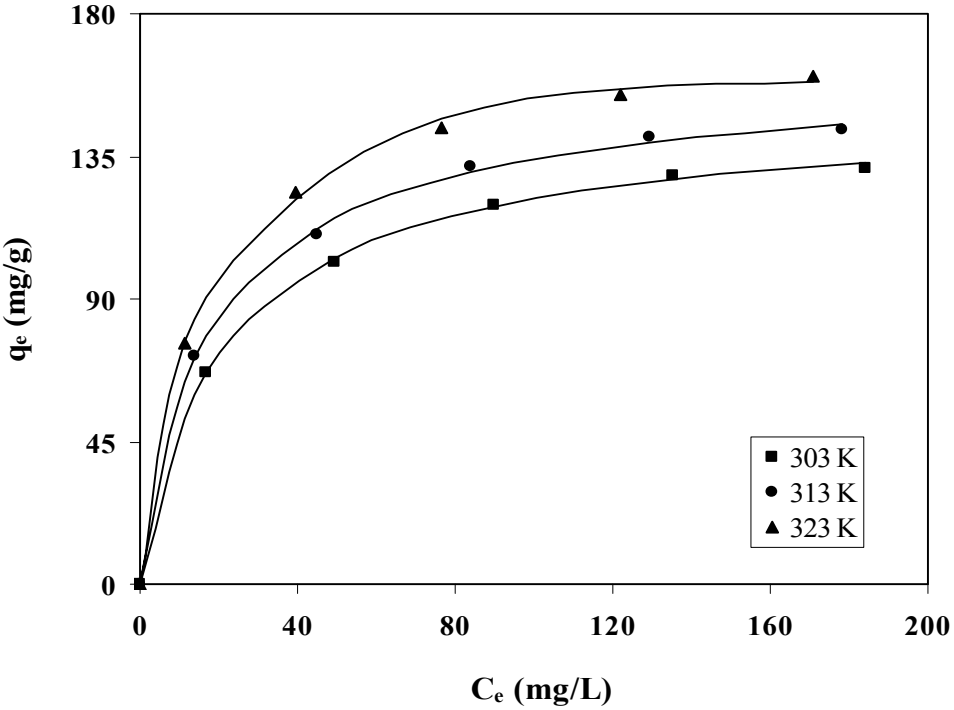


Fig. 4 Adsorption isotherm of PNPh on date stones correlated by Sips isotherm equation

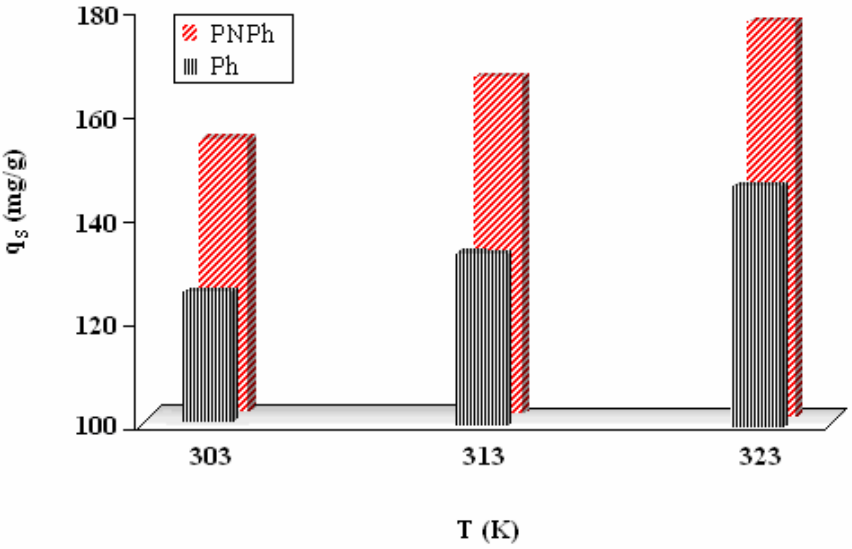


Fig. 5 Effect of temperature on maximum adsorbed amounts of Ph and PNPh on date stones calculated from Sips isotherm

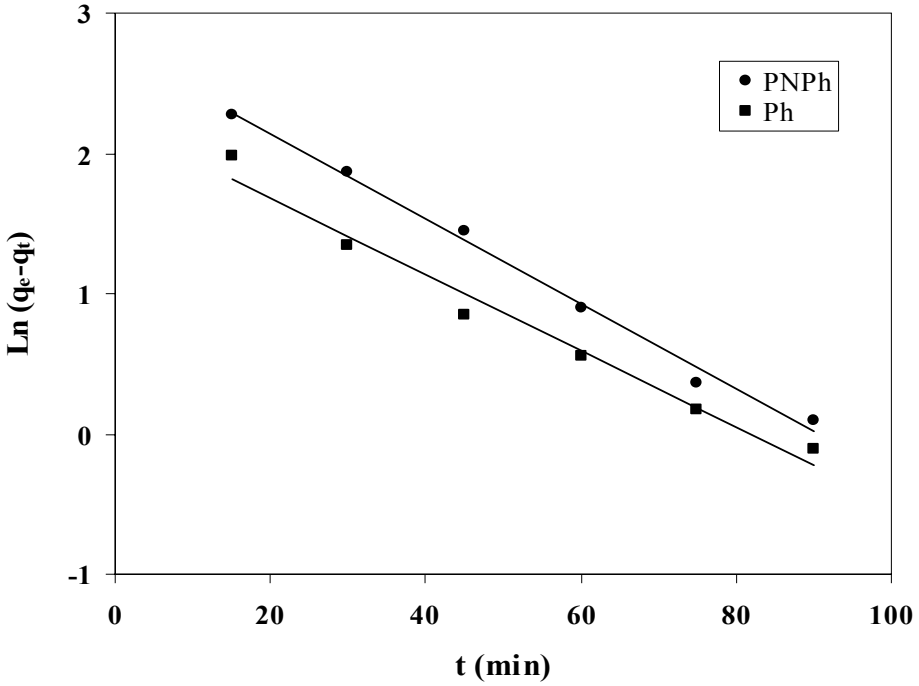


Fig. 6 Pseudo-first order kinetic for adsorption of Ph and PNPh on date stones at 303 K

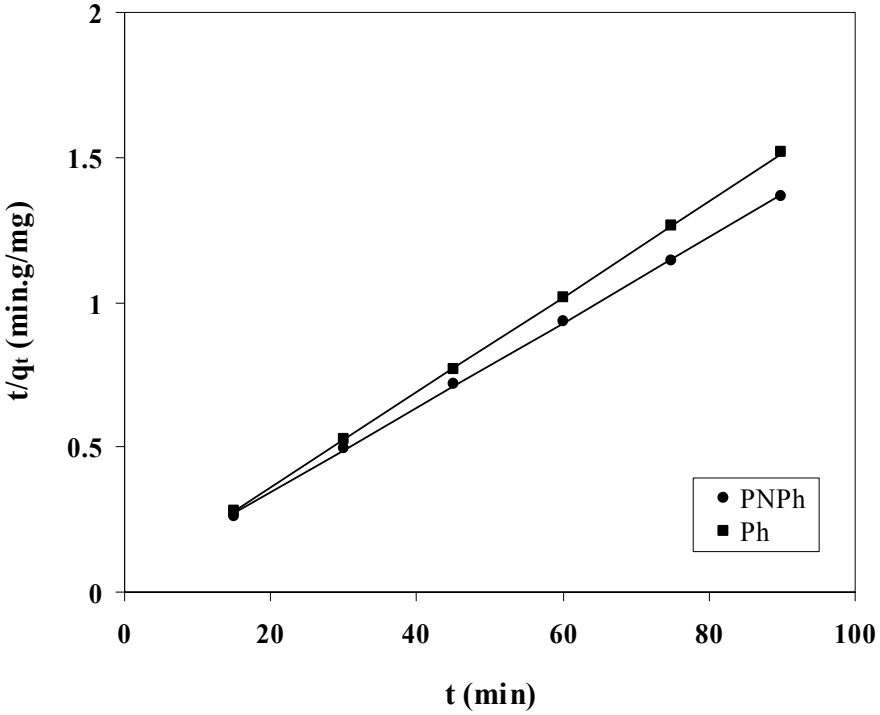


Fig. 7 Pseudo-second order kinetic for adsorption of Ph and PNPh on date stones at 303 K

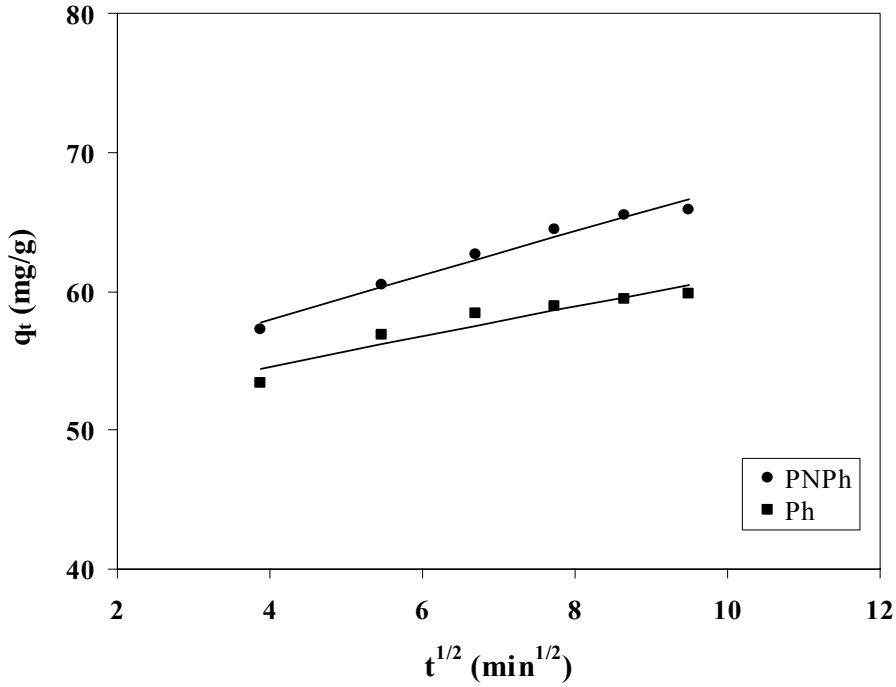


Fig. 8 Intraparticle diffusion plot for adsorption of Ph and PNPh on date stones at 303 K

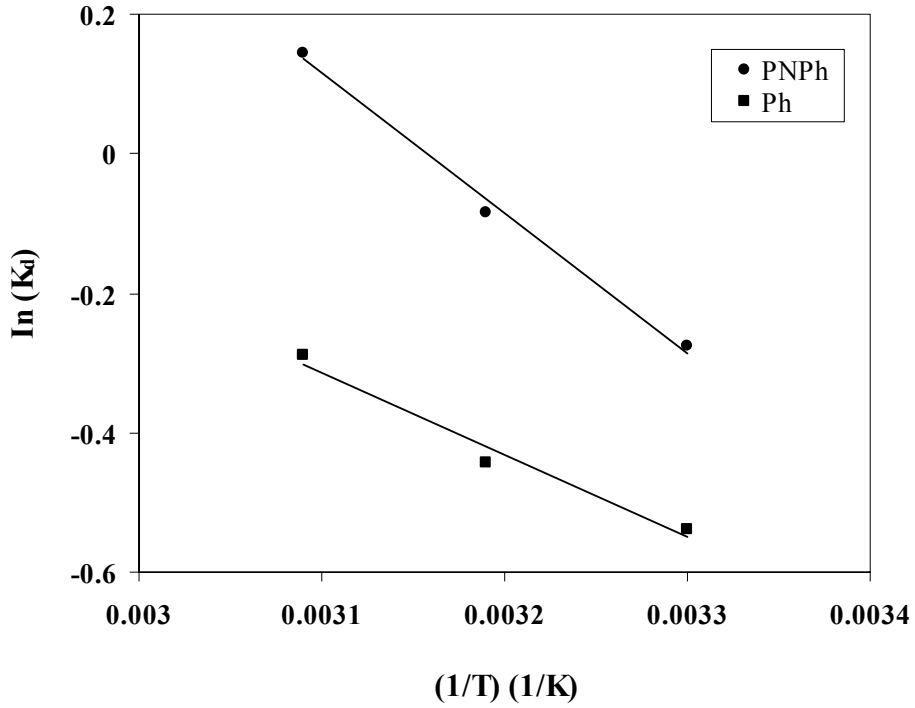


Fig. 9 Plot of In Kd versus 1/T for 50 mg/L initial Ph and PNPh Concentration

Table 1, Properties of chemicals

Compound	Molecular formula	Purity (%)	Source
Phenol	C_6H_5OH	>99	BDH chemicals Ltd company
P-nitro phenol	$C_6H_5NO_3$	>99	BDH chemicals Ltd company
Hydrochloric Acid	HCl	35-38	Poch S.A. Company
Sodium Thiosulfate	$Na_2O_3S_2.5H_2O$	>99	Fluka Chemie AG Company
Iodine	I_2	99.9	Sigma Aldrich Company

Table 2, Characteristics of date stones

Characteristic	Value
Bulk density (g/ml)	0.393
Surface area (m^2/g)	495.71
Ash content (%)	1.66
Moisture content (%)	7.80
Iodine number (mg/g)	475.88

Table 3, Adsorption isotherm parameters of Ph and PNPh on date stones

adsorbate	Temperature (K)	Langmuir isotherm		
		q_m (mg/g)	K_L(L/mg)	R^2
PNPh	303	146.64	0.0489	0.9993
	313	158.36	0.0567	0.9989
	323	173.60	0.0660	0.9987
Ph	303	122.17	0.0494	0.9998
	313	132.37	0.0476	0.9997
	323	144.65	0.0501	0.9991
		Freundlich isotherm		
		K_F ((mg/g)(L/mg)$^{1/n}$)	n	
PNPh	303	34.865	3.7975	0.9899
	313	40.290	3.9285	0.9884
	323	46.773	4.0331	0.9852
Ph	303	31.539	4.0764	0.9916
	313	32.402	3.9134	0.9893
	323	35.422	3.8804	0.9878
		Sips isotherm			
		q_m (mg/g)	K_S ((L/mg)$^{1/m}$)	m	
PNPh	303	152.66	0.0626	1.1167	0.9995
	313	165.50	0.0739	1.1347	0.9993
	323	179.62	0.0812	1.1087	0.9990
Ph	303	125.26	0.0595	1.0805	0.9999
	313	133.43	0.0506	1.0249	0.9997
	323	147.09	0.0564	1.0515	0.9991

Table 4, Comparison of Ph and PNPh maximum capacity onto various adsorbents

adsorbate	adsorbent	maximum capacity (mg/g)	Ref.
Ph	date stones	147.09	This study
	red mud	59.20	(Gupta et al., 2004)
	soil	34.27-51.83	(Subramanyam and Das, 2009)
	chitin	25.06	(Dursun and Kalayci, 2005)
	clinoptilolite rock	11.70	(Sprynskyy et al., 2009)
	lignite	10.00	(Polat et al., 2006)
	olive pomace	4-5	(Stasinakis et al., 2008)
	deoiled soya	1.59	(Mittal et al., 2009)
PNPh	date stones	179.62	This study
	wood fly ash	134.90	(Daifullah and Gad, 1998)
	mauritanian clay	43.7 ± 9.8	(Ely et al., 2011)
	mansonia sawdust	21.28	(Ofomaja, 2011)
	Rice husk	15.3	(Ahmaruzzaman and Shama, 2005)
	chitosan	1.98	(Li et al., 2009)
	alignate	0.69	(Peretz and Cinteza, 2008)

Table 5, Kinetic adsorption parameters of Ph and PNPh at 50 mg/L and 303 K

adsorbate	Pseudo-first order model			
	$q_{e,exp}$ (mg/g)	$q_{e,cal}$ (mg/g)	K_1(1/min)	R^2
PNPh	66.89	3.292	0.0303	0.9935
Ph	60.67	2.624	0.0271	0.9749
	Pseudo-second order model			
	$q_{e,exp}$ (mg/g)	$q_{e,cal}$ (mg/g)	K_2 (g/mg.min)	
PNPh	66.89	68.27	0.0042	0.9998
Ph	60.67	60.89	0.0080	0.9999
	Intraparticle diffusion model			
	$q_{e,exp}$ (mg/g)	C (mg/g)	K_3 (mg/g.min$^{1/2}$)	
PNPh	66.89	51.68	1.572	0.9722
Ph	60.67	50.18	1.089	0.8969

Table 6, Thermodynamics adsorption parameters of Ph and PNPh at 50 mg/L

adsorbate	ΔH (J/mole)	ΔS (J/mole)	-ΔG (J/mole)		
			303 K	313 K	323 K
Ph	10535.30	38.24	1090.79	1347.98	1860.99
PNPh	20277.34	72.71	1770.96	2443.52	3227.88

ISSN 1726-4073

مجلة الهندسة

مجلة علمية محكمة تصدرها
كلية الهندسة ـ جامعة بغداد

حزيران
2012

العدد 6
المجلد 18

Journal of Engineering

ISSN 1726-4073

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

JUNE

2012

Number 6

Volume 18

ENGINEERING

College of Engineering Baghdad University Baghdad

List of Contents

English Section: Page

Theoretical and Experimental Investigation of Transient Temperature Distribution in Friction Stir Welding of AA 7020-T53

693 - 709

Dr. Muhsin Jaber Jweeg
Dr. Moneer Hameed Tolephih
Muhammed Abdul-Sattar

Comparative Biosorption Of Pb(II), Cr(III) And Cd(II) Ions In Single Component System By Live And Dead Anaerobic Biomass, Batch Study

710 - 716

Abbas H. Sulaymon
Shahlaa E. Ebrahim
Mohanad J. Mohammed Ridha

Experimental and numerical evaluation of friction stirs welding of AA 2024-W aluminum alloy

717 - 734

Dr.Ayad M. Takhakh
Hamzah N. Shakir

Effects Of Functionalized Polyethylene And Styrene Butadiene Styrene Polymers On Performance Grade Of Local Asphalt Binder

735 - 738

Dr. Alaa H. Abed

Adsorption Of Phenol And P-Nitro Phenol Onto Date Stones: Equilibrium Isotherms, Kinetics and Thermodynamics Studies

739 - 757

Muthanna J. Ahmed,
Samar K. Theydan,
Abdul-Halim A.K. Mohammed

New Correlation To Calculate Absolute Permeability From Gas Permeameter

758 - 767

Ass. Lecture Dhorgham S. Ibrahim
Ass. Lecture Hussein H. Hussein

قائمة المحتويات

القسم العربي:

العنوان	الصفحة
سيناريوهات مستقبل المدينة *أ.د. بهجت رشاد* *محمد قاسم العاني*	**114 - 134**
الرقابة النوعية الاحصائية لمنتج صناعي في الشركة العامة للزيوت النباتية *سلمان حسين عمران*	**135 - 150**