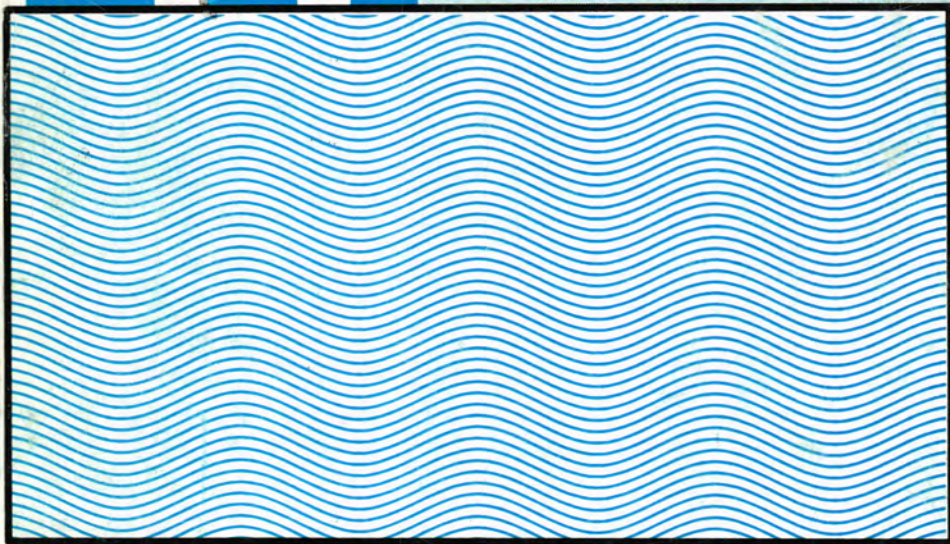


***Al-Mustansiriya  
Journal of Science***

***Vol. 11 No. 2 Year 2000***



***Issued by College of Science  
Al-Mustansiriya University***

# **AL-MUSTANSIRIYA JOURNAL OF SCIENCE**

## ***Head Editor***

**Dr. Rasheed H. Al-Naimi**

**Prof. Physics**

## ***General Editor***

**Dr. Abdul Wahid Baqir**

**Prof. Microbiology**

## **EDITORIAL BOARD**

**Dr. Ridha I. Al-Bayaty**

**Prof. Chemistry**

**Dr. Ihsan Sh. Tawfiq**

**Prof. Biology**

**Dr. Abdul Samie A. R. Al-Janaby**

**Asst. Prof. Mathematics**

**Dr. Kais J. Latif**

**Asst. Prof. Meteorology**

**Dr. Hashim H. Jawad**

**Asst. Prof. Physics**

**Dr. Mohammad A. Ali**

**Asst. Prof. Computer**

## Contents

Subject	Page No.
<b>Improving Production of Vitamin B<sub>12</sub> by <i>Streptomyces griseus</i> Under Different Growth Conditions</b> ABDUL W. BAQIR, RAAD K. MUSLIH, ZAINAB N. AL-ANI	1
<b>Identification of Bacterial Strains Isolated From Patients With Urinary Tract Infected and The Role of Plasmids in Their Antibiotic Resistance</b> ZEANA G. FAISAL, FALAH A. ATTAWI AND GHALIB H. AL-BAKIRI	15
<b>Transformation of <i>Salmonella Typhi</i> Ty21a which used as Oral Vaccine from <i>Clostridium Tetani</i></b> SHAYMA J. AHMED & MOHAMMAD A. AL-FAHAM	27
<b>Standarization of Two New Formulations of <i>Bacillus Thuringiensis</i> for the Use Against Lepidopterous Pests</b> HUSSAIN F. ALRUBEAI; J.F. AL-MAADHIDI; Z.A. AL-GHARBAWI AND L.G. SALIM	31
<b>Curing Trichophyton Mentagrophytes Lesions in Guinea Pigs by Extract of Harmala Seeds</b> IHSAN S. DAMIRDASG	35
<b>Laser Induced Damage in Optical Materials at non-normal Incidence</b> LUTFY A. MAHMOOD, MOHAMED N. ALWAHHAB AND FOUAD F. SHAHAB	41
<b>On the Quantum Mechanics of the Harmonic Oscillator with Variable Damping</b> MOHAMMED A.Z. HABEEB AND ZIYAD KH. A. ABDEL-KADER	49
<b>Classical Limit of the Damped Harmonic Oscillator Wave Function</b> MOHAMMED A.Z. HABEEB AND ZIYAD KH. A. ABDEL-KADER	57
<b>The Use of Newton's Method in Solving a Nonlinear Integral Equation for the Magnetization Vector</b> KADHUM J. KADHUM	65
<b>Preparation of Acetylenic Amines Derived from Catechol</b> ABUDL HUSSAIN K. SHARBA, MOHAMMED M.R. ALABID AND ATTA I. ATTA	71

Subject	Page No.
<b>Plant Defence Compounds Trans-2-Nonen-1-al and Trans-2, Cis-6-Nonadien-1-al as Inhibitors of Honeybee Brain Acetylcholineesterase</b> HUSSAIN A. TAHA	77
<b>Thermal Initiation of Polymerization of Methyl Methacrylate by Manganese (III) Dithiocarbamates in Presence of Electron Donor</b> SALAH M. ALIWI AND ABEER H. HAYALI	87
<b>On an Infinite Dimensional Leslie Matrix in Sequence Space</b> ABDUL SAMEE A.R. AL-JANABY* AND OMAR F. MUKHRAJ	101
<b>Fully Stable Rings</b> MEHOI S. ABBAS AND WAFI Y. YEHYA	111
<b>Single Machine Scheduling Using Branch and Bound Techniques</b> TARIQ S. ABDUL-RAZAQ AND AYAD M. RAMADHAN	123
<b>Modification Technique for Galaktionov's Method</b> INAAM A. MALLOKI, AND ABDULLAH G. AL-MUQRI	139

## المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
١	تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مشايخ الابقار على الفعاليات الايضية لبكتريا <i>Brucella abortus</i> المجهضة عبد الواحد باقر ، رعد كاظم المصلح، سوسن حسن الكوردي
١٩	دراسة عن الفطريات المصاحبة لبذور الطماطة ومرض سقوط بادراتها في حقول محافظة القادسية ومكافحته عبد الرضا طه سرحان وجبار محسن جابر
٢٩	المقاومة الاحيائية للمعدن المرضي بين ديدان تعقد الجذور <i>Meloidogyne javanica</i> والفطر <i>Fusarium solani</i> في البانجان كامل سلمان جبر، رقيب عاكف العاني وفرقد عبد الرحيم الراوي
٤٣	تأثيرات المستخلص المائي لاوراق النيم ( <i>Azadirachta indica A. Juss</i> ) ومنظم النمو الحشري ابلود في بعض الاطوار اليرقية لبعوض <i>Culex pipiens L.</i> بدر محمد العزاوي وحسن محمد حسن الرهوي
٥٣	Nuclear Structure of Pt(A=180-198) Even-Even Isotopes Using IBM-1 KHALID S. IBRAHEIM, IMAN T. AL-ALAWY AND HUDA T. SULEMAN
٧٥	تصحيح باركز للمقطع العرضي لقدرة ايقاف الجسيمات المشحونة نوره شمعون اوراما، خالد عبد الوهاب احمد وعبد الله احمد رشيد
٩٧	التدخين وسرطان الرئة هاشم حميد النليمي و عذاب طاهر الكناني، هدى سعدي علي
١٠٣	الاشعاع الشمسي الطيفي على السطوح الافقية لمدينة بغداد مهدي الرياحي، فيس جميل الجميلي، احمد سامي الحصابي

## Improving Production of Vitamin B<sub>12</sub> by *Streptomyces griseus* Under Different Growth Conditions

ABDUL W. BAQIR, RAAD K. MUSLIH, ZAINAB N. AL-ANI

Department of Biology, College of Science, Al-Mustansiriya University, Baghdad, Iraq.

(Received June 20, 2000; Accepted Sept. 1, 2000)

### الخلاصة

استخدمت عزلة من بكتريا *Streptomyces griseus* لتمييزها على بقية العزلات الاخرى في انتاج فيتامين B<sub>12</sub>، بعد تنميتها على وسط حاوي في مكوناته على مادة CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O، ولغرض تحسين انتاجية هذه العزل (التي رمز لها بـ IN) من الفيتامين، فقد نميت في هذا الوسط تحت ظروف مختلفة بعد تلقيحها باعداد مختلفة من السبورات، اشارت النتائج الى الحصول على اعلى تركيز من فيتامين B<sub>12</sub> (123.0 مكغم/مل) بعد تلقيح الوسط بعدد من السبورات للعزلة (IN) بلغ معدله  $2.5 \times 10^2$  سبور/مل وبدرجة حرارة (28)°م، واس هيدروجيني (8.0) كظروف مثلى لتنمية العزلة البكتيرية لانتاج B<sub>12</sub>، حيث ظهر ان مادة (2-2-Bipyridin-3-3-diol) قد اعطت اعلى تركيز من الفيتامين امكن الحصول عليه طيلة فترة الدراسة عندما بلغ (149.5) مكغم/مل، فيما لم تؤدي بقية المواد العضوية الستة الاخرى الى تحفيز انتاج الفيتامين وانما كان لبعضها دور سلبي في ذلك.

### ABSTRACT

A *Streptomyces griseus* isolate (IN) was used (among other isolates) due to its ability in producing high quantities of vitamin B<sub>12</sub> after propagated in a medium containing CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O. The isolate was propagated in the medium under various growth parameters in order to establish the optimum conditions required to produce the highest concentration and purity of the vitamin. An average number of  $2.5 \times 10^{12}$  spores/ml was found to be the optimum inoculation giving the highest B<sub>12</sub> concentration (123.0) µg/ml. High vitamin concentration (130.9 µg/ml) was obtained at pH (8.0) and incubation temperature of (28)°C. When seven different organic compounds were (separately) add to the medium, (2-2-Bipyridin-3-3-diol) resulted in the highest B<sub>12</sub> concentration (149.5) µg/ml among all experiments. The six other compounds exhibited no or negative effect on the growth of cells and vitamin production.

### INTRODUCTION

Vitamin B<sub>12</sub> is a generic term used for a group of cobalt containing corrinoids (cobalamins), that have biological activity in human<sup>(1)</sup>. Chemically, vitamin B<sub>12</sub> consists of cobalt in a coordination state of six coordinated position by a tetrapyrrole (or corrin) ring in one position by abenzimidazole nitrogen, and in the sixth position

*Improving Production Of Vitamin B<sub>12</sub> By Streptomyces Griseus Under Different Growth Conditions*

Abdul W. Baqir, et al.

by one of several different ligands<sup>(2)</sup>. The various forms of the vitamin have either a cyanocobalamin (true vitamin B<sub>12</sub>), hydroxocobalamin (vitamin B<sub>12</sub>), equocobalamin, methylcobalamin (meco cobalamin) and 5-deoxyadenosyl radical, respectively<sup>(3)</sup>.

Crystals of cyanocobalamin are needle like and contain about 12% water, stable in aqueous solution at room temperature, labile in strong acid, alkali and light. However, it breaks down rapidly when exposed to pH below 2 or above 9<sup>(4)</sup>. Vitamin B<sub>12</sub> is freely soluble in water and alcohol, decomposes in the presence of scorbic acid, thiomine and nicotinamide, so makes it difficult to prepare vitamin B<sub>12</sub> containing multivitamin products<sup>(5)</sup>. B<sub>12</sub> present in liver, kidney, milk, eggs and muscle tissue, it is not present in any fruits, nuts or green vegetable<sup>(5)</sup>.

Vitamin B<sub>12</sub> was first isolated from liver in 1948 by a very difficult procedure, only 200mg of B<sub>12</sub> was isolated from one tone of fresh liver<sup>(7)</sup>. Actually, it is synthesized by a wide variety of bacteria and actinomyces, significant quantities of vitamin B<sub>12</sub> have shown to be produced by *Streptomyces albidoclavus*, *S. antibioticus*, *S. farinosus*, *S. fradiae*, *S. griseus*, *S. aureofaciens*, *S. farinosus*, *S. olivaceus*, *S. vinaceus*, *S. roseochromogenes*<sup>(3)</sup>. Streptomyces produce forms of aerial mycellia<sup>(8)</sup>. The natural habitat of Streptomyces in the soil, where they may constitute from 1-20% of the total population. In fact, the odor of moisty earth is largely a result of volatile substances (such as geosmin) produced by streptomyces<sup>(9,10,11)</sup>. A relationship was found between some enzymes and spores production of streptomyces; which is affected by the concentration of nutrients in the medium<sup>(12)</sup>. Th streptomyces needs few requirements, but addition of cobalts activates the production of vitamin B<sub>12</sub><sup>(9)</sup>.

Optimum pH for Streptomyces growth range between (7-8), but its growth stops at pH 4.0<sup>(13,14)</sup>. Optimum temperature for th growth of Streptomyces is 28°C, low or high temperatures could limit the spores production and pigments secretion<sup>(12)</sup>. Genetically, Streptomyces are unstable, because it has been observed that the new colony shows different shape compared to the mothers spores<sup>(15)</sup>. Production of vitamin B<sub>12</sub> is similar in all microorganisms which requires special substances such as glucose, cobalts and others<sup>(3)</sup>. Glucose plays very important role in activation of Alfa-Synthetase, which consequently leads to the B<sub>12</sub> production<sup>(16)</sup>. Every two molecules of δ amin levulinic will give one molecule of prophobilinogen in presence of prophobilinogen synthase<sup>(17)</sup> which be converted to pyrrole rings in presence of phophobilinogen deaminase, then to urogen<sup>(11)</sup>, and this will either terminated to porphyrin compounds and then to chlorophyl or heamoglobine<sup>(16)</sup>, or it will end up by forming the corrin ring which be converted to cobinamide (cbi), and that be converted to cobinamide phosphate in the presence of cobinamide kinase<sup>(18)</sup>.

The last compound will be converted to cobalamin (cbl) in presnence of cobilnamide phosphate guanyly trnasferase<sup>(19)</sup>. It was found that B<sub>12</sub> which is produced by industrial methods will be in the form of Cyanocobalamin (cN-cbl)<sup>(20)</sup>.

The aim of the study was to improve production of vitamin B<sub>12</sub> by using different growth conditions.

## MATERIALS AND METHODS

### Cultures Propagation

Spores activation medium was prepared by dissolving the following compounds into 1L of D.W; (30)g soybean meal (30)g glucose, (10)g  $\text{CaCO}_3$ , pH was adjusted to (7.0) by (0.1N) NaOH<sup>(21)</sup>. After autoclaving (121°C/15min), culture sizes of  $10^7$  to  $10^{13}$  spores /ml were separately inoculated into a medium containing the following ingredients dissolved in 1L of D.W; soybean meal (30)g, glucose (30)g,  $\text{CaCO}_3$  (10)g and  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (0.025), pH was adjusted by (0.1N) NaOH to 7.2<sup>(21)</sup>. Inoculated media were incubated in a shaking incubater (280rpm/min) at 28°C for 12 days.

### Effect of Temperature, pH and Different Compounds

Vitamin B<sub>12</sub> media<sup>(21)</sup> were inoculated by  $10^{10}$  spores/ml, and incubated in a shaker for 2 days at the following differed tempeatures (20,25,28,30,32)°C. The pH effect on B<sub>12</sub> production was absorved by preparing eight production media<sup>(21)</sup> at different pH (4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 9.5, 10.0), inoculated by  $10^{10}$  spores/ ml, and incubated at 28°C for 12 days.

The last experiment included the addition of (100) mg of the following precursors to the medium (Pyridylazo-2-naphthol, 2-2-Bipyridin-3-3-diol, Pyridoxine hydrochloride, (Vitamin B<sub>6</sub>), Pyrocatechole, Pyrrole-2-Carboxyaldehyde, Riboflavin (Vitamin B<sub>2</sub>). After adjusting the media pH to 8.0, they were cultured by  $10^{10}$  spores/ ml of *S. griseus* (IN), and incubated in the shaker at 28°C for 12 days.

### Extraction of Vitamin B<sub>12</sub>

The vitamin was extracted after fermentation by the methods recommended by McCormick and Wright<sup>(21)</sup>, Florent and Ninet<sup>(22)</sup> as follows

Extracted medium was heated at 121°C in the autoclave for (30) min to release the vitamin, the pH was adjusted to (8.5) by (0.1N) NaOH, approximately 5ml of KCN solution (5%) was added to each (100)ml of the medium, agitated for 16hr at 25°C in the shaking incubator, (0.294)g of Zinc chloride was added to each 100 ml, mixture was held for (30)min, and the pH was adjusted to (8.0) by (0.1N) NaOH. The medium was filtered through (No. 4.0) filter papers in order to separate the bacterial cells from the filterate. One part of phenol-benzen mixture (30 part pheneol (88%)+70 parts benzene) were added to each part of the filterate, the emulsion was separated in a 250ml separating funnel, and the organic layer (bottom) was saved. One part of n-butanol-D.W. mixture (two parts of n-butanol + one part of D.W) was added to each part of organic mixture, bottom layer was kept. This step was repeated three times, and the bottom layer was collected. Aqueous layer was concentrated to 3ml by a rotary vacuum evaporatore at 80°C, then purified by sephadex G-25 column chromatography as described<sup>(23)</sup>. The flow rate was fixed at 0.75 ml/min.



*Improving Production Of Vitamin B<sub>12</sub> By Streptomyces Griseus Under Different Growth Conditions*  
Abdul W. Baqir, et al.

The purified vitamin B<sub>12</sub> was estimated in each fraction by spectroscopic method at 361nm and the readings were converted to concentrations using the standard curve<sup>(23)</sup>.

### Dry Weight Determination

Dry weight of *S. griseus* was determined according to Sharma et.al.<sup>(24)</sup>, Gerhardt et.al.<sup>(25)</sup>, Stanier et.al.<sup>(26)</sup>, as follows:

Filter papers (No. 4.0) were dried in petridishes at 105°C for 2hr. After drying, the papers were transferred to a funnel adjusted over a 250ml conical flask. After fermentation and extraction by the autoclave, the medium was filtered through the papers (with the aid of vacuum) to separate the filtrate from the bacterial cells. The supernatant was used to determine the concentration of B<sub>12</sub> by washing the papers three times with sterilized D.W, then transferred to the original petridishes. The filter papers and petridishes were dried under the same conditions, and the dry weight of bacterial cells were calculated as follows: (the weight of filter paper after drying + bacterial cells)-(dry weight of filter paper after drying).

## RESULTS AND DISCUSSIONS

All fractions eluted from sephadex G<sub>25</sub> column chromatography were tested for vitamin B<sub>12</sub> detection using the spectrophotometer method at 361nm as shown in figure 1. The results showed vitamin B<sub>12</sub> was eluted in tubes between (8-20) as compared to vitamin B<sub>12</sub> standard which was eluted in tubes between (11-18) from the same column. The concentration of vitamin B<sub>12</sub> produced was estimated using standard curve of B<sub>12</sub> for all experiments as shown in figure (2), and the results of optical density readings at the concentrated vitamin B<sub>12</sub> fractions is shown in figure (3). These results indicated that the use of an average of  $2.5 \times 10^{12}$  spores/ml gave the highest concentration of vitamin B<sub>12</sub> (123.0 µg/ml) which is consistent with the results obtained by Ko and Hesseltine<sup>(27)</sup>, Steinkraus<sup>(28)</sup>, Shurtleff and Aoyagi<sup>(29)</sup>. They concluded that most bacterial species and some fungi are dependent on the nature and quantity of inoculation of their cultures. Mulyowidarso et.al.<sup>(30)</sup> found that the best number of inoculation for production media by spores of fungi and semi fungi was between ( $10^8$ - $10^9$ ) spores/ml. Sudarmadji and Markakis<sup>(31)</sup>, on the other hand, found that the best number of spores of inoculation for production media were ( $10^3$ ) to ( $10^8$ ) spores/ml in 30 hrs incubation time.

Table (1) shows the dry weight of bacterial cells after fermentation period, which ranged between (2.5g) in ( $10^{11}$ ) and (1.5g) in ( $10^7$ ) dilution. Results also confirmed the presence of a relationship between dry weight of bacteria cells and the concentration of extracted B<sub>12</sub>. Berwick<sup>(32)</sup> stated that any quantity of active material depends on the number of spores used for inoculating the production medium.

Figure 4 shows that the fractions of the eluted B<sub>12</sub> were limited in tubes (9-22), compared with those of the standard B<sub>12</sub> which were limited in tubes (11-18). After concentration the vitamin, standard curve of B<sub>12</sub> (figure 2) was used to obtain

O.D values. Concentration of vitamin B<sub>12</sub> (123.0 µg/ml) was achieved from extracts of the production medium incubated at 28°C, while treatment incubated, separately, at (25°C) and (20)°C resulted in extracts with concentrations (30 and 32°C). On the other hand, the lowest concentrations of vitamin B<sub>12</sub> which reached (30.1) and (12.02)µg/ml respectively. Vandamm<sup>(3)</sup> confirmed that the optimum temperature for the *Streptomyces* growth and B<sub>12</sub> production was 28°C, while Hollriegel et.al.<sup>(33)</sup> stated that the optimal temperatures for the production of B<sub>12</sub> by *Streptomyces* were limited between (26-28)°C.

Table (2) shows the dry weight of bacterial cells after the fermentation period, which ranged between (2.0)g when the medium was kept at 20°C and (4.4) g at 32°C, which indicate that the bacterial cells could grow at 32°C without producing B<sub>12</sub>. Growth temperature could play very important role on the synthesis of vitamin B<sub>12</sub><sup>(18)</sup>. Locations of B<sub>12</sub> were limited between (8-22) tubes for the extracted vitamin and between (11-18) tubes for the standard B<sub>12</sub> (figure 6), after the vitamin concentration the values of O.D were obtained from the standard curve of B<sub>12</sub>. Later the concentrations were estimated for all treatments (figure 7) shows that concentrations of B<sub>12</sub> was increased to (130.9)µg/ml when production medium was incubated at pH8.0. A sharp decrease in the vitamin concentration was reached (4.55)µg/ml when the medium was incubated at pH 4.0. *Streptomyces* is able to grow at a wide range of pH and could produce different types and concentration of B<sub>12</sub><sup>(34)</sup>, Hayakawa and Nonomura<sup>(35)</sup> confirmed that despite *Streptomyces* is able to grow in pH range of (5-9), but the optimum pH for the growth is limited between (7-8). similar results were recommended by Pan and Lei<sup>(36)</sup> when found that optimum growth pH was limited between (7-7.2).

The pH plays very important role on the enzymes activity involved in the production of B<sub>12</sub> and its derivatives. Blanche et. al.<sup>(18)</sup> found that the cobinamide kinase and cobinamide phosphate, guanylyl transferase possessed their maximum activity at pH 3.0, any increase or decrease in the pH will effect their catalytic activity. Table (3) show the dry weights of bacterial cells which ranged between (2.7)g for cells grow at pH 8.0 and (2.4)g for those grown at pH 4.0 such low pH may inhibit or highly effect the activity of enzymes involved in the synthesis of B<sub>12</sub>. The enzymes responsible for B<sub>12</sub> production could be stopped at these conditions.

Figure (8) shows that the fractions of extracted B<sub>12</sub> were limited between (9-22), and between (11-18) for the standard. Concentrations of B<sub>12</sub> obtained for all treatments are shown in figure 9. It appears that addition at 2-2-Bipyridin-3-3-diol to the production medium (as a precursor) improved B<sub>12</sub> production, when concentration of extracted B<sub>12</sub> from this medium increased to (149.5)µg/ml as compared with (17.97)µg/ml which was obtained when the riboflavin was added to the medium.

The addition of pyrocatechole (as precursor) to the medium had adverse (negative) effect on the production of B<sub>12</sub> when its concentration decreased to (17.97)µg/ml. Bykhovskii et al.<sup>(37)</sup> confirmed that addition of some organic compounds had an improving effect on the pathway of vitamin B<sub>12</sub> production,

*Improving Production Of Vitamin B<sub>12</sub> By Streptomyces Griseus Under Different Growth Conditions*

*Abdul W. Baqir, et al.*

especially those having cobalt in their structure (Uroporphyrin, Coproporphyrin, Cobaltocoprophyrin). Dry weight of bacterial cells after fermentation period are shown in table (4).

These results indicated that the bacterial cells were able to utilize all substances added to the medium for their growth. Marks<sup>(5)</sup> confirmed that addition of some vitamin like (B<sub>1</sub>, nicotine amide, and vitamin C) to the production media increase the biomass of bacterial cells but exhibited negative effect concerning production of B<sub>12</sub>.

Table 1: Dry weight of Bacterial cells after fermentation period with different dilutions

g/100 ml	dilution
2.5	Stock
1.5	10 <sup>-7</sup>
1.6	10 <sup>-8</sup>
1.9	10 <sup>-9</sup>
2.4	10 <sup>-10</sup>
2.5	10 <sup>-11</sup>
2.0	10 <sup>-12</sup>
1.7	10 <sup>-13</sup>

Table 2: Dry weight of bacterial cells after fermentation period at different temperatures

g/100ml	The temperature C°
2.0	20
2.0	25
2.4	28
1.8	30
4.4	32

Table 3: Dry weight of bacterial cells after fermentation period at different pH.

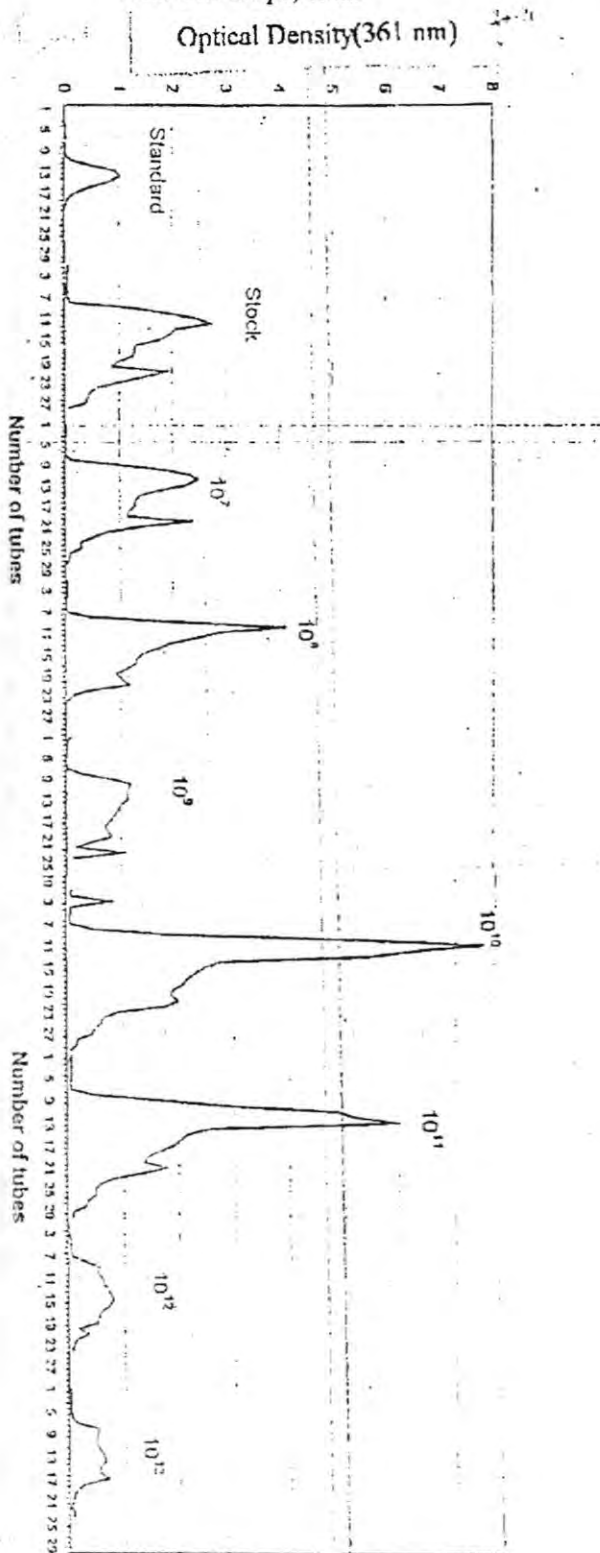
g/100ml	The pH
2.5	4.0
1.6	5.0
1.9	6.0
2.3	7.0
2.7	8.0
1.6	9.0
1.4	9.5
2.1	10.0

Table 4: Dry weight of bacterial cells after fermentation period with addition of (7) precursors to the media

g/100ml	The precursore
2.9	Pyridylazo-2-naphthol (1)
2.1	2-2-Bipyridin-3-3-diol (2)
3.1	Pyrdoxine hydrochloridie (vitamin B <sub>6</sub> ) (3)
2.7	Pyrocatechole (4)
3.8	Pyrrrole-2-Carboxyaldehyde (5)
4.3	Riboflavin (Vitamin B <sub>2</sub> ) (6)
4.7	Pyrrogallol (7)

## REFERENCES

1. Raiten, D.J., Talbot, J.M. and Waters, J.H. Assessment of nutrient requirements for infant formulas. *J. Nutrition.*, 120(11): 2193-2194. (1998).
2. Devlin, T.M. *Textbook of Biochemistry with Clinical Correlation*, John Wiley and Sons, Medical Publication, New Ycrk., PP: 1222-1225. (1982).
3. Vandamme, E.J. *Biotechnology of Vitamins, Pigments and Growth Factors*, Elsevier Applied Science, London., PP: 257-284. (1989).
4. Davis, R.E. *Advances in Clinical Chemistry of Vitamin B<sub>12</sub>*, Vol. 24, Vol. 24, Academic Press. Inc. New York., PP: 164-197. (1985).
5. Marks, J. *The Vitamins*, MTP press Limited (Falcon house), Lancaster., PP: 166-169. (1985).
6. Reynolps, J.E.F. *The extra pharmacopoeia*. 27th edition. PP: 1679-1681 (1987).
7. Chatwal, G.R. *Organic chemistry of natural products*. Second edition, Himalaya publishing house, Bombay., PP:584-591. (1985).
8. Waksman, S.A. and Henrici, A.T. The nomenclature and classification of the actinomycetes. *J. Bacterial.*, 46: 337-341. (1943).
9. Prescott, L.M. Harley, J.P. and Klein, D.A. *Microbiology*, Wm. C. Brown Publishers, Franklin Lewis., PP:494-495. (1990).
10. Williams, S.T. and Davis, F.L. Use of a scanning election microscope for the examination of Actinomycetes. *J. Gen. Microbial.*, 43:171-177. (1967).
11. Horvath, J. *Fundamental genetics of Streptomyces*, Akadematic Kiado, Budapest., PP:9-25. (1968).
12. Cross, T. *Aquatic Actinomycetes: A critical survey of the Occurrence, Growth and Role of Actinomycetes in Aquatic Habitats*. *J. Applied. Bacteriology.*, 50: 397-423. (1981).
13. Kendrick, K.E. and Ensign, J.C. Sportulation of *Streptomyces griseus* in Submerged Culture. *J. Bacteriology.*, 155(1)L 357-366 (1986).



Figure(1). Effect of spores number in the inoculum of *S. griseus* on collected fractions of standard and extracted vitamin B<sub>12</sub>.

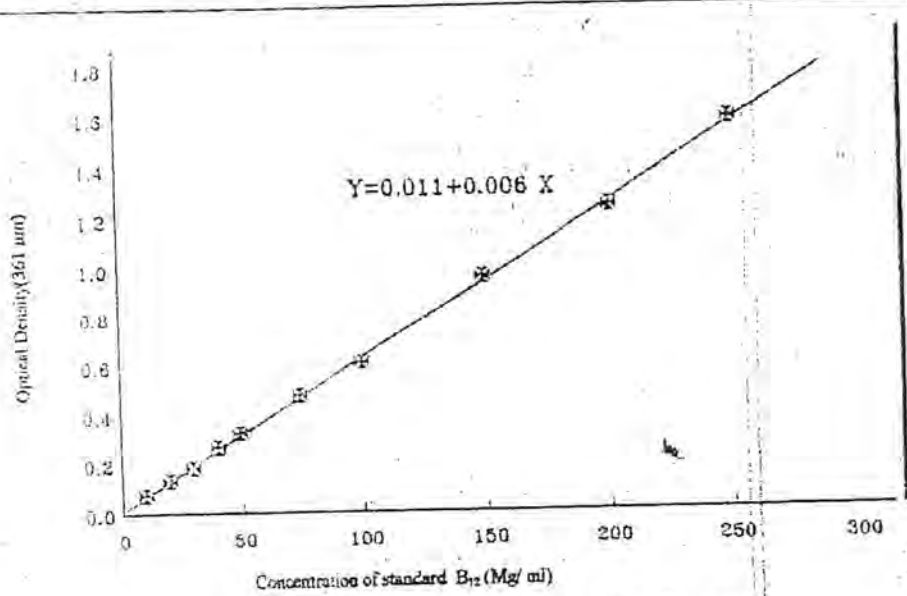


Figure (2). Standard curve of the B<sub>12</sub> vitamin Cons. of B<sub>12</sub> vitamin.

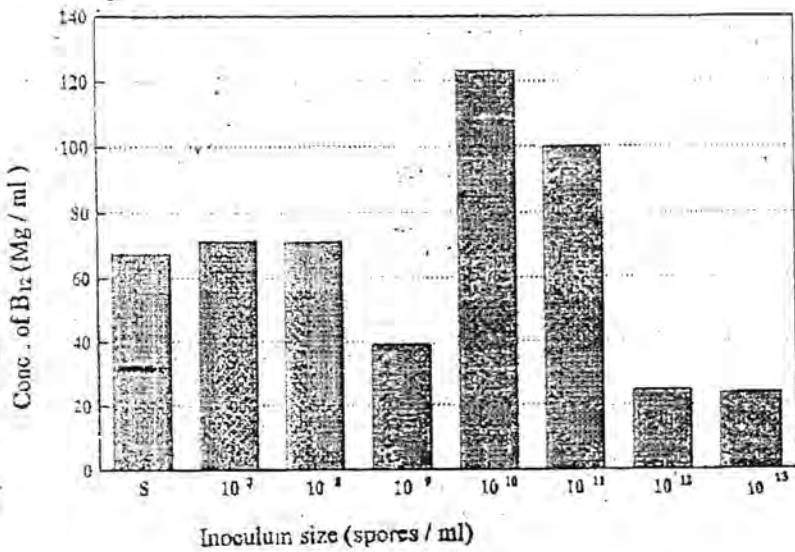


Figure (3). Effect of *S. griseus* spore number in the inoculum on the concentration of extracted B<sub>12</sub>.

Improving Production Of Vitamin B<sub>12</sub> By *Streptomyces Griseus* Under Different Growth Conditions  
 Abdul W. Baqir, et al.

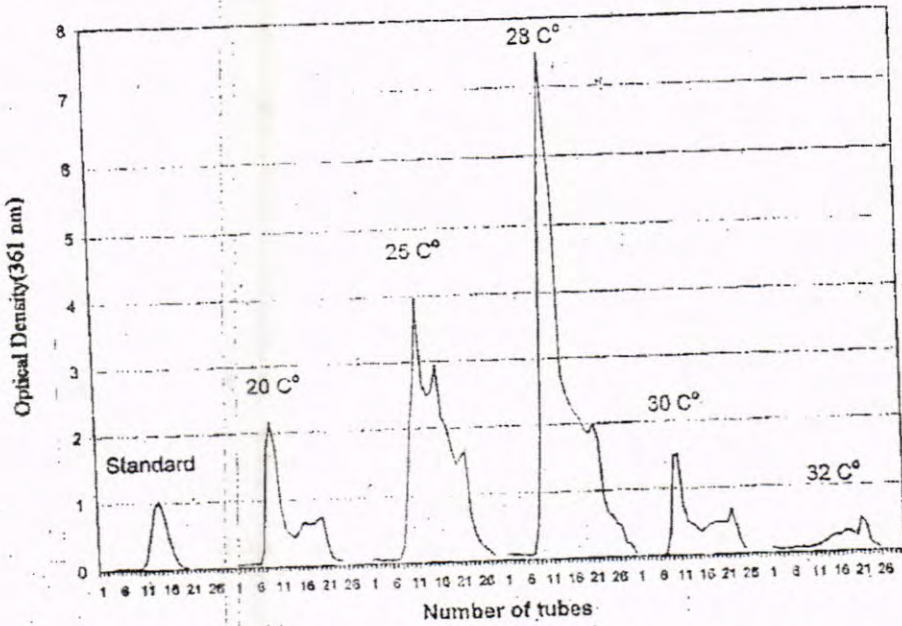


Figure (4). Collected fraction of standard and extracted B<sub>12</sub> at different temperature .

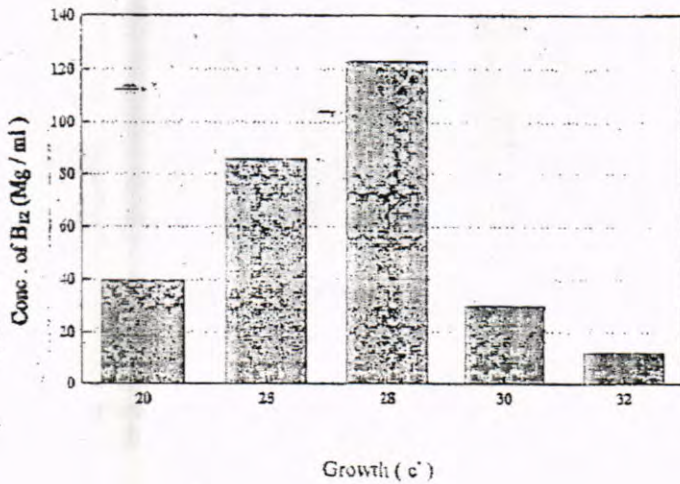


Figure (5). Effect of temperature on the concentration of B<sub>12</sub> extracted from *S. griseus* grown in the production medium .

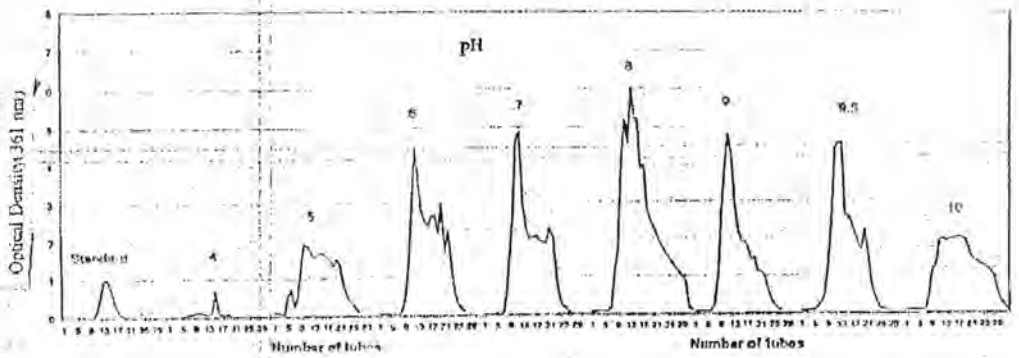


Figure (6). collected fraction of standard and extracted B<sub>12</sub> at different pH values.

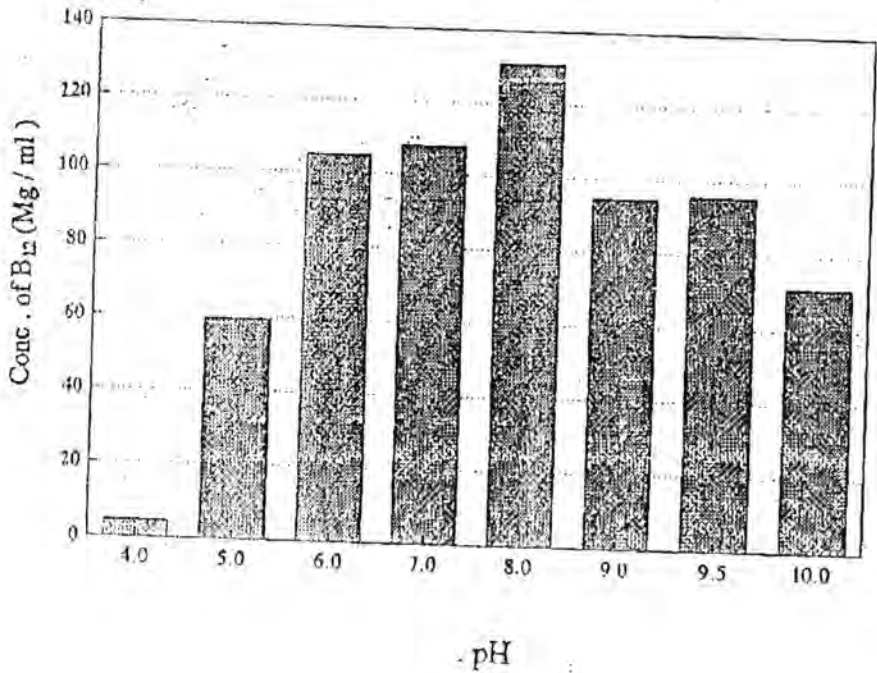


Figure (7). Concentration of B<sub>12</sub> extracted from *S. griseus* grown in the production medium as effected by pH.



14. Williams, S.T.; Goodfellow, M. and Alderson, G. Genus streptomyces Waksman and Henrici 1943. In: Bergey's manual of systematic Bacteriology. Williams, S.T: Shape, M.E. and Holt, M.E. (ed.), Vol. 4. P: 2452-2492. Williams and Wilkins Co., Battimor (1989).
15. Chen, E. and Chance, M.R. Continuous-wave quantum yields of various cobalamins are influence by competition between geminate recombination and Cage escape. Biochemistry, 32: 1480-1487 (1993).
16. White, A.; Handler, P. and Smith, E.L. Principles of Biochemistry. Fifth edition, Brown-Hill book company/ Ablakiston Publication, New York., PP: 1173-1179(1973).
17. Jaff, E.K. Predicting the Zn<sub>(11)</sub> ligand in metalloproteins: case study, porphobilinogen synthase. Comments. Inorg. Chem., 15: 67-93 (1993).
18. Blanch, F; debussche, L.; Famechon, A.; Thibaut, D.; Cameron, B. and Crouzet, J. Abi funitonal protein from *Pseudomoneas denitrificans* Carries cobinamide Kinase and Cobinamide Phosphate quanyly transferase activities, J. Bacterial, 173(19): 6052-6057. (1991).
19. Glusker, J.P. vitamins and Hormones (Vitamin B<sub>12</sub> and the B<sub>12</sub> coenzymes). Vol. 50, Academic press. Inc., Philadelphia, PP:1-76 (1995).
20. Murray, R.K., Granner, D.K.; Mayes, P.A. and Rodwell, V.W. Harper's Biochemistry, twenty-second edition, A lange medical book (Appleton and Lange), New York., PP: 555-557 (1993).
21. McCormic, D.B. and Wright, L.D. Methods in Enzymology. Vol. XVIII Part C, Academic press. New York., PP: 75-82. (1971).
22. Florent, J. And Ninet, L. Vitamin B<sub>12</sub>, Microbial Technology, Second Edition, Academic press. New York., PP: 497-519 (1979).
23. Kuno, S.; Fukui, S. and Toraya, T. Essential Histidine Residence in Coenzyme B<sub>12</sub>-depnedent Diol Dehydrase: Dye-Sensitized Photo oxidation and Ethoxy Carbonylation., Archives. Biochemistry and Biophysics., 277(1):211-217 (1990).
24. Sharma, A.; Tawari, G.M.; Shrikhand, A.J.; Desai, P.S.R. and Bandya padhyay, C. Inhabittion of aflatoxin producing fungi. Vol. 44, P: 15415-1547 (1979).
25. Gerhardt, P.R.; Murray, G.E.; Costilow, R.N.; Nester, E.W.; Wood, W.A.; Krieg, N.R. and Phillips, G.B. Manual of Methods for General Bacteriology, American Society for Microbiology. Washington. (1981).
26. Stanier, R.Y.; Ingraham, J.L.; Wheelis, M.L. and Painter, P.R. The Microbial world. Fifth edition, Prentice-Hall, Englewood cliffs, New York. (1986).
27. Ko, S.D. and Hesseltine, C.W Tempe and related foods. J. Economic Microbiology., 4: 115-140 (1979).
28. Steinkraus, K.H. Indonesian Tempe and related fermentation. In handbook of Indigenous fermented food 2ed edition. K.H. Steinkraus et.al., PP: 1-94, Marcel Dekker, New York (1983).
29. Shaurtleff, W. and Aoygal, A. The Book of Tempeh. Second Edition., Harper and Raw, New York., PP: 173-198 (1985).

30. Mulyowidarso, R.K., Fleet, G.H. and Buckle, K.A. Association of bacteria with the fungal fermentation of soybean tempe. *J. App. Bacteriol.*, 68(1): 43-47 (1990).
31. Sudarmadji, S. and Markakis, P. Lipid and other changes occurring during the fermentation and frying of Tempe. *J. Food. Chemistry.*, 3: 165-170 (1978).
32. Berwick, P.G. B-Lactam and amino Glycoside production from streptomycetes. *J. Applied Bacteriology.*, 64(6): 9-15 (1988).
33. Höllriegel, V., Lamm, L., Rowold, J; Horig, J. and Renz, P. Biosynthesis of Vitamin B<sub>12</sub>, Different Pathway in some Aerobic and Anaerobic Microorganisms. *Arch. Microbiol.*, 132: 155-158 (1982).
34. Williams, S.T. and Flowers, T.H. The influence of pH on starch hydrolysis by neutrophilic and acidophilic streptomyces. *J. Microbiol.*, 20: 99-106 (1977).
35. Hayakawa, M. and Nonomura, H. Humic acid Vitamin agar, a new medium for the selective isolation of soils Actinomycetes. *J. Ferment. Tec.*, 65: 501-509. (1987).
36. Pan, T.M., Lei, L.S. Studies on the microbial production of Vitamin B<sub>12</sub>. *J. Chinese Biochemical Society.*, 21(1): 36-43 (1992).
37. Bykhouskii, V.Y.; Zaitseva, N.I.; and Yauorskaya, A.N. Influences of Porphyrins and their derivatives on Vitamin B<sub>12</sub>. *Biokhimiya and Mikrobiologiya*, 12(4): 392-394 (1976).

## Identification of Bacterial Strains Isolated From Patients With Urinary Tract Infected and The Role of Plasmids in Their Antibiotic Resistance

ZEANA G. FAISAL, FALAH A. ATTAWI AND GHALIB H. AL-BAKIRI

Department of Biotechnology, College of Science, Saddam University

(Received June 6, 1999 ; Accepted Sept 22, 1999)

### الخلاصة

عزلت مائة وخمسون سلالة بكتريا من المصابين بالتهاب المجاري البولية. تم تشخيص هذه السلالات فوجد أنها تعود لعشرة أنواع من البكتريا السالبة لصبغة جرام، والى جنسين من البكتريا الموجبة لصبغة جرام. وجد أن بكتريا *E. coli* هي المسبب الرئيس للالتهابات المجاري البولية حيث كانت تمثل نسبة ٤٠% من جميع الحالات. وجاءت البكتريا *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis* بالمرتبتين الثانية والثالثة وينسب ١٨,٦٧% و ١٨% على التوالي. أنواع البكتريا السالبة لصبغة جرام الأخرى المعزولة كانت تعود للأجناس *Enterobacter*, *Acinitobacter*, *Serratia Citrobacter*, *Pseudomonas*. عشرة عزلات كانت تعود للجنس *Streptococcus* وبنسبة ٦,٦٧% في حين عزلت سبعة سلالات تعود للجنس *Streptococcus* وبنسبة ٤,٦٦% من مجموع ١٥٠ حالة كانت ٦٤% منها من نساء في حين كانت ٥٤ (٣٦%) سلالة معزولة من الرجال. أظهرت جميع العزلات نسبة مقاومة علاجية لجميع المضادات الحيوية المستخدمة في الدراسة باستثناء النتروفورانيشن، حيث كانت جميع السلالات المعزولة حساسة له. أما حامض الناليدكسيك فجاها ثانيا من حيث الفعالية (٢٥% من السلالات كانت مقاومة له) في حين جاء الجنتاميسين بالمرتبة الثالثة حيث كانت ٣٩% من السلالات مقاومة له. كما أظهرت ٧٥% من السلالات *E. coli* و ٨٦% من مجموع السلالات مقاومة للاميسلين. إن النسب العالية للمقاومة للمضادات الحيوية هي انعكاس لسوء استخدام المضادات الحيوية مما يشجع على زيادة نسب المقاومة في البكتريا. أظهرت نتائج الأقران أن سلالات *E. coli* تحتوي على بلازميد أقراني يحمل الجينات المقاومة للتراسايكلين والكلورامفانينيكول والستربتومييسين والترايميثوبريم معا ويبدو أن هذا البلازميد يتواجد بشكل واسع في السلالات المعزولة من العراق حيث أنه وجد في السلالات الثلاثة لبكتريا *E. coli* التي تمت دراستها. لم تحصل عملية الأقران بين بكتريا *E. coli* والبكتريا العائدة للعائلة المعوية من الأجناس *Serratia* و *Proteus*, *Acinitobacter*.

### ABSTRACT

One hundred fifty bacterial isolates were isolated from patients with urinary tract infections (UTIs). They were belong different species of Gram-negative

bacteria and to two genera of Gram - positive bacteria. *E. coli* was the major causative agent and comprise 40% of all cases. *Klebsiella pneumoniae* and *Proteus mirabilis* were second and third with 18.67% & 18,0% respectively. Other Gram-negative bacteria were belong to the genera *Enterobacter*, *Acinitobacter*, *Pseudomonas*, *Citrobacter* and *Serratia*. Ten cases (6.67%) were caused by genus *Staphylococcus* and seven (4.66%) were caused by *Streptococcus*. Out of the 150 positive isolates 96(64%) were from female patients, while 54(36%) were from males. High percentage of all isolates were resistant to all antibiotics excepts for the nitrofurantion to which all isolates were sensitive. The second most effective antibiotic for all isolates was Nalidixic acid (25% of all isolates were resistant), while the Gentamycin was the third most effective antibiotic (39% were resistant). 75% of *E. coli* isolates and 86% of all isolates were resistant to Ampicillin. High percentages of resistance to antibiotics is a reflection for the missuse of antibiotics. Conjugation experiments showed that *E. coli* strains harbour a self transmissible plasmid carrying resistant genes for tetracyclin (TE<sup>r</sup>), Chloramphenicol (C<sup>r</sup>), Streptomycin (S<sup>r</sup>) and Trimethoprim (SXT<sup>r</sup>). It seems that this plasmid is widely spread in the Iraqi isolates since it was detected in all the three examined *E. coli* strains. No conjugation was detected between *E. coli* and other members of *Enterobacteriaceae* like *proteus*, *Serratia* and *Acinitobacter*.

## INTRODUCTION

The urinary tract is one of the most common sites of bacterial infection, particularly in females; 10-20% of the women have a urinary tract infection (UTI) at some time in their and a significant number have recurrent infection<sup>(1)</sup>. UTI is a disease of worldwide importance and in some instances it threatens renal function and may be life<sup>(2)</sup>. However a considerable proportion of the population may acquire asymptomatic infection<sup>(5)</sup>. It may involve just the lower tract or both lower and upper tracts,<sup>(6)</sup>

Urinary tract infections are caused by Gram - positive and Gram - negative bacteria. However the vast majority of infections are caused by *Enterobacteriaceas* originating from the gut<sup>(7)</sup>. The most common bacteria causing UTIs is *Escherichia coli*<sup>(2,3,4,8,9)</sup>. *Proteus mirabilis* is often associated with urinary stone. *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* and *Pseudomonas aeruginosa* are frequently found in hospital acquired UTI<sup>(1)</sup>. Gram - positive cocci cause UTIs less often than Gram - negative bacteria<sup>(10)</sup>. Distribution of bacteria causing UTIs and their antibiotic sensitivities vary from place to place and from time to time depending on the environment and the choice of treatment which require a continuous assessment to establish the resistance pattern of the micro organisms<sup>(11, 12, 13, 14, 15)</sup>

The wide spread of bacterial strians resisting several antibiotics become one of the major problems in treating the UTI. The antibiotic resistance can be coded by chromosomal or plasmid genes. Many of the plasmids carrying antibiotic resistance genes can be transferred from one bacterial cell into another by conjugation, thus

spreading the resistance to antibiotics<sup>(16)</sup>. The association of transmissible plasmids with the multiresistance to several antibiotics were established in several bacterial spp. Causing UTIs<sup>(17, 18)</sup>.

In this study the distribution and antibiotic sensitivity of bacterial strains isolated from UTIs were determined, and the role of transmissible plasmid in the resistance to some antibiotics was investigated.

## MATERIALS AND METHODS

- **Sample collection and culture :** Midstream urine samples were collected in sterile tubes from patients in Saddam medical city hospital and Al-Hilla hospital during the period from 20.6.1998 to 10.8.1998.

Loopful of undiluted urine samples were spread on blood agar plates (Oxoid) and MacConkey's agar (Difco), and incubated overnight at 37°C.

- **Bacterial identification :** Gram - negative bacterial isolates were identified by the AP120E system (API Bio Merieux, Lyon, France) that designed for the performance of 20 standard biochemical tests. Gram - positive isolates were identified by microscopic examination and some biochemical tests.
- **Antibiotics susceptibility testing :** Susceptibility to antibiotics were determined for all bacterial isolates by standard disk diffusion method<sup>(19)</sup>, using 12 commercially available disks (Al-Raze Center Disks). The following antibiotics were tested: Ampicillin (AM, 25ug), Tetracycline (TE, 30ug), Rifampicin (RA, 5ug), Cephalexin (CX, 30ug), Streptomycin (S, 10ug) Chloromaphenicol (C, 30ug), Neomycin (N, 30ug), Gentamycin (GN, 10ug), Amoxicillin (AMX, 10ug), Nalidixic Acid (NA, 30ug), Nitrofurantion (FT, 300ug), and Trimethoprim + Sulfamethoxazole (SXT, 1.25ug - 23.75ug).

Minimum inhibitory concentrations (MICs) were determined on Nutrient agar plates (Oxoid) by agar dilution method<sup>(20)</sup>.

- **Bacterial Conjugation :** Conjugation between donor and recipient *E. coli* strains was performed on solid surface as described<sup>(21)</sup>. Cells of donor and recipient strains were grown in Brain heart infusion broth (BHIB) to mid log phase (O.D. = 0.35). 0.5 ml of donor and recipient cultures were mixed and filtered through a millipore filter (0.45um). The filter was laid on the surface of nutrient agar plate and incubated at 37°C for 6 hours. Cells were washed of the filter paper with fresh BHIB, diluted and plated on nutrient agar plates containing the appropriate antibiotics to select for the transconjugants. Controls of both donor and recipient cells were treated exactly in the same manner as above to check background spontaneous mutation frequencies. Conjugation frequency was expressed as the number of transconjugants per donor cells in the mating mixture.

## RESULTS AND DISCUSSION

### • Isolation and Identification of Bacterial Strains :

Suspected bacterial colonies were picked up from blood agar and MacConkey's plates and identified by microscopic examination and biochemical tests.

The Gram - negative rods were identified by using the API 20E system, while the Gram - positive cocci were identified by microscopic examination and catalase and coagulase tests.

One hundred and fifty urine samples were positive (i.e. more than  $10^5$  Bacteria / ml were detected). Microscopic and biochemical identification showed that the causative agents were belong to ten different species of gram - negative rod bacteria and to two genera of gram - positive bacteria (table -1-).

*E. coli* was the major causative agent and comprise 40% of all cases (table 1). This is in agreement with what is known about the *E. coli* as the major cause of UTI world wide<sup>(1,2,10,22)</sup>. All other gram - negativ bacterial spices isolated during the study are common cause of UTIs worlds wide. However their prevalence are different from one place into another<sup>(1,2,10)</sup>. The frequency of infection with *K. pneumoniae* and *P. mirabilis* have approximately the same rate compared with previous studies that showed that *P. mirabilis* was the second causative agent of UTI after *E. coli*<sup>(1,10)</sup>. This is probable because *Klebsiella* and *Proteus* produce potent urease which acts on urea to produce ammonia, rendering the urine alkaline<sup>(1)</sup>. *Enterobacter* , *Citrobacter* , *Serratia* and *Pseudomonas* species are more frequently found in hospital acquired UTI because their resistance to antibiotics favours their selection in hospital patients<sup>(1)</sup>.

Seventeen positive cases were caused by gram - positive bacteria which represented 11.33% of all positive cases (table - 1). Gram positive bacteria are known to be involved in the UTI. However the vast majority of UTIs are caused by gram - negative bacteria originating from the gut before entering the urethra.

Out of the 150 positive cases, 96 (64%) were from female patients, while 54 (36%) of the cases were from males (table -2). It is known that the incidence of UTI is generally higher in felmales than the males world wide and for several reasons<sup>(1,7,10)</sup>.

### • Antibiotic Sensitivity :

The standard disk diffusion method was used to determine the sensitivity of all gram - negative bacterial isolates that a high percentage of all isolates were resistant to all used antibiotics except the nitrofurantion to which all tested isolates were sensitive.

Nitrofurantion is an effective antibiotic in the treatment of UTI all over the worlds<sup>(2, 23)</sup>, 75% of *E. coli* isolates (the leading causative agent) and 86% of all isolates were resistant to ampicillin (table - 3). The ampicillin is one common antibiotic used for the treatment of UTI<sup>(10, 21, 23)</sup>, and the spread of resistance to this antibiotic in the Iraqi strain represent a major problem in treatment of the infection.

It was reported in several parts of the world that the wide spread of ampicillin resistance is due to self transmissible plasmids carrying ampicillin resistance gene<sup>(22,24,25,26)</sup>. The second most effective antibiotic agent for all isolates was Nalidixic acid (25% of all isolates were resistant), while the gentamycin was the third most effective antibiotic (39% were resistant) (table - 3). Both antibiotics are known to be effective in the treatment of UTI world wide<sup>(2,27)</sup>. Generally speaking the percentages of resistance to antibiotics reported in this study are higher than those reported in some other part of the world<sup>(2,23,27)</sup>. This is a reflection for the missus of anitbiotics.

Many of the antibiotics resistance genes were found to be carried on self transmissible or mobilizable plasmids, and the transfer of such plasmids from one strain to another via conjugation was one of the major reasons for spreading the antibiotics resistance between bacterial population specially those belong to the family *Enterobacteriaceae* which represent the major causative agents for UTI<sup>(17,18, 21,25,27)</sup>.

#### \*Minimum Inhibitory Concentration :

In order to determine the proper concentrations of antibiotics to be used in the selective media for selection of transconjugants, the minimum inhibitory concentration (MIC) for several multiresistance isolated (Donor) and *E. coli* HBIOI (recipient) were determined. Results in table - 4 showed that the standard strain *E. coli* HBIOI was resistant to rifampicin (RA) and the MIC was 30ug/ml. However it was sensitive to all other antibiotics and the MICs were less than 10ug/ml which was the lowest concentration used in the experiment. On the other hand, the three multiresistant *E. coli* donor strain were all more sensitive to rifampicin than *E. coli* HBIOI but they were resistant to all other antibiotics tested in the experiment. Their MICs to all antibiotics were higher than that of *E. coli* HBIOI. According to the MIC values obtained it was decided to add rifampicine (30 ug/ml) and tetracycline (30 ug/ml) to the media for the selection of transconjugants results from conjugation between *E. coli* strain. The MIC value for other *Enterobacteriaceas* donor strains are shown in table - 4, and accordingly (30ug/ ml) tetracycline and were used for the selection of transconjugants in all experiments.

#### • Conjugation :

Results of conjugation experiments between different multiresistant donor strains and *E. coli* HBIOI are shown in table - 5.

Conjugation mixture of *E. coli* donor and *E. coli* HBIOI were plated on media containing rifampicin and tetracycline to select for tetracycline resistance transconjugants. Tetracycline resistant transconjugants were detected in all three cases and the conjugation frequencies were similar. It was concluded that tetracycline resistance marker in the three *E. coli* stains is a plasmid mediated maker.

Five tetracycline resistant transconjugants from each case were tested for the transfer of other donor markers by rechecking their sensitivity to all antibiotics to

which the donor strains are resistant. It was found that chloramphenicol resistance, streptomycin resistance and trimethoprim + sulfamethoxazole resistance markers were all transferred with the tetracycline resistance in all tested transconjugants. These results indicated that the tetracycline, chloramphenicol, Streptomycin and trimethoprim + Sulfamethoxazole resistance genes of the three *E. coli* strains are located on one self transmissible plasmid. It seems that this plasmid is widely spread in the Iraqi isolates since it was detected in all the three *E. coli* strain. Studies in various parts of the world have demonstrated different kinds of antibiotic markers including Tetracycline resistance, Streptomycin resistance, Chloramphenicol resistance, Trimethoprim + Sulfamethoxazole resistance are located (either singly or in combination of two or more) on plasmids of *E. coli* strains isolated from UTIs, and such plasmids plays an important role in spreading antibiotic resistance among the causative agents of UTI<sup>(16,17,21,22,24,26)</sup>

It was also reported that the wide spread of ampicillin resistance in bacterial strains causing UTIs is due to self transmissible plasmids carrying ampicillin resistance gene<sup>(22,24,25,26)</sup>. However the ampicillin resistance gene did not transfer by conjugation during this study (table - 5). This does not necessarily means that the ampicillin resistance gene is not located on a self transmissible plasmid in the studied strains because the selection for transconjugant was done on the bases of tetracycline resistance transconjugant and not ampicillin resistance transconjugant. It is possible that the ampicillin resistance gene is located on conjugative plasmid other than the one carrying TE<sup>r</sup>, C<sup>r</sup>, S<sup>r</sup> and SXT<sup>+</sup> genes.

No conjugation was detected between *E. coli* and other member of the family *Enterobacteriaceae* (i.e *Proteus*, *Serratia* and *Acinitobacter*) (table - 5). It is known that the conjugation between bacterial strains belong to the same species is more common than conjugation between members of different species. However several studies reported that the antibiotic resistance can be spread between different members of *Enterobacteriaceae* and related bacteria via conjugation<sup>(27)</sup>.

The multiresistant conjugative plasmid detected in *E. coli* strain during this study deserve more detailed investigation because it seems to be widely distributed in the Iraqi *E. coli* strains isolated from UTIs.

Characterization of this plasmid and determination of its exact role in spreading the antibiotic resistance will be certainly important for the understanding of the wide spread of antibiotic resistance among bacterial strains causing UTI.



Table 1 : Percentage of bacterial species isolated from urinary tract infections

	Bacterial Species	Number	Percentage
1-	Escherichia coli	60	40%
2-	Klebsiella pneumoniae	28	18.67%
3-	Proteus mirabilis	27	18.00%
4-	Enterobacter aerogenes	4	2.67%
5-	Citrobacter ferundii	4	2.67%
6-	Enterobacter cloacae	3	2.00%
7-	Acinitobacter calco var anitrat	3	2.00%
8-	pseudomonas maltophilia	2	1.33%
9-	Pseudomonas aeruginosa	1	0.67%
10-	Serratia marcescens	1	0.67%
11-	Staphylococcus sp.	10	6.67%
12-	Streptococcus sp.	7	4.66%
	Total	150	100%

Table 2 : Prevalance of urinary tract infection in males and females

Sex	Number of Patients	percentage
Female	69	64%
Male	54	36%
Total	150	100%

Identification of Bacterial Strains Isolated From Patients With Urinary Tract Infected and The Role of Plasmids in Their Antibiotic Resistance Zeana G. Faisal, et al

Table 3 : Percentage of resistance to antibiotics by the bacterial strains isolated from urinary tract infection and the best three antibiotics

Isolates	Percentage of Resistance To :-												The Best Three Antibiotics
	AM	C	N	RA	NA	S	TE	SXT	FT	G N	AM X	CX	
<i>E. coli</i>	75	50	70	73	17	65	77	88	0	53	75	20	FT, N.A, CX
<i>K. pneumoniae</i>	89	54	57	100	32	50	43	86	0	61	100	32	FT, N.A, CX
<i>P. mirabilis</i>	74	74	67	89	11	78	85	93	0	56	85	30	FT, N.A, CX
<i>Ent. aerogenes</i>	100	75	100	100	0	50	75	100	0	75	100	75	FT, N.A, S
<i>C. ferundii</i>	25	50	50	75	25	50	50	100	0	25	50	0	FT, N.A, CON
<i>Ent. cloacae</i>	100	33	100	100	33	67	33	67	0	0	100	100	FT, GN, N.A
<i>A. calco var anitrat</i>	100	100	33	0	33	67	67	100	0	67	100	67	FT, RA, N.A
<i>Ps. maltophilia</i>	100	100	50	50	0	0	100	100	0	50	50	50	FT, N.A, S
<i>Ps. aeruginosa</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	100	100	FT, GN
<i>Ser. marcescens</i>	100	0	0	0	0	100	100	100	0	0	100	0	FT, N.A, GN
Total	86	64	63	69	25	63	73	84	0	39	86	48	

Table 4 : Minimum inhibitory concentration for different multiresistant donor strains and the respient *E. coli* HBIOI

Bacterial Strain	Antibiotic MICs ug/ml									
	AM	RN	NA	S	TE	GN	AM X	CX		
1- <i>E. coli</i> HBIOI	<10	>30	<10	<10	<10	<10	<10	<10		
2- <i>E. coli</i> Z4	25	12.5	*-	25	30	30	-	30		
3- <i>E. coli</i> Z 64	25	25	30	25	30	30	30	30		
4- <i>E. coli</i> Z 76	30	25	30	25	30	30	35	30		
5- <i>P. mirabilis</i> Z88	25	20	<10	35	30	>40	-	30		
6- <i>Ser. marcescens</i> Z 109	-	<20	20	20	30	25	30	20		
7- <i>A. calco var anitrat</i> Z 45	-	<20	35	25	35	20	-	-		

\*- = Not done

Table 5 : Conjugation between multiresistant bacterial donor strains and the recipient *E. coli* HBIOI strain

	Donor and its Resistance Pattern	Recipient and its Resistance Pattern	Donor Marker Selected	Conjugation Frequency	Other Donor Markers Transferred
1-	<i>E. coli</i> Z4 Am <sup>r</sup> , C <sup>r</sup> , Na <sup>r</sup> , S <sup>r</sup> , TE <sup>r</sup> SXT <sup>r</sup> , Cn <sup>r</sup> , AMX <sup>r</sup> , Cx <sup>r</sup>	<i>E. coli</i> HBIOI RA <sup>r</sup>	TE <sup>r</sup>	1.5 × 10 <sup>-4</sup>	C <sup>r</sup> , S <sup>r</sup> , SXT <sup>r</sup>
2-	<i>E. coli</i> Z64 Am <sup>r</sup> , C <sup>r</sup> , N <sup>r</sup> , Na <sup>r</sup> , S <sup>r</sup> , TE <sup>r</sup> , SXT <sup>r</sup> , Gn <sup>r</sup> , AMX <sup>r</sup>	<i>E. coli</i> HBIOI RA <sup>r</sup>	TE <sup>r</sup>	2 × 10 <sup>-4</sup>	C <sup>r</sup> , S <sup>r</sup> , SXT <sup>r</sup>
3-	<i>E. coli</i> Z76 Am <sup>r</sup> , C <sup>r</sup> , S <sup>r</sup> , TE <sup>r</sup> , SXT <sup>r</sup> , Gn <sup>r</sup> , AMX <sup>r</sup>	<i>E. coli</i> HBIOI RA <sup>r</sup>	TE <sup>r</sup>	3 × 10 <sup>-4</sup>	C <sup>r</sup> , S <sup>r</sup> , SXT <sup>r</sup>
4-	<i>P. mirabilis</i> Z 88 Am <sup>r</sup> , C <sup>r</sup> , N <sup>r</sup> , TE <sup>r</sup> , SXT <sup>r</sup> , Gn <sup>r</sup> , AMX <sup>r</sup>	<i>E. coli</i> HBIOI RA <sup>r</sup>	TE <sup>r</sup>	*-	-
5-	Ser. <i>Marcescens</i> Z109 Am <sup>r</sup> , C <sup>r</sup> , S <sup>r</sup> , TE <sup>r</sup> , SXT <sup>r</sup> , AMX <sup>r</sup>	<i>E. coli</i> HBIOI RA <sup>r</sup>	TE <sup>r</sup>	-	-
6-	<i>A. Colco varanitrat</i> Z45 Am <sup>r</sup> , C <sup>r</sup> , N.A <sup>r</sup> , TE <sup>r</sup> , SXT <sup>r</sup> , AMX <sup>r</sup> , Cx <sup>r</sup>	<i>E. coli</i> HBIOI RA <sup>r</sup>	TE <sup>r</sup>	-	-

\* - = No conjugation.

## REFERENCES

1. Mims, C.A.; Playfair, J.; Roitt, I.M.; Wakelin, D. and Williams, R. Medical Microbiology. M. Mosoly, Toronto. (1987).
2. Hannan, M.; Cormican, M. and Flynn, J. Acomparision of antimicrobial sensitivities of urinary pathogens for the years 1980 and 1990. I. J. M. S. 162 : 499 - 501 (1993).
3. Wilklie, M.E.; Almond, M.K. and Marsh, F.P. Diagnosis and management of urinary tract infection in adults. Br. Med. J. 305 : 1137 - 1141. (1992).
4. Leibovici, L.; Greenshtain, S., ; Cohen, O. and Wysenbeek, A.J. Toward improved empiric management of moderate to sever urinary tract infections. Arch. Intern. Med. 152: 2481-2486. (1992).
5. Santoro, J. and Kaye, D. Recurrent urinary tract infections : Pathogenesis and management. Med. Clin. North Am., 62 : 1005 (1978).
6. Brooks, G.F., Butel, J.S.; Ornston, L.N.; Jawetz ; F. and Adelberg, E.A. Medical microbiology , twentieth edition. Prentic - Hall International INC. (1995).

7. Stamm, J.A. The role of introital bacteria in recurrent urinary tract infection. *J. Urol.*, 109 : 467 (1973).
8. Kosakai, N. ; Kumamoto, Y. ; Hirose, T. and Shigeta, S. et al Comparative studies on activities of antimicrobial agents against causative organisms isolated from urinary tract infections. *Japanese J. Antibiotics.* 43 : 954 - 967 (1990).
9. Vigg, A. and Jad, C.Y. Bacteriology of community acquired urinary tract infections. Analysis of 1048 cases. *J. Assoc. Phys. India* 39 : 601 - 603 (1991).
10. Glavser, M.P. *Medical microbiology and infectious disease* W.B. Saunders, West Washington square, Philadelphia. (1986).
11. Gruneberg, R.N. Susceptibility of urinary pathogens to various antimicrobial substances : A Four years study. *J. Clin. Path.* 29 : 292-295 (1976).
12. Gruneberg, R.N. Antibiotic sensitivities of urinary pathogens, 1971-1978. *J. Clin. Path.* 33 : 853-856 (1980).
13. Gruneberg, R.N. Antibiotic sensitivities of urinary pathogens, 1971-1982. *J. Antimicrob Chemo.* 14 : 17-23. (1984).
14. Adler, J.L. and Shulman, J. A. Nosocomial infection and antibiotic usage at Grady Memorial Hospital : prevalence survey. *Southern Med. J.*, 63 : 102 (1970).
15. Turck, M. New concepts in genito - urinary tract infections. *J. A.M.A.*, 246 : 2019 (1981).
16. Setta, G. ; Coreelda, M. ; Pruna, M. and Pompei, R. Bacterial resistance and single - dose therapy of urinary tract infection. *Eur. Urol.* 13 : 42 -44 (1987).
17. Pedler, S. J. and Bint, A.J. Comparative study of Amoxicillin - clavulanic acid and cephalexin in the treatment of bacteriuria during pregnancy. *Antimicrob. Agents Chemo.* 27: 508-510. (1985).
18. Liverelli, V. ; Champs, C.; martino, P. and Joly, B Adhesive properties and antibiotic resistance of *Klebsiella*, *Enterobacter* and *Serratia* Clinical isolates involved in nosocomial infection. *J. Clin. Microbiol.* 34 : 1963-1969 (1996).
19. National Committee for Clinical Laboratory Standarda. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests, 4<sup>th</sup> ed. Approved standard M2 - A4. National committee for clinical laboratory standards. Villanova, Pa.
20. National Committee for Clinical laboratory standards Methods for dilution antimicrobial Susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. Approved standard M7 - A3 National committee for clinical laboratory standard. Villanova. Pa.
21. Rice, L.B. ; Carias, L. L.; Bonoma, R.A. and Shlaes, D M. Molecular genetics of resistance to both ceftazidime and B - lactam -B- lactamase inhibitor combination in *Klebsiella pneumoniae* and in - vivo response to B - lactam therapy. *J. infect. Dis.* 173 : 151-158 (1996).
22. Malkawi, H. I. and Youssef, M.T. Characterization of *E. coli* isolated from patients with urinary tract infections in Northern Jordan : Antibiotic resistance and plasmid profiles. *Mu'tah. J. research and studies* 11: 5. (1996).

23. damjanovic, V. and Whitfield, E. Antibiotic sensitivities of urinary pathogens isolated from patients in Liverpool, 1984-1985. *J. Hyg. camb.* 97 : 299-303 (1986).
24. Davies, J. Inactivation of antibiotics and the dissemination of resistance genes. *Science* - 264 : 375-381.
25. Harnett, N. ; Mougan, L.; Brown, S. and Krishnan, C. Thermosensitive of hydrogen sulfide production from *Escherichia coli* isolates. *Diagn. Microbial. Infect. Dis.* 24 : 173-178. (1996).
26. Bermudes, H. ; Arpin, C. ; Jude, F. ; El-Harrif, Z. and Quentin, C. Molecular epidemiology of an outbreak due to extended - spectrum B- lactamase - producing Enterobacteria in Franch Hospital . *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.* 16 : 523-529. (1997).
27. Broda, P. Conjugation in bacteria. In plasmids of medical, environmental and commercial importance. Timmis K.N. and Puhler A. Elsevier ; North-Holland Biomedical press. (1979).

## Transformation of *Salmonella Typhi* Ty21a which used as Oral Vaccine from *Clostridium Tetani*

SHAYMA J. AHMED & MOHAMMAD A. AL-FAHAM

Pathology Department, College of Medicine, Baghdad University

(Received Feb. 16, 1999; Accepted May 14, 2000)

### الخلاصة

تم تطوير سلالة سالمونيلا التيفونيد Ty21a المستخدمة كلقاح فموي ضد مرض التيفونيد للحصول على سلالة مشتقة مقاومة للمضاد الحيوي الريفامبين لاستخدامه كمؤشر وراثي انتقائي، وذلك بتعريضها لتراكيز متزايدة من المضاد. عوملت السلالة مختبريا كي تصبح مهياة (competent) ثم حوالت وراثيا (transformed) ببلازميد تم عزله من مطثيات الكزاز *Clostridium tetani* اكتسبت سلالة سالمونيلا التيفونيد المتحولة صفة المقاومة لمضادين حيويين من بكتريا الكزاز ولم يلاحظ التعبير لذيفان الكزاز في هذه السلالة باستخدام اختبار التلبد.

### ABSTRACT

An oral vaccine strain of *S. typhi* Ty21a was spontaneously mutated for rifampicin resistance this was accomplished by exposure to increasing concentrations of the antibiotics. The *S. typhi* Ty21a was treated to be rendered competent and then transformed with plasmid DNA extract from local isolate of *Cl. tetani*. Transformed colonies of *Salmonella* acquired resistance for two antibiotics from the donor tetani strain. However expression of tetanospasmin was not detected by using flocculation test.

### INTRODUCTION

The *Salmonella typhi* strain Ty21a was developed to be as an oral vaccine to immunize human against typhoid infections<sup>(1)</sup>. 12.5 million episodes of typhoid fever are recorded world wide annually<sup>(2)</sup>. On the other hand, about one million case of lethal tetanus incidence is reported every year<sup>(3)</sup>.

The transfer of heterologous immunogenes to strain Ty21a have enabled the use of this strain as a multivalent vaccine against other infections such as bacterial, viral, mycotic and parasitic pathogens<sup>(4)</sup>.

Since tetanus toxigenes are known to reside on transferable plasmid<sup>(5,6)</sup>.

We described in this short communication the attempt to transform the vaccine strain Ty21a with a tetanus plasmid.

## MATERIALS AND METHODS

### Strains

Wild isolate of *Cl. tetani* GEB58<sup>(7)</sup> was used as a donor for tetanus plasmid.

*S. typhi* Ty21a was obtained from Genetic Engineering & Biotechnology institute for graduate studies, Baghdad university. It has:

- galE<sup>-</sup> mutation: galactose mutation

-Rif<sup>r</sup>: resistance to the antibiotic Rifampicin this spontaneously mutant was obtained by continuous subculturing on high increase concentrations of antibiotic (10,25,50,75,100)µg/ml, 12 colonies were obtained one of these selected to be resistance to Rif<sup>r</sup> (unpublished observation).

### Plasmid DNA Isolation

This was carried out according to a modified extraction procedure reported by Al-Dulamiy<sup>(8)</sup>.

### Transformation:

*S. typhi* GEB111 was rendered competent as described by Tasi et al<sup>(9)</sup>.

### Flocculation Test

A standard procedure to detect tetanus toxin production was followed by reported 33, WHO<sup>(10)</sup>.

## RESULTS AND DISCUSSION

*Clostridium tetani* GEB58 was isolated from sheep and goats farm, the strain produce a potent tetanus toxin with 20Lf. A standard Flocculation test was according to WHO<sup>(10)</sup> the strain also expressed resistance to Ampicillin (Ap), Streptomycin (Sm), Kanamycin (Km), Trimethoprim (Tp) and Tetracycline (Tc). Multiple resistance is not uncommon among veterinary isolates<sup>(11)</sup>.

Genomic isolation of GEB 58 revealed the presence of extracytoplasmic DNA. The plasmid DNA was purified and transformed onto a competent culture of *Salmonella typhi* Ty21a.

Ty21a transformants were selected on antibiotic-supplemented media. Results revealed that the strain have acquired similar level of resistance to Ap (100µg/ml) and Tc (20µg/ml) only.

However, Flocculation test revealed no expression of tetanus toxin in the *S. typhi* Ty21a transformants.

The acquired resistance was physically proved by extracting plasmid DNA from both donor *Cl. tetani* and the transformed *S. typhi* GEB123 (Figure 1).

This is further evidence of the transferability of tetanus plasmid on to Ty21a.

The cross species barrier between Gram positive and Gram negative can explain the lack of expression of tetanus toxin in this strain.

Similar results were observed using another *S. typhi* vaccine strain CVD<sup>(12)</sup> when Gomez-Dnarte et al. were unsuccessful in demonstrating expression of the carboxyl terminus of diphtheria toxin in *S. typhi* CVD.

### Acknowledgement

The authors would like to express their deepest gratitude to Dr. Ali Al-Zaag for his kind help and supervision.



Fig. -1-

Agarose gel electrophoresis of DNA plasmid of donor (GEB158), recipient (GEB111) and the transformed (GEB122).

1. GEB111 *S. typhi* Ty21a gal<sup>-</sup> which had no plasmid.
2. GEB122 the transformed strain *S. typhi* had a plasmid from GEB158.
3. GEB158 the donor strain (*Cl. tetani*).

### REFERENCES

1. Germanier, R. and Fürer, E. Isolation & Characterization of GalE mutant Ty21a of *Salmonella typhi*: A candidate strain for alive Oral typhoid vaccine. J. Infect. Dis. 131(5): 553-558 (1975).
2. Tacket, C.O. and Levine, M.M. Vaccine against bacterial enteric infections (Vaccination). Annals Nestle. 49(3): 124-130 (1991).
3. Dimache, G.; Crottoru, M.; Barbu, C.; Durbaca, S.; Stoean, C. and Dimache, A. Accelerated anti-tetanic immunization by intradermal route. Rom. Arch. Microbiol. Immun. 53(3): 199-206 (1994).
4. Ivanoff, B.; Levine, M.M. and Lambert, P.H. Bulletin of world health organization. 72(6): 957-971 (1994).
5. Laird, W.J.; Aronson, W.; Silver, R.P.; Habig, H. and Hardegree, M.C. Plasmid associated toxigenicity in *Cl. tetani* J. Infect. Dis. 142: 623-630 (1980).



*Transformation of Salmonella Typhi Ty21a which used as Oral Vaccine from Clostridium Tetani*

Shayma J. Ahmed & Mohammad A. Al-Faham

6. Esel, U.; Jrausch, W.; Goretzki, K.; Henschen, A.; Engles, J.; Weller U.; Hudel, M.; Habermann, E. and Nieman, H. Tetanus Toxin; Primary structure expression in *E. coli* and homology with botulinum toxins. EMBO. J. 10: 2495-2505 (1986).
7. Al-Faham, M.A. Genetical analysis of *Clostridium tetani* local isolate. Ph.D. thesis, University of Baghdad. (1997).
8. Al-Dulaimy, A.G.; M. A. Al-Faham and A. Al-Zaag. A modified lysostaphin- free method for isolating plasmid from *Staph aureus*. Iraq. J. Sci. 58, 4: P 775 (1998).
9. Tasi, S.P., Hartin, R.J. and Ryn, J. Transformation restriction deficient *Salmonella typhimurium* LT2. J. Gen. Microbiol. 135: 2561-2567 (1989).
10. WHO. Recommendation for Vaccine production (tetanus toxoid) 33: 209-213 (1979).
11. Falkow, S. Infections multiple drug resistance. Pion, London (1975).
12. Levine, M.M.; Galan, J.; Bany, E.; Noriega, F.; Chatfield, S.; Sztejn, M.; Dougan, G. and Tacket, C. Attenuated *Salmonella* as live oral Vaccine against typhoid fever and as live vectors. Biotechnology 44: 193-196 (1996).

## Standarization of Two New Formulations of *Bacillus Thuringiensis* for the Use Against Lepidopterous Pests

HUSSAIN F. ALRUBEAI; J.F. AL-MAADHIDI; Z.A. AL-GHARBAWI  
AND L.G. SALIM

Agri. And Biol. Res. Center, P.O. Box 765, Baghdad – Iraq.

(Received Nov. 11, 1998; Accepted Feb. 15, 2000)

### الخلاصة

تم تقيس فاعلية مستحضرين محليين جديدين لبكتريا *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (النصر I و النصر II) مقارنة بمستحضر تجاري قياسي *Bactospine* (١٦٠٠٠ وحدة دولية/ملغم) باستخدام يرقات حشرة *Ephestia calidella*. اشارت النتائج الى فاعلية المبيد البكتيري النصر I مقاسة بالوحدات الدولية كانت ١٢٠٠٠ وحدة دولية/ملغم اما فاعلية المبيد البكتيري النصر II فقد كانت ١٤٥٠٠ وحدة دولية /ملغم. ولأجل التعرف على نسبة النشاط Activity ratio للمبيدين تحت الاختبار فقد تم قياس الفاعلية على يرقات حشرة *Ephestia cautella* ايضا. ظهر بان نسبة النشاط لكل من المبيدين تختلف مع المبيد القياسي وفيما بينهما مما يدل على كونهما يحويان على سموم بلورية (المادة الفعالة) مختلفة ولو انهما يعودان لنفس ضرب البكتريا ولكن من عزلتين مختلفتين.

### ABSTRACT

Standarization of two new local commercial formulations (Alnasir I and II) of *Bacillus thuringiensis*, against the standard formula of Bactospine, using *Ephestia calidella* larvae, was conducted by bioassay method. The result indicated that the potency of Alnasir I was 12000 IU/mg, while that of Alnasir II was 14500 IU/mg. The activity ratio was measured using *Ephestia cautella* larvae too. The ratio of both formulations were different than that of the standard and between each other which indicated that both formulations contain different toxin, though they belong to the same bacterial variety but of different isolates.

### INTRODUCTION

Standard preparations of *Bacillus thuringiensis* Berliner have been used in the bioassay of both dry and liquid formulations of *B. thuringiensis* for more than 20 years<sup>(5)</sup>. The use of standard, assayed concurrently with the sample(s), serves two purposes. The first is that the effect of day to day variations in insect susceptibility, assay techniques and conditions are minimized. The second is that potencies can be computed by special formula. For convenience, a standard is assigned a potency in units of activity, the most common being the "International Unit" or "IU". The direct comparison of the LC<sub>50</sub> of the standard and that of the test formulation(s) express potency of the test powder in IU's. This unit is much more

*Standardization of Two New Formulations of Bacillus Thuringiensis for the Use Against Lepidopterous Pests*

H. F. Alrubeai, et al

reproducible over time and between laboratories than the  $LC_{50}^{(4)}$ . Herein we depicted the standardization of the first two local commercial formulations of *B. thuringiensis* produced in Iraq and their activity ratios to differentiate between the  $\delta$ -endotoxin.

## MATERIALS AND METHODS

### Test Insects:

Larvae 10 -11 days old of *Ephestia calidella* and *E. cautella* were extensively used for bioassay. The rearing medium consisted of whole grain wheat, glycerol, date fruit syrup and yeast. Stock cultures were maintained under rearing room conditions of  $28^{\circ}C \pm 1, 65 \pm 5\% RH$  and 16 hr photoperiod.

### Formulations used:

Two formulations (Alnasir I and II) produced locally at pilot scale, based on the spore - crystal complex of two isolates of *B. thuringiensis* var. *kuristaki*, were bioassayed using Bactospine (Dupber B.V., Holland) as standard. The fermentation medium and procedure were as described earlier<sup>(1)</sup> using corn steep liquor and whey in 15, 30, 300 L fermenters. The materials were recovered by spray - drying and formulated as wettable powders.

### $LC_{50}$ and International Unit:

To determine the  $LC_{50}$ 's of the formulations used, bioassay experiments were conducted by mixing five different concentrations of each formulation with the rearing medium. Each bioassay was replicated five times using 30 larvae / rep. distributed 1 / vial and kept in an incubator at  $28^{\circ}C \pm 1, 65 \pm 5\% RH$  and 16hr photoperiod. Mortality was measured after 48 and 72 hr.

The conversion of  $LC_{50}$ 's into IU's using bioassay against standard ( Bactospine ) is as the following equation<sup>(6)</sup>:

$$IU/mg \text{ sample} = \frac{LC_{50} \text{ standard}}{LC_{50} \text{ test sample}} \times IU/mg \text{ standard}$$

### Activity ratio:

Since the IU reflect only the relative activity of a formula against a standard in assay with a specific insect, therefore, to differentiate between the  $\delta$ - endotoxin of the test material and that of the standard should be measured by the activity ratio. This was done by bioassay experiments using *E. cautella* larvae to determine the potencies of the test formula and of the standard. Each bioassay was conducted as with that of *E. calidella*.

## RESULTS AND DISCUSSION

The  $LC_{50}$  for the three formulated products and their potencies in term of IU/mg are represented In Table 1 .Results indicated that the  $LC_{50}$  for the two local formulations ( Alnasir I and II ) were 0.092 and 0.079 mg/g media respectively . While the  $LC_{50}$  for the standard used ( Bactospine ) was 0.068 mg/g media .This Indicated that Bt products being used in this investigation , though they are uniformly standarized against *Ephestia calidella* , are not equally efficacious when compared to each other or to the standard. Similar results were obtained when comparison were made between lab. formulations and commercial products of Bt.(2). Dubios(3) stated that the activity of toxins and the efficacy of products may be significantly affected by four different factors, the most important one related to the case encountered here, is the relative concentration of the different toxins of each product used. This is even well reflected in the initial level of potency at the  $LC_{50}$ . The potencies were 12000 IU/mg for Alnasir I and 14500 IU/mg for Alnasir II in comparison with that of the standard of 16000 IU/mg. These differences in potencies might be associated with the formulation and / or the fermentation process and others may be associated with the particular Bt strain or isolate used. Regardless of the initial level of potency at the  $LC_{50}$  the most uniform way of measuring the efficiency of

the potency of material is by the slope ratio (SR), especially where the regression lines (the slopes) for the bioassay were dissimilar, those products are less efficacious than the standard at values of less than 1.0 and more efficacious than the standard at values greater than 1.0 therefore; it is clear that the potencies of the tested products are the standard (Bactospine) >Alnasir II> Alnasir I.

Table 2 illustrate the differentiation between samples and the standard it also offers a convenient and quantitative tool for identifying this differences and thus comparing toxins. The results indicated that both Alnasir I and II compared dissimilar by the standard and relatively to each other. Hence, the formulation of Alnasir II was more active than Alnasir I; although the potencies were different ,the E. cad. / E. cat. ratios were relatively different. Therefore, it could be concluded that each of the toxins used are characteristically different than the standard and to each other.

Table 1: standarization of *Bacillus thuringiensis* formulation

Sample	Slope	$LC_{50}$ (mg/g)	R-value	Potency	Slope Ratio
Alnasir I	80.769	0.092	0.912	12000	0.61
Alnasir II	115.647	0.076	0.960	14500	0.81
Bactospine (Standard)	133.000	0.068	0.900	16000	1

Standardization of Two New Formulations of *Bacillus Thuringiensis* for the Use Against  
Lepidopterous Pests

H. F. Alrubeai, et al

Table 2: Activity ratio bioassay & results on *Bacillus thuringiensis* formulations

	Alnasir I	Alnasir II	Bactospine
1- Assay against <i>E. calidella</i>			
LC <sub>50</sub> standard, mg/g diet	0.068	0.068	0.068
LC <sub>50</sub> sample, mg/g diet	0.092	0.076	0.068
Potency of sample	12000	14500	16000
2- Assay against <i>E. cautella</i>			
LC <sub>50</sub> standard, mg/g diet	1.16	1.16	1.16
LC <sub>50</sub> sample, mg/g diet	4.5	3.5	1.16
Potency of sample	4000	5500	16000
3- E. cad./ E. cat	3	2.6	1

## REFERENCES

- 1-Al-Maadhidi, J. F. ; Alrubeai, H. F ; Khalaf ,S. H. ;Abbas, A. K. (1991). Fermentation medium for production of spore-crystal complex *Bacillus thuringiensis* strains. Iraqi Patent No .2323.
- 2-Alrubeai , H.F. ; Al-Maadhidi ,J. F.; Taha ,R. R.; Omran ,T. A.; Al- Gharbawi,Z. A.; Salim, L. G. Efficacy of various *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki: product and formulations against four pyralid species. Iraqi J. BioL Sci. 15:27-33.
- 3-Dubois.N.R. (1989). Efficacy of *Bacillus thuringiensis* formulations against the Gypsy Moth. Proceeding of the 1988 Annual Gypsy Moth Review J. Dearborm, ML USA. 10-12.
- 4-Dulmage, H. T. (1973). Assay and standardization of microbial Insecticides. Ann. N. Y. Acad. Sci. 217,187-199.
- 5-Dulmage, H. T. (1981). Insecticidal activity of isolates of *Bacillus thuringiensis* and their potential for pest control. In Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980 (edited by H. D. Burges). New York.Academic press.
- 6-Reichelderfer, C. F. (1985). Biological assays with Insect pathogens. In CRC Handbook Series of Natural Pesticides Vol. 1 (edited by N. Bhushan Mandava). CRC Press, Inc. 489-519.

## Curing Trichophyton Mentagrophytes Lesions in Guinea Pigs by Extract of Harmala Seeds

IHSAN S. DAMIRDASG

Department of Biology, College of Science, Al-Mustansiriya University.

(Received June 20, 1999; Accepted Nov. 2, 2000)

### الخلاصة

توقف نمو مستعمرة الفطر *Trichophyton mentagrophytes* وفقا كلياً في حالة احتواء وسط اكار السابروييد على ١,٠% من المستخلص المائي المجفف لبذور الحرمل *Peganum harmala* L. اما في التركيز ٠,٢٥% او ٠,٥% فقد تقلص بدرجة كبيرة قطر مستعمرة النمو على الوسط الغذائي مقارنة بالنمو على الوسط الخالي من مستخلص بذور الحرمل. تم تحضير مرهم من الفازلين يحتوي على ١٠% (وزن/وزن) من المستخلص المائي المجفف. استعمل هذا المرهم سطحياً لمعالجة بقع جلدية في خنازير غينيا ظهرت نتيجة تلقحها المتقصد موضعياً بالفطر *T. mentagrophytes*. ان هذه المعالجة ادت الى شفاء البقع خلال فترة عشرة ايام من بدء المعالجة وكانت هذه الفترة تقل بمدة عشرة ايام عن مدة شفاء البقع التي عولجت بالفازلين فقط وتقل بمدة تسعة عشر يوماً عن مدة شفاء البقع التي تركت بدون أي معالجة.

### ABSTRACT

Aqueous-extract of seeds of harmala (*Peganum harmala* L.) completely inhibited colony growth of *Trichophyton mentagrophytes* when added to the agar media at 1.0% Concentration. At 0.25% and 0.5% the extract greatly reduced colony growth. The aqueous extract was incorporated into a Vaseline ointment at 10% concentration. This ointment was applied topically, once a day for ten days, on lesions produced by *T. mentagrophytes* in Guinea pigs. Treatment with harmala ointment resulted in curing the lesions within 10 days from the beginning of treatment. This period was ten days before the recovery of lesions treated with Vaseline alone and about nineteen days before the recovery of lesion left without any treatment.

### INTRODUCTION

In the hope of obtaining new and more effective drugs for treating dermatophytes, researchers all over the world are screening plants extracts for their antifungal activities<sup>(1,2,3)</sup>.

There is special interest in harmala (*Peganum harmala* L.) because of being very ancient medicinal plant and its wide use in folk medicine. Many workers extracted and identified different alkaloids from the seeds of this plant and showed the antimicrobial effect of the seed extract<sup>(4,5,6,7,8)</sup>. Despite many reports on the in vitro tests of plant extracts very few published papers deal with in vivo tests. The antimicrobial effects of several plant extracts have been tested<sup>(4)</sup>. We have tested, in vitro, tests antinicrobial effects of several plant extracts<sup>(4)</sup>. Here we present data showing the therapeutic effect of harmala seeds extract in curing experimentally induced dermatophytic lesions in guinea pigs.

## MATERIALS AND METHODS

### Harmala Extract And Harmala Ointment.

Seeds of harmala (*Peganum harmala* L.) were obtained from the local market, washed, air dried, then ground into fine powder. The powder was soaked in distilled water (4 ml/gr) in a shaking incubator at 28°C for one day, filtered then centrifuged and filtered again. The clean solution was evaporated under vacuum at 45°C until a syrup like liquid obtained. Then left in a 50°C incubator until dryness within two days<sup>(7)</sup>. This preparation was used as needed. A ten percent (w/v) ointment of harmala extract was prepared in Vaseline (petroleum Jelly) by gradual and thoroughly mixing small quantities of harmala with the Vaseline this is called "harmala ointment".

### Inhibition Of Colony Growth of *T. mentagrophytes* By Harmala Extract:

The agar dilution technique similar to that used by Venugopal and Venugopal (1995) was employed. To sabouraud chloramphenicol agar medium<sup>(10)</sup> at 45°C, harmala seed extract was added to obtain 0.0% (control), 0.25%, 0.5%, 1.0%, 2.0% or 5.0% then poured into petri plates. In the center of each plate was placed a disc, 4 mm in diam, of the inoculum of *Trichophyton mentagrophytes* which was grown for 2 weeks on sabouraud agar. Three replicates were used for each concentration, and the plates were incubated at 28°C. After two weeks the colony growth was recorded by measuring two perpendicular diameters of each colony<sup>(1)</sup>.

### Inoculation Of Guinea Pigs:-

Inoculation procedures were similar to those of [9]. The inoculum collected in phosphate saline buffer from the surface of a two weeks old sabouraud agar culture grown at 28°C it contained some hyphal fragments and  $2.8 \times 10^5$  spores/ml as estimated by hemacytometer.

For inoculation of 5-6 weeks old guinea pigs the method<sup>(9)</sup> was followed. Two spots on each animal's back was shaved. One spot on the hind leg the other, on the shoulder on opposite sides. Then 0.25 ml of the Inoculum was placed on each spot and rubbed by the aid of a sandpaper abrasive on a circular area of about 3 cm in diameter, then one ml of melted water agar at 45°C was poured on the each spot.

For control, spots were inoculated with the same inoculum but after boiling for 15 minutes (heat killed inoculum).

A total of 14 animals were used two of them were inoculated with heat killed inoculum. After inoculation the animals were kept individually in cages and fed normally and watched daily for the development of lesions in the inoculated spots. Microscopic examinations were done for mycelium in the skin sheddings and in the hair and hair bulbs plucked from periphery of the inoculated spots. Also samples of these were cultured on sabouraud agar and the fungus, when grown, was identified as *T. mentagrophytes*.

### **Therapeutic Treatment Of The Lesions:-**

Four or five days after inoculation lesions developed in the inoculated sites. The animals were divided into three groups, four animals in each group with two spots on each one. Two animals were inoculated with heat killed inoculum did not present lesions. Each group received one of the following treatments on the seventh day of inoculation; (A): harmala extract in Vaseline (harmala ointment). The lesions were treated daily for 10 consecutive days with harmala ointment<sup>(9)</sup>. About 0.3 gr of the ointment was placed on the spot and spread by the aid of a flat spatula making sure that all the infected area and its periphery was treated. (B); Vaseline alone. Spots treated as those in A but using harmala free Vaseline. (C): left without any treatment.

## **RESULTS**

### **Colony Growth On Medium Containing Harmala Extract:-**

In control plates (no harmala extract) *T. mentagrophitas* grew profusely and covered the surface of the sabouroud agar in the plates of 90 mm diameter. In the presence of harmala seed extract in the growth medium, there was strong inhibition of colony growth. The diameter of the colony was  $9.4 \pm 2.2$  mm (average mean of three different experiments  $\pm$  standard deviation) or  $9.4 \pm 1.2$  when the medium contained 0.25% (w/v) or 0.5% of the harmala extract respectively. At 1.0% concentration or higher the colony growth was completely stopped and the original disc of 4 mm remained without growth.

### **Infection Of Guinea Pigs And Therapeutic Treatment:-**

In the control animals inoculated with heat killed inoculum, no lesions developed. In the other spots infection developed into clear lesions after 4-5 days of inoculation. The symptoms were (A) red inflammed area in the inoculated spot. (B) sever itching as the animal often itched the spot and injured itself, (C) scaling (D) Development of crust covering a smooth alopecic area; and appearance of normal skin and hair. The infection was confirmed by observing the fungal mycelia in the skin scalings and in the hair pulled out of the periphery of the lesions and by the fungal growth from the hair culture.



Therapeutic treatments began on the seventh day of inoculation. There was conspicuous differences among harmala treated and non-harmala treated spots. In the spots with no treatment at all, the symptoms were severe they continued to enlarge after the appearance of the symptoms on the fourth day after inoculation. For 26 days after inoculation the fungal mycelia could be seen in the tissue scrapings and in the hair. After 28 days the symptoms began to resolve and the recovery started. On the 37th day from inoculation hair started to appear. In spots treated with Vaseline alone the recovery began 21 days after inoculation, and one week later (day 28) they recovered. In spot treated with the harmala ointment (10%), symptoms began to disappear 11 days after inoculation (4 days of treatment). The recovery began with reduced reddening then drying and no further enlargement of the spot. The scales disappeared from the infected area and the animal no longer itched the spot. 15 days after inoculation (8 days of treatment) normal skin began to appear and 18 days after inoculation (11 days after treatment) the hairs appeared.

One case was really astonishing. After 8 days of inoculation in one of the untreated animals the lesions enlarged on both sides of the abdomen with clear alopecia. The animal was weak, thin and lazy. On the 10th day of inoculation we started treating this animal with harmala ointment. Ten days later the enlargement of the spot arrested, the animal became active, the symptoms were disappearing and the hairs finally appeared in most of the infected area.

Microscopic examination of the hair plucked from cured spots and of the skin scrapings failed to demonstrate presence of any mycelia. Furthermore, no fungal growth occurred when such specimens were cultured.

During and after one month of treatment with harmala ointment no symptoms of allergy appeared in any of the treated animals.

## DISCUSSION

The in vitro data presented in this paper agree with the previous works on the effect of plant extracts against dermatophytes where harmala seeds extract inhibited fungal and bacterial growth in culture<sup>(4,3,7,6)</sup>. Some of those authors indicated presence of various alkaloids in the harmala extract which may be responsible for its antimicrobial effects.

The in vivo data presented in this work came in accordance with few published papers on the therapeutic effects of some plant extracts against dermatophytes<sup>(11,9)</sup>. All the treated animals 4/4 (each with two lesions 8/8) were cured by the 10% harmala ointment. This result was expected in the view of the in vitro tests presented in this paper and in previous works<sup>(4)</sup>.

The concentration used in this work may be very high nevertheless it did cure the infection. From the in vitro tests, we expect that much lower concentrations may be very effective. We hope to test lower concentrations of harmala, and we have some evidence, that harmala is activating the immune system of the animal besides its direct effect on the fungus.

**REFERENCES**

1. EL-Kady, L.A.; El-Maraghy, S.S.M; Mohaiiuiied E.M. (1993). Antibacterial and antidermatophytic activities of some essential oils from spices; Quataruniv. ScLJ. 13:63-69.
2. Muir, A.D.; cole, A.L.J. and Walker, jR-L. (1982) Antibiotic compounds from New Zealand plantt Plants Medica. 44:129-133.
3. Twai i, H.A.A; Ali, H.M.S. and AI^Zohyri, A.M. 1988. Pharmacological, phytochemical and antunicrobial studies on myrtus communis. J.Biop ScL Res. 19(1):
4. ALGanabi, Ali A-H.S. 2996-Effect of some plant extracts on the Growth of some Dermatophytes. M.Sc. Thesis. Dept. Biol college of science. AL- Mustansiriya Univ. (In Arabic with English Abstr.)
5. Adaay, M.H.1994. Some observation on the reproduction toxicity of the aqueous extract of peganum harmala seeds. Fitoterrapia Vol. LXV(3): 214-218.
6. Adaay, M.H. ; Rshan, L.J. and Sulayman, KJD. (1989). Antumcrobal activity of different extracts from the seeds of peganum harmala L. Fitoterrapia vol. Lx(4): 363-365.
7. Ayoub, M.T., Rshan; L.J.; Khazra.ji, A.T. and Adaay, M.H. (1989) An oxamide from peganum harmala seeds, phytochemist. 28 (7): 2000-2001.
8. AI-Shamma, A. ; S-Drake, D.L. Flynn, L.A- Mitscher, Y.M. Park; G.S.R, Rao, A.Simpson; J.K- Sanyze; T.Vensoglu, and T.S. Wo. (1981). Antimicrobial Agents from higher plants: Antimicrobial Agents from peganum harmala seeds. J. Natural products vol 44 (3): 745-747.
9. Prasad, G; Sharma, V.D. and Kumar, A. 1982. Efficacy of garlic (*Allium Sativum*) Therapy against experimental derma tophytosis in rabbits. Ind.J. Med- Res- 75:465-467.
10. Emmons, C.W.; Binford, C.H.; utz, J.P. and hwon-churg, K.J. (1977). Medical Mycology thrid ed.
- 11-Venugopal, P.V. and venugopal, T.V. 1995. Antidermatophric activity of garlic (*Allium sativum*) in vitro- inter- national J. Dermatology 34(4) 278-279.
- 12- Damirdagh, I.S. and AL-Banaa. In-Vitro activation of mouse peritoneal macrophages. Al-Mustansiriya J. Sci. 10(3): 40-48 (1999).

## Laser Induced Damage in Optical Materials at non-normal Incidence

LUTFY A. MAHMOOD, MOHAMED N. ALWAHHAB AND FOUAD F. SHAHAB\*

Departaent of Physics, College of Education, University of Tirkreet, Tikreet. IRAQ.

Department of Physics, College of Science, University of Salahaldin, Erbil, Iraq.

(Received July 11, 1993; Accepted March 29, 1994)

### الخلاصة

في هذا البحث تم دراسة دمار الليزر المستحث في المواد البصرية عند السقوط غير العمودي لاشعة الليزر نظريا وعمليا. لقد وجد ان دمار الليزر المستحث في المواد البصرية يعتمد على نوع الاستقطاب الموجود في اشعة الليزر، كما ان هذا الدمار المستحث عند السقوط غير العمودي لاشعة الليزر قد تمت مقارنته مع دمار الليزر المستحث عند السقوط العمودي وثبت بان الدمار عند السقوط غير العمودي اعلى بكثير من دمار الليزر المستحث عند السقوط العمودي.

### ABSTRACT

Laser induced damage thershold at non-normal incidence has been Investigated. This paper represent damage threshold data on many metals. It is shown that damage threshold for p-polarization is identical to that obtained at normal incidence while damage threshold for s-polarization depends on the angle. The experimental values are compared with the reported thresholds calculations and are found to be in reasonable agreement. The polarization dependence are thought to be due to the fundamental infrared optical properties of metals.

### INTRODUCTION

Laser Induced damage in optical materials have received considerable attention in the past two decades. The understanding of the behaviour and mechanism of the damage is very important because such understanding is closely related to the improvement and to increase the durability of such materials under laser radiation and consequently the ability to design optical materials suitable for some very important application such as fusion experiments.

Pulsed laser induced damage to metal mirrors is rather well understood theoretically<sup>(1,2)</sup>. There also exists reasonable agreement between theory and experimental data at normal incidence (Porteus 1981) but very little has been done at non-normal incidence. This work represent data at non-normal incidence, it is shown that for s-polarization large increase in the damage threshold with increasing angle occurs.

Theory

If an incidence radiation of intensity I with either s-or p-polarization is incident upon a surface the specularly reflected intensity is  $I_0 R_s(p)$ .  $R_s$  and  $R_p$  may be simply computed<sup>(3)</sup>

$$R_s = \frac{a^2 + b^2 - 2a \cos \theta + \cos^2 \theta}{a^2 + b^2 + 2a \cos \theta + \cos^2 \theta} \quad \dots(1)$$

$$R_p = R_s \frac{a^2 + b^2 - 2a \sin \theta \tan \theta + \sin^2 \theta \tan^2 \theta}{a^2 + b^2 + 2a \sin \theta \tan \theta + \sin^2 \theta \tan^2 \theta} \quad \dots(2)$$

where

$$a = \frac{n'k'l}{n^2b} \quad b^2 = \frac{-y + (y^2 - 4z)^{1/2}}{2}$$

$$y = \left(\frac{n'}{n}\right)^2 - \left(\frac{k'}{n}\right)^2 - \sin^2 \theta, \quad z = -\left(\frac{n'k'}{n^2}\right)^2$$

If all incident radiation is either specularly reflected or absorbed, the absorptance  $\alpha_s$  and  $\alpha_p$  are just

$$\alpha_s = 1 - R_s \quad \dots(3)$$

$$\alpha_p = 1 - R_p \quad \dots(4)$$

For metals at infrared wavelength,  $K' \gg n' \gg 1$  so that  $\alpha_s < 1$ ,  $\alpha_p \ll 1$ . Fig 1 represent the angle of incidence variation for this case. particularly simple approximation for  $\alpha_s$  and  $\alpha_p$  can be derived

$$\alpha_s(\theta) = \frac{4n}{K^2} \cos \theta = \alpha(0) \cos \theta \quad \dots(5)$$

$$\alpha_p(\theta) = \frac{\alpha(\theta)}{\cos \theta} \quad \dots(6)$$

Fig. 2 illustrates the far field focus of a gaussian beam with an angle of incidence  $\theta$  of the sample to the beam axis. If the ratio of the focal spot-size in the oblique plane to the depth of focus is small, the on axis intensity in the oblique plane is just  $I_0 \cos \theta$ . Laser induced damage is reached when the energy per unit area absorbed from laser pulse equals a threshold value. This value will be independent of the angle of incidence, hence,

$$\alpha(\theta) T(\theta) \cos \theta = \alpha(0) T(0)$$

where T is the threshold for damage mechanism e.g. melting. Therefore, the damage threshold variation with incident angle is just

$$T(\theta) = \frac{\alpha(0) T(0)}{\alpha(\theta) \cos \theta} \quad \dots(7)$$

Substituting equation 5 and 6 in equation 7;

$$T_s(\theta) = \frac{T(0)}{\cos\theta} \quad \dots(8)$$

$$T_p(\theta) = T(0) \quad \dots(9)$$

## EXPERIMENT AND RESULTS

The experimental set-up used for this investigation is shown in fig.3. The CO<sub>2</sub> laser is a transversely excited atmospheric pressure (TEA). The discharge volume has dimensions of 1x1x20 cm. The natural tendency to arc is countered by the use of subsidiary discharge between trigger wires and the anode, these causes ultraviolet irradiation of the cathode surface so producing the diffuse photoemission of the electrons necessary for the creation of a uniform discharge at atmospheric pressure.

The total energy in the pules which is 80 ns (FWHW) is just about 70 mJ with  $\pm 10\%$  reproducibility.

The spatial profiles of the energy in the pulse was measured by pinhole method and this turn out to be gaussian as shown in Fig.4. The CO<sub>2</sub> pulse was focussed on the sample surface by 12.5 cm antireflection coated germanium lens. The He-Ne laser was used as a probe beam to detect the early stage of laser induced damage as described by (Mahmood 1985).

Table 1 compares damage threshold data at non-normal incidence with the reported damage data for some metals. The big increase in the damage threshold at non-normal incidence is very clear.

Table 1

Sample	Non-normal damage threshold	Experimental threshold J/ci	Ref
Stainless st.	4.81	0.56	5
Al	11.9	2.7	5
Cu	63.69	18.8	4
Mo	24.06	8.5	5

## CONCLUSIONS

In this paper it has been proved theoretically that laser induced damage at non-

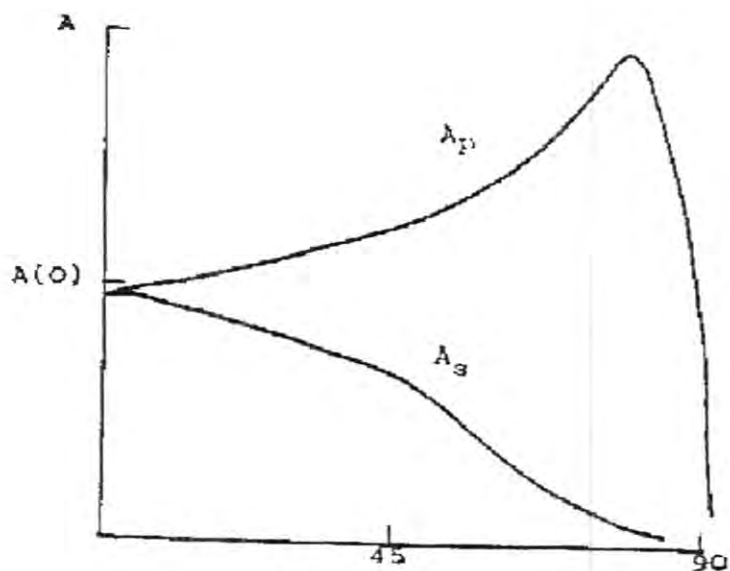


Fig 1

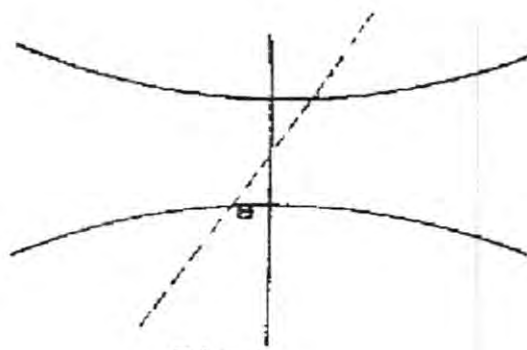


Fig 2

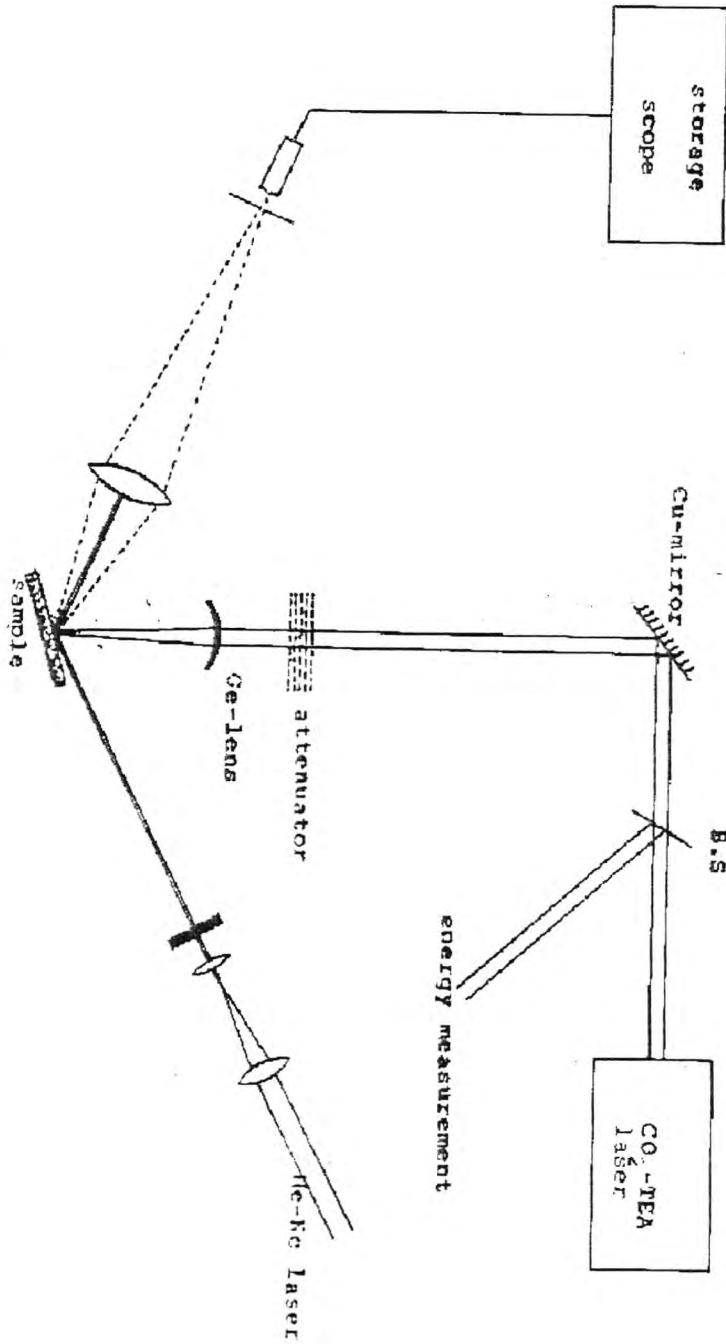


Fig 3: The experimental set-up

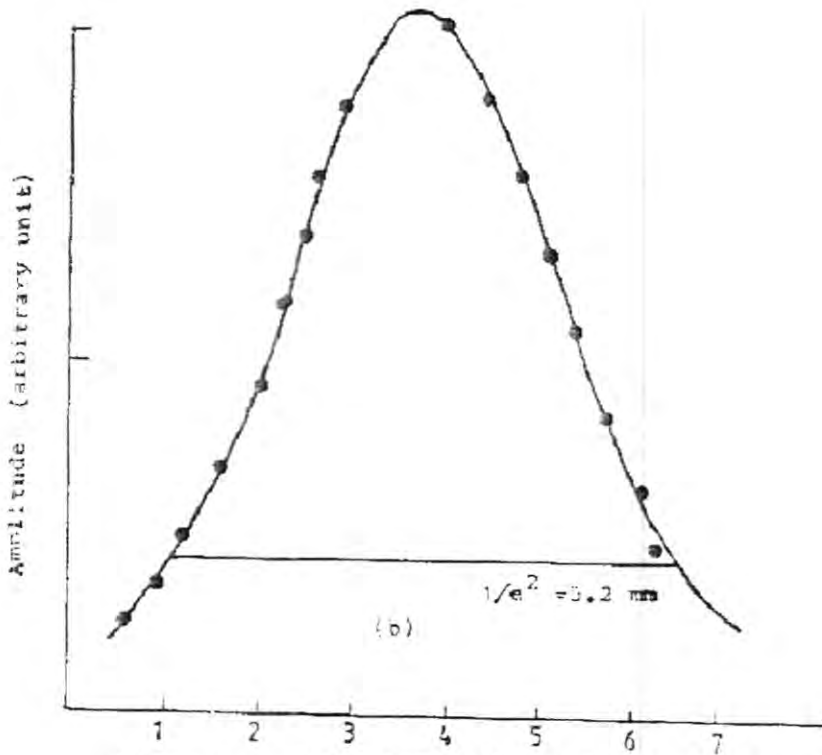
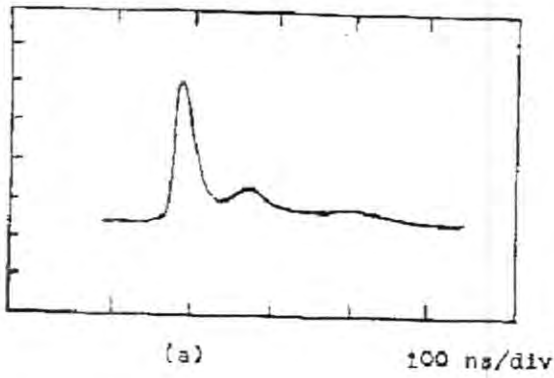


Figure 1 : a) The temporal profile of the CO<sub>2</sub> laser pulse  
b) The spatial profile of the CO<sub>2</sub> laser pulse



normal incidence depends on the angle of incidence for s-polarization while for p-polarization there is no angular dependence. It is suggested that laser damage in metals at non-normal incidence in the infrared wavelengths are controlled by the variation of the optical properties with angle of incidence. This increase in the laser damage threshold for s-polarization has very important application and may permit the design of very high energy laser systems.

If the variation of absorption with the temperature is taken into account it would be a very good extent ion to this work.

## REFERENCES

- 1-Spark, M;Loh, E., Jr. Temperature dependence of absorptance in laser damage of mettalic mirrors, *J.Opt.Soc.Am.*69,847-873(1979).
- 2-Porteus, J.O; Decker, D.K; Faith,W.N;Granjeau,D.J; Seitel.S.C; So ileau. H.J. Pulsed laser induced damage melting of precision dimond-mechined Cu. Ag and Au at infrared wavelengths. *IEEE J. Quantum. Election.* QE-17,2078-2081(1981).
- 3-Tousey. R.On calculation of optical constants from reflection coefficient .*J Opt. Soc.Am.*29.235-245 (1939) .
- 4-Mahmood, L.A. The detection of laser induced damage in optical materials. Ph.D thesis; Loughborough University of technology. U.K.1985.
- 5-Figueira, J.F and Thomas, S.J. Damage thresholds at metal surfaces for short pulse IR lasers. *IEEE J. Quantum. Electron.* QE-18.1381-1386(1982).

## On the Quantum Mechanics of the Harmonic Oscillator with Variable Damping

MOHAMMED A.Z. HABEEB AND

ZIYAD KH. A. ABDEL-KADER

Department of Physics, College of Science, University of Baghdad

(Received July 12, 1998; Accepted Oct 3, 1998)

### الخلاصة

تمت البرهنة على ان التحليل لمسألة التفسير الفيزيائي للمتذبذب التوافقي ذي الاضمحلال الثابت المستند الى نظرية الزمر ينطبق كذلك على مجموعة اوسع من المتذبذبات التوافقية ذات الاضمحلال المتغير التي تخضع للشرط (ثابت)  $\left(\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const.}\right)$  ، وعلى هذا الاساس فقد تم الاستنتاج بان هذه المجموعة من المتذبذبات والذي يعتبر الاضمحلال الثابت حالة خاصة منها، لا يمكن باي حال من الاحوال اعتبارها منظومات مبددة للطاقة. ان لهذا الاستنتاج مترتبات مهمة تنعكس على التطبيقات الفيزيائية لبعض الحالات الخاصة لهذه المجموعة من المتذبذبات الكمية المستخدمة لنمذجة المنظومات الكمية المبددة للطاقة.

### ABSTRACT

The group-theoretical analysis of the problem of the physical interpretation of the one-dimensional quantum harmonic oscillator with constant damping coefficient is shown to be extendible to a wider class of quantum damped oscillators with variable damping coefficient satisfying the condition  $\left(\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const.}\right)$ . It is thus concluded that this class of quantum oscillators, of which the constant damping case is a special one, cannot be at all interpreted as a dissipative system. This conclusion has important consequences reflecting on the physical application of some special cases of this class of quantum oscillators to model dissipative quantum systems.

### INTRODUCTION

The study of the problems of dissipative systems and their physical properties, at either the classical or quantum level, has been the subject of lengthy discussions<sup>(1)</sup>. On the quantum level, the interest in such problems arises from the

fact that they have various applications in widely separated fields such as nuclear physics<sup>(2)</sup>, quantum optics<sup>(3-6)</sup> and plasma physics<sup>(7-9)</sup> among others.

On the formulation side, attempts to introduce damping or dissipation into quantum mechanics have followed more than one path<sup>(1)</sup>. However, most of these attempts are plagued with problems of interpretation and have been criticized from various points of view<sup>(10,11)</sup>.

The constant damping case, as modeled by a quantum harmonic oscillator with constant damping coefficient, represents one example. It is based on an explicitly time-dependent Hamiltonian<sup>(12)</sup>.

The mathematical problem embodied in the time-dependent Schrödinger equation corresponding to this Hamiltonian, which is also called the Caldirola-Kanai (CK) equation, has been solved by different methods<sup>(1)</sup>. However, the physical interpretation of the solutions from the quantum-mechanical point of view has been a long standing problem. The question of whether or not the solutions represent a dissipative quantum system, which is the analog of the classical damped harmonic oscillator, represent the main issue. The answer to this question has been given in the affirmative<sup>(13-16)</sup> and also in the negative<sup>(10,17-21)</sup>.

The generalized CK equation in which the damping coefficient depends on time has also been used as a model for variable damping in quantum mechanics<sup>(16,22)</sup>. In this connection it seems, therefore, logical that the interpretation questions which arise in the case of constant damping are also present in the more general case of variable damping. In an earlier publication<sup>(23)</sup> we have used the "homogeneous ensemble" idea to treat this problem. It turned out that the conservative system argument applies, in fact, to a wider class of quantum oscillators with variable damping coefficient satisfying the condition  $(\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const})$ . This has motivated us to study the generalization of the group-theoretical work of Cervero<sup>7</sup> and Villarroel<sup>(19)</sup> to this class, which turned out to be completely generalizable<sup>(24)</sup>. Actually, the work of ref.(24) was the first step in dealing with the interpretation question for the generalized CK equation from the group-theoretical point of view, which is the subject of the present paper.

## CANONICAL QUANTIZATION

The classical motion of a one-dimensional harmonic oscillator with variable damping coefficient  $\gamma(t)$  is governed by the equation (1)

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \gamma(t) \frac{dq}{dt} + \omega_0^2 q = 0 \quad (1)$$

where  $q$  is the coordinate and  $\omega_0$  is the angular frequency. It is well-known that eq. (1) can be derived from a generalized form of the Bateman Lagrangian<sup>(1)</sup>

$$\ell = \frac{1}{2} m_0 e^{\Gamma(t)} \left\{ \left( \frac{dq}{dt} \right)^2 - \omega_0^2 q^2 \right\}, \quad (2)$$

where<sup>(25)</sup>

$$\Gamma(t) = \int^t \gamma(t') dt' \quad (3)$$

The classical system represented by the Lagrangian of eq.(2) can be quantized in the conventional way, i.e., canonical quantization. This amounts to constructing the conventional Hamiltonian for the system which is the Legendre transform of  $\ell$  as

$$H(q, p, t) = \frac{p^2}{2m_0} e^{-\Gamma(t)} + \frac{1}{2} m_0 \omega_0^2 q^2 \quad (4)$$

One can then go into quantum mechanics in the usual manner, obtaining the time-dependent Schrödinger equation

$$\left[ \frac{\hbar^2}{2m_0} e^{-\Gamma(t)} \frac{\partial^2}{\partial q^2} + \frac{1}{2} m_0 \omega_0^2 e^{-\Gamma(t)} q^2 \right] \psi(q, t) = i\hbar \frac{\partial \psi(q, t)}{\partial t} \quad (5)$$

which can be considered as a generalized CK equation<sup>(1,13,14)</sup>. In the special case  $\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{constant}$ , eq. (5) becomes the famous CK equation which has been used as a basis for one of the methods of introducing dissipation into the quantum domain as mentioned in the introduction<sup>(13,16)</sup>. Therefore, in this respect and in the same spirit, it can be considered that the discussion of dissipation at the quantum level can be extended to the variable damping case based on the time-dependent Schrödinger eq. (5).

### GROUP-THEORETICAL INTERPREATION

As stated in the introduction, there are indications from our previous work<sup>(23)</sup> that the class of quantum-mechanical systems, governed by the generalized CK eq.

(5) and satisfying the condition  $\left( \frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const.} \right)$ , is in fact not the

analog of the classical system with variable damping governed by eq. (1). In order to gain more support for these observations, we shall in this section extend the group - theoretical analysis of Cervero' and Villarroel<sup>(20)</sup> to this class of quantum systems using the extended group-theoretical results obtained recently<sup>(24)</sup>.

We first notice that, as in Cervero' and Villarroel<sup>(20)</sup>, the Hamiltonian of eq. (4) is not included in the set of invariants derived for the general time-dependent damping case as given in ref. (24). However, we also observe that the action corresponding to the classical equation of motion (1), and subject to the condition

$(\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const.})$ , is invariant under the generator  $G_3$  obtained in ref.(24) for the general case of time-dependent damping. Hence, this generator can be considered as a non-conventional Hamiltonian which is conserved. Now, by considering  $G_3$  as a vector field associated with the system represented by eq. (2), we can write,

$$\begin{aligned} d\tau &= -\frac{1}{(1/2)\dot{\gamma}(t)} \frac{dq}{q} \\ &= -\frac{dq}{(1/2)[\dot{\gamma}q + \bar{\gamma}q]} \\ &= \frac{dp}{(1/2)[\dot{\gamma}p - m_0 \bar{\gamma} e^{\Gamma(t)} q \omega_0]} \quad (6) \end{aligned}$$

where the dimensionless quantities  $t = \omega_0 t$ ,  $\bar{\gamma}(t) = \gamma(t)/\omega_0$  have been used and the over dot indicates differentiation with respect to  $t$ .

The first integrals of the differential system of eqs. (6) can be obtained by integration as

$$\begin{aligned} Q &= e^{\frac{1}{2}\Gamma(t)} q, p = p e^{-\frac{1}{2}\Gamma(t)} + \\ m_0 \left[ \frac{1}{2} \bar{\gamma}(t) \right] e^{\frac{1}{2}\Gamma(t)} \omega_0 q \quad (7) \end{aligned}$$

It can easily be shown that eq.(7) represents a canonical transformation since the fundamental Lagrange brackets<sup>(26)</sup>, which are invariant under contact transformations, satisfy  $[Q,P]=1$ . Furthermore, the generating function for this transformation turns out to be

$$F_2(q,P,t) = e^{\Gamma(t)} qP - 1/2 \bar{\gamma}(t) m_0 e^{2\Gamma(t)} \omega_0 q^2 \quad (8)$$

Therefore, the resulting Hamiltonian, after performing this transformation, can be written as

$$H^* = \frac{P^2}{2m_0} + \frac{1}{2} m_0 \omega^2 Q^2 \quad (9)$$

where

$$\omega = (\omega_0^2 - \delta^2)^{1/2} \quad (10)$$

and  $\delta^2$  is the constant  $\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t)$ .

Substituting for  $P$  and  $Q$  from eq. (7) into eq (9), and using the fact that from eq. (4)  $p = m_0 \omega_0 q e^{\Gamma(t)}$  (11)

we obtain

$$H^* = \frac{1}{2} m_0 \omega_0^2 e^{\Gamma(t)} \left\{ q^2 + \left( 1 - \frac{1}{2} \bar{\gamma} \right) q^2 + \bar{\gamma} q q \right\}$$

(12)

We notice that  $H^*$  of eq. (12) is the invariant  $I_3$  obtained in the generalized group-theoretical treatment of the time-dependent damped harmonic oscillator<sup>(24)</sup>, measured in  $(1/2m_0\omega_0^2)$ - units. if we now follow the same line of reasoning used by Certero' and Villarroel<sup>(20)</sup> and select  $H^*$  as a true Hamiltonian for the classical system governed by eq. (1), then we can write a stationary Schrödinger equation corresponding to  $H^*$

$$\left\{ e^{-\Gamma(t)} \frac{P^2}{2m_0} + \frac{1}{2} m_0 [\omega_0^2 - (\delta^2 - (\gamma/2)^2)] \right. \\ \left. e^{\Gamma(t)} q^2 + \gamma(t)(qp + qp) \right\} |\psi_n\rangle = \varepsilon_n |\psi_n\rangle$$

The time-dependent wave functions, which are solutions of the time-dependent Schrodinger eq. (5), have been found by Abdalla<sup>(27)</sup>. It can be shown from eq. (3.10) in Abdalla<sup>(27)</sup> that, if th conditon  $(\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const.})$  is satisfied, then these wave functions, normalized with respect to  $q$ , are

$$\psi_n(q, t) = \frac{1}{(2^n n!)^{1/2}} \left(\frac{a}{\pi}\right)^{1/4} \exp\left\{\frac{\Gamma(t)}{2} - \right. \\ \left. i\left(n + \frac{1}{2}\right)\omega t - \frac{im_0\gamma(t)}{2\hbar} q_0^2\right\} \times \\ \exp\left\{-\frac{a^2 q_0^2}{2}\right\} H_n(\alpha q_0) \quad (14)$$

where  $\alpha = \left(\frac{m_0\omega}{\hbar}\right)^{1/2}$ ,  $q_0 = qe^{\Gamma(t)}$ ,  $q_0 = qe^{\Gamma(t)}$  and  $H_n$  are the standard Hermite polynomials.

As noticed by Certero' and Villarroel<sup>(20)</sup>, we also notice now that the stationary problem of eq. (13) is satisfied by eq. (14) with  $\varepsilon_n = \hbar\omega(n + 1/2)$ ;  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  (15)

## DISCUSSION AND CONCLUSION

In this work, we have been able to show that the group-theoretical analysis of the damped harmonic oscillator with constant damping coefficient as performed by Certero' and Villarroel<sup>(20)</sup> and extended in ref. (24), is applicable to a wider class of damped harmonic oscillators with variable damping coefficient  $\gamma(t)$  satisfying the condition  $(\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const.})$ .

It is found that the group-theoretical arguments of Certero' and Villarroel<sup>(20)</sup>, supporting a conservative system interpretation for the case of constant damping,

also apply to this wider class of oscillators. This follows as a result of the analysis given in the previous section, which indicated that for this class of oscillators, the stationary solutions for  $H^*$  are also time-dependent solutions for  $H$ . This may be taken as an indication that the system represented by  $H$  can equivalently be described by  $H^*$ . However, it should be noted that the Hamiltonian  $H^*$  (see eq. (9)), represents a conservative rather than a dissipative system.

In conclusion, based on the present group-theoretical analysis, we may say that the class of quantum-mechanical systems, governed by eq. (5) and satisfying the

condition  $(\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const.})$ , cannot be considered as the quantum analog of the classical dissipative system governed by eq. (1). Rather, the general features of such a class of oscillators that emerge are those of a simple harmonic oscillator with a stationary phase  $a_n = w(n + 1/2)t$  as the special case of constant damping.

It is felt that these conclusions have important implications on the areas where such a class of oscillators have found wide applications. In other words, the results of such applications<sup>(3,4,27)</sup>, should now be looked upon carefully in the light of the present findings. Finally, it should be stated that the more general case of variable damping, where the condition  $(\frac{1}{2} \frac{d\gamma(t)}{dt} + \frac{1}{4} \gamma^2(t) = \text{const.})$  is lifted, needs further investigation.

## REFERENCES

1. Dekker H., Classical and quantum mechanics of the damped harmonic oscillator, Phys. Rep. 80:1 (1981).
2. Kan K. and Griffin J., Quantized friction and the correspondence principle, Phys. Lett. B50: 241(1974).
3. Colegrave R.K. and Abdalla M.S., A canonical description of the Fabry-Perot cavity, Opt. Acta 28: 495(1981).
4. \_\_\_\_\_, Field fluctuation in a Fabry-Perot cavity in resonance with a reservoir of 2-level atoms: 1. Adiabatic fluctuations, Opt. Acta 30: 849(1983) and \_\_\_\_\_, Field fluctuation in a Fabry-Perot cavity in resonance with a reservoir of 2-level atom: 2. Non-adiabatic periodic fluctuations Opt. Acta. 30: 861 (1983).
5. Dodonov V.V.; George T.F.; Man'ko O.V.; Chung-In U.; and Yeon K., Propagators for quantum oscillator chains, J. Sov. Las. Res. 12: 385 (1991).
6. Ligare M. and Becker S., Simple soluble models of quantum damping applied to cavity electrodynamics, Am. J. Phys. 63: 788(1995).
7. Ben-Aryeh Y. and Mann A., Squeezed states and the interaction of electromagnetic waves with plasma, Phys. Rev. A32: 552(1985).
8. \_\_\_\_\_, Production of squeezed states in the interaction between electromagnetic radiation and an electron-gas, Phys. Rev. Lett. 54: 1020 (1985).

9. Sagan D., On the physics of Landau damping, *Am. J. Phys.* 62: 450 (1994).
10. Greenberger D., Some useful properties of a theory of variable mass particles, *J. Math. Phys.* 15: 395 (1974).
- \_\_\_\_\_, Wavepackets for particles of infinite mass, *J. Math. Phys.* 15: 406 (1974).
11. Greenberger D., Critique of the major approaches to damping in quantum-theory, *J. Math. Phys.* 20: 762 (1979).
12. Bateman H., On dissipative systems and related variational principles, *Phys. Rev.* 38: 815(1931).
13. Caldirola P., Non conservative forces in quantum mechanics, *Rend. R. Accad. d'Italia serie VIII*, 11: 896(1941).
14. Caldirola P., Quantum theory of non-conservative systems, *Nuovo Cimento*, B77: 241 (1983).
15. Dodonov, V.V. and Man'ko V.I., Loss energy states of nonstationary quantum systems, *Nuovo Cimento*, B44: 265 (1978).
16. \_\_\_\_\_, Coherent states and the resonance of quantum damped oscillator, *Phys. Rev. A*20: 550 (1979).
17. Senitzky, I.R., Dissipation in quantum mechanics. The harmonic oscillator, *Phys. Rev.* 119: 670 (1960).
18. Ray J.R., Lagrangians and systems they describe-how not to treat dissipation in quantum mechanics, *Am. J. Phys.* 47: 626 (1979).
19. Cervero' J.M. and Villaroel J.,  $SL(3R)$  realizations and the damped harmonic oscillator, *J. Phys. A: Math. Gen.* 17: 1777 (1984).
20. Cervero' J.M. and Villaroel J., On the quantum theory of the damped harmonic oscillator, *J. Phys. A: Math. Gen.* 17: 2963 (1984).
21. Habeeb M.A.Z., Fluid-dynamical interpretation of quantum damped oscillators, *J. Phys. A: Math. Gen* 20: 5929 (1987).
22. Abdalla M.S. and Colegrave R.K., A model for a modulated damping or growth of a harmonic oscillator in classical or quantum mechanics, *Lett. Nuovo Cimento* 39: 373 (1984).
23. Habeeb M.A.Z. and Abdel Kader Z. Kh. A., Classical limit of the damped harmonic oscillator wave function, Accepted for publication in *Al-Mustansiriya J. of Science* (1998).
24. Habeeb M.A.Z. and Abdel-Kader Z.Kh. A., The  $SL(3,R)$  group and the harmonic oscillator with variable damping, submitted for publication in *Al-Mustansiriya J. of Science* (1998).
25. Leach P.G., Harmonic oscillator with variable mass, *J. Math. Phys.* 16: 3261(1983).
26. Santilli R.M., "Foundations of theoretical Mechanics", V.II, Springer-Vrelag, Inc. N.Y. (1983).
27. Abdalla M.S., Canonical treatment of harmonic oscillator with variable mass, *Phys. Rev. A*33: 2870 (1986).



## Classical Limit of the Damped Harmonic Oscillator Wave Function

MOHAMMED A.Z. HABEEB AND ZIYAD KH. A. ABDEL-KADER

Department of Physics, College of Science, University of Baghdad

(Received March 19, 1998; Accepted June 10, 1998)

### الخلاصة

تم تناول مسألة نموذج المتذبذب التوافقي المضمحل في ميكانيك الكم من وجهة نظر جديدة تعتمد على فكرة "المجموعة المتجانسة" حيث تم اثبات ان الغاية الكلاسيكية للدالة الموجبة التي تقابل المتذبذب التوافقي المضمحل تمثل مجموعة جسيم منفرد حافظة للطاقة وعلى هذا الاساس تم الاستنتاج ان هذا النموذج لا يمثل منظومة مضمحلة من وجهة نظر ميكانيك الكم.

### ABSTRACT

The question of whether the quantum-mechanical problem of the damped harmonic oscillator represented by the Caldirola-Kanai equation corresponds to a conservative or a non-conservative system is tackled by using the "homogeneous ensemble" idea. It is shown that the classical limit of the wave function representing the damped harmonic oscillator corresponds to a single particle ensemble for which the energy is conserved.

### INTRODUCTION

Introducing dissipation into quantum mechanics is of a very high importance mostly due to the fact that this would have various applications in widely separated field such as nuclear physics<sup>(1)</sup>, quantum optics<sup>(2,3,4)</sup> and plasma physics<sup>(5,6,7)</sup> among others. Attempts to treat this damping or dissipation have followed more than one path<sup>(8)</sup>. However, most of these attempts are plagued with problems of interpretation and have been criticized from various points of view<sup>(9,10)</sup>. Our concern here is the approach to this problem based on the explicitly time-dependent Bateman Hamiltonian<sup>(8,11)</sup>.

The mathematical problem raised by the Schrödinger equation corresponding to this Hamiltonian, which is also called the Caldirola-Kanai equation have been solved by different methods<sup>(8)</sup>. However, the physical interpretation of the solutions represents a long-standing problem, which has been tackled by many authors from different points of view<sup>(9,10,12,13,14,15,16,17,18,19 and 20)</sup>. Despite of all this work, it is still felt that further analysis based on new concepts would further clarify the interpretation question.

In the present work, the intention is to analyze the wave function for this problem in the classical limit. It is expected that this would reveal something about the nature of the classical system to which this problem corresponds. It would appear that such an approach is hindered by the ambiguity surrounding the physical meaning of the wave function in the classical limit, which itself represents another problem. However, the work of Qian and Huang<sup>(21,22)</sup> has shown that for all quantum mechanical system in stationary states, i.e., systems in which the energy is conserved the classical limit of the wave function corresponds to a certain kind of ensemble called the "homogeneous ensemble". By exploiting a similar idea here, it will be shown that the classical limit of the damped harmonic oscillator wave function actually corresponds to a homogeneous single-particle ensemble in which the energy is conserved.

The rest of the paper is organized as follows. In sec. (2) the homogeneous ensemble idea is reviewed. Sec. (3) deals with the quantum and classical solutions of the problem of the damped harmonic oscillator. Then, in sec (4) the classical limit of the wave function for the quantum-mechanical problem of sec. (3) is presented. Sec. (5) utilizes the ideas of sec. (2) to tackle the interpretation problem. Finally, sec. (6) contains some discussion and conclusions

## THE HOMOGENEOUS ENSEMBLE IDEA

According to Qian and Huang<sup>(21,22)</sup> one can consider a single-particle ensemble for which the physical quantities  $G_1, G_2, G_3, \dots$  etc are kept constant, i.e.,  $G_1 = G_1' = \text{const.}, G_2 = G_2' = \text{const.}, \dots$  etc. Then, assuming  $X_1, X_2, X_3, \dots$  etc. to be the corresponding conjugate coordinates of  $G_1, G_2, G_3, \dots$  etc. respectively, we can write the distribution function (DF) in the  $(X, G)$  space as  $\rho(X, G) = \rho(X) \delta(G - G')$  where  $X = (X_1, X_2, X_3, \dots), G = (G_1', G_2', G_3', \dots)$ .

The "homogeneous ensemble" is defined as the single-particle ensemble for which  $\rho(X) = A = \text{const.}$

It was shown by Qian and Huang<sup>(21)</sup> that the classical limit of the electron wave function for the hydrogen atom corresponds to such an ensemble. It was then further shown by these authors<sup>(22)</sup> that this idea is also valid for any quantum-mechanical system in a stationary state, i.e., a system that conserves the energy. It can thus be concluded here that if one can show that the classical DF for a quantum-mechanical system corresponds to such an ensemble then the system is of the conservative type. This is the main idea on which the rest of the discussion in the present work will be based and represents the core of the present approach to the interpretation problem that is tackled here.

## QUANTUM AND CLASSICAL SOLUTIONS FOR THE DAMPED HARMONIC OSCILLATOR

The question of interpretation discussed above arises in the more general quantum-mechanical problem of variable damping<sup>(17,23)</sup>. Therefore, our starting point will be the Hamiltonian for variable damping given by<sup>(8,17 and 23)</sup>

$$h(q,p,t) = \frac{p^2}{2m_0} e^{-2\Gamma(t)} + \frac{1}{2} m_0 \omega_0^2 e^{2\Gamma(t)} q^2 \quad (2)$$

The classical equation of motion corresponding to this Hamiltonian can be obtained in the usual manner as

$$q + 2\gamma(t) \dot{q} + \omega_0^2 q = 0 \quad \dots (3)$$

where it has been assumed that<sup>(24)</sup>

$$\Gamma(t) = \int^t \gamma(t') dt' \quad \dots (4)$$

It is clear that eq. (3) represents a classical harmonic oscillator of angular frequency  $\omega_0$  acted upon by a damping force proportional to the velocity with a time-dependent damping coefficient  $\gamma(t)$ . The quantum mechanical problem described by  $h$  of eq. (2) in the Schrodinger picture is governed by the time dependent Schrodinger equation:

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m_0} e^{-2\Gamma(t)} \frac{\partial^2}{\partial q^2} + \frac{1}{2} m_0 \omega_0^2 e^{2\Gamma(t)} q^2 \right] \psi(q,t) = i\hbar \frac{\partial \psi(q,t)}{\partial t} \quad \dots (5)$$

In the case of constant damping coefficient  $\gamma(t)=\gamma_0=\text{const.}$  eq. (5) reduces to the well-known Caldirola-Kanai equation<sup>(15)</sup>. The solutions of eq. (5) were obtained by Abdalla<sup>(25)</sup> using the method of canonical transformations. This method will be seen to be well suited for the present investigation. therefore, in the rest of this section we shall review briefly this method along the lines of Abdalla<sup>(25)</sup>, and show that the same transformation used by him also serves to furnish a solution to the classical problem governed by eq. (3), which is also needed in the present work.

Defining the canonical transformation.

$$\begin{aligned} Q(t) &= e^{\Gamma(t)} q(t) \\ P(t) &= e^{-\Gamma(t)} p(t) \end{aligned} \quad \dots (6)$$

then  $h$  of eq. (2) is transformed to<sup>(26)</sup>

$$H = \frac{P^2}{2m_0} + \frac{1}{2} m_0 \omega_0^2 Q^2 + \frac{\gamma(t)}{2} (QP + PQ) \quad \dots (7)$$

The Schrodinger equation (5) is the transformed to that corresponding to  $H$ , or

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \psi}{\partial Q^2} - \frac{m_0^2 \omega_0^2}{\hbar^2} Q^2 \psi + \frac{2im_0}{\hbar} \gamma(t) Q \frac{\partial \psi}{\partial Q} = \\ - \frac{2im_0}{\hbar} \frac{\partial \psi}{\partial t} - \frac{im_0}{\hbar} \gamma(t) \psi \end{aligned} \quad \dots (8)$$

then, defining

$$y = \Omega(t) Q$$

eq (8) becomes

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} - \left[ \frac{m_0 \omega_0}{\hbar \Omega(t)} \right]^2 y^2 \Phi + \frac{2im_0}{\hbar} \frac{1}{\Omega(t)} \left[ \gamma(t) + \frac{\Omega(t)}{2\Omega(t)} \right] y \frac{\partial \Phi}{\partial y} = -\frac{2im_0}{\hbar \Omega(t)} \frac{\partial \Phi}{\partial t} \frac{im_0 \gamma(t)}{\hbar \Omega(t)} \Phi \quad \dots (10)$$

where it has been assumed that  $\Phi(y,t) = \psi(Q,t)$  and  $\Omega(t)$  satisfies the equation

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \left[ \frac{\Omega(t)}{\Omega(t)} \right] - \frac{1}{4} \left[ \frac{\Omega(t)}{\Omega(t)} \right]^2 + \Omega^2(t) = \omega_0^2 - \gamma(t) - \gamma^2(t) \quad \dots (11)$$

with the aid of the assumption

$$\Phi(y,t) = Y(y)T(t) \exp \left[ -\frac{im_0}{2\hbar \Omega(t)} \left( \gamma(t) + \frac{\Omega(t)}{2\Omega(t)} \right) y^2 \right] \quad \dots (12)$$

it was shown by Abdalla<sup>(25)</sup> that eq. (10) separates to the two equations

$$\frac{d^2 Y}{dy^2} + \left[ \lambda - \frac{m_0^2 y^2}{\hbar^2} \right] Y = 0 \quad \dots (13)$$

and

$$\frac{dT}{dt} + \frac{i\Omega(t)\hbar}{2m_0} \left[ \lambda + \frac{im_0 \Omega(t)}{2\hbar \Omega^2(t)} \right] T = 0 \quad \dots (14)$$

where  $\lambda$  is the separation constant. The solutions to eqs. (13) and (14) are known to be:

$$Y_n(y) = H_n \left[ \left( \frac{m_0}{\hbar} \right)^{1/2} y \right] \exp \left[ -\frac{m_0}{2\hbar} y^2 \right], \quad \dots (15)$$

and

$$T_n(t) = \Omega^{1/4}(t) \exp \left[ -\frac{i\hbar \lambda_n}{2m_0} I(t) \right],$$

where  $H_n$  are the Hermite polynomials,

$$I(t) = \int_0^t \Omega(t') dt' \quad \dots (16)$$

and

$$\lambda_n = (2n+1) m_0/\hbar; n = 0, 1, 2, \dots \quad \dots (17)$$

It can also be shown that the transformation used by Abdalla<sup>(25)</sup> to solve the quantum-mechanical problem above, can also be used to solve the classical problem governed by eq. (3). The transformed equation of motion is that corresponding to H of eq.(7), or

$$Q + (\omega_0^2 - \gamma(t) - \gamma^2(t))Q = 0 \quad \dots (18)$$

Using eq. (9), eq (18) becomes

$$y - (\Omega(t)/\Omega(t)) y - \Omega^2(t)y = 0 \quad \dots (19)$$

The general solution to eq. (19) can be shown to be

$$y(t) = y_0 \cos(I(t) + \epsilon) \quad \dots (20)$$

where  $y_0$  and  $\epsilon$  are integration constants

Then,  $Q(t)$  and  $q(t)$  follow from eq. (20) using eqs. (9) and (6) respectively.

### THE CLASSICAL LIMIT

We now turn our attention to the calculation of the classical limit of the wave function for the problem under consideration. We shall be working in the description of the problem in terms of the Hamiltonian  $H$ , rather than  $h$ , which is an equivalent description. This helps to avoid the problems related to the ambiguity of whether  $h$  represents a particle of variable mass  $m(t) = m_0 e^{2\Gamma(t)}$  or constant mass  $m_0$  (9,10). The form of the Hamiltonian  $H$  as given by eq. (7) shows that this Hamiltonian refers to a particle of constant mass  $m_0$  whose coordinate and momentum are  $Q$  and  $P$  respectively. Hence, there will be no contradiction with the use of the "homogeneous ensemble", idea which, by definition, refers to a particle of constant mass  $m_0$  (see sec. (2)).

The quantum-mechanical position probability corresponding to  $\psi_n(Q,t)$  in terms of  $y$  is obtained from eq. (12) as

$$\rho_n(y,t) = |\Phi_n(y,t)|^2 = \Omega^{1/2}(t) |Y_n(y)|^2 \quad \dots (21)$$

assuming  $\Omega(t)$  to be real. Therefore, as in refs. [21,22] the classical limit of  $\rho_n$  can be obtained in the WKB approximation for  $Y_n(y)$ , which is the solution of (13). This is well known as<sup>(27)</sup>

$$Y_n^{WKB}(y) = CK^{-1/2} \exp(\pm i \int^y k(y') dy') \quad \dots (22)$$

where

$$k^2 = \left( \lambda_n - \frac{m_0^2 y^2}{\hbar^2} \right) \quad \dots (23)$$

and  $C$  is a normalization constant. From eqs (21)(22), and (23) we obtain

$$\rho_n^{WKB}(y,t) = \Omega^{1/2}(t) C^2 \left\{ \lambda_n - \frac{m_0^2 y^2}{\hbar^2} \right\}^{-1/2} \quad \dots (24)$$

We also have the quantization condition in the WKB approximation<sup>(27)</sup>

$$\int_a^b k(y) dy = (n + 1/2)\pi \quad \dots (25)$$

where  $a$  and  $b$  are the boundaries of the classically allowed region expressed in terms of the  $y$ -coordinate. From eq. (20) it is clear that  $a = -y_0$  and  $b = +y_0$ . Therefore, eq. (25) becomes

$$\int_{-y_0}^{y_0} \left( \lambda_n - \frac{m_0^2 y^2}{\hbar^2} \right)^{1/2} dy = \frac{\pi \hbar}{2m_0} \lambda_n \quad \dots (26)$$

Solving this equation for  $\lambda_n$ , we obtain

$$\lambda_n = \frac{m_0^2}{\hbar^2} y_0^2 \quad \dots (27)$$

Using eq. (27) in eq (24) and normalizing with respect to  $y$ , we obtain the normalized classical probability distribution function expressed in terms of  $Q$ , in the WKB approximation, as

$$\rho_n^{\text{WKB}}(Q) = 1/\pi (Q_0^2 - Q^2)^{-1/2} \quad \dots (28)$$

where  $Q_0 = y_0 \Omega(t)$  and eq. (9) has been used

## THE INTERPRETATION PROBLEM

To tackle the main problem set up in the introduction, which is the interpretation problem, we start with a homogeneous single-particle ensemble in which the energy is conserved. Since time ( $t$ ) is the coordinate conjugate to the energy, we can write from eq. (1)

$$\rho(t) = A = \text{const.} \quad \dots (29)$$

But, as it has been indicated in references [21,22]

$$\rho(Q) = A \frac{\rho(t)}{(dQ/dt)} \quad \dots (30)$$

where  $A$  is a normalization constant, and from eqs. (9) and (20)

$$\left(\frac{dQ}{dt}\right) = -\Omega(t)(Q_0^2 - Q^2)^{-1/2} - \frac{1}{2} \left(\frac{\Omega(t)}{\Omega(t)}\right) Q \quad \dots (31)$$

Now, we see that only if the condition

$$\Omega(t) = \text{const.} \quad \dots (32)$$

is satisfied, then eqs. (30) and (31) give

$$\rho(Q) = (\text{const.}) (Q_0^2 - Q^2)^{-1/2}, \quad \dots (33)$$

which becomes identical to eq. (28) upon proper normalization. We may thus conclude that, when the condition (32) is satisfied, the quantum-mechanical system described by the Hamiltonian  $H$  of eq. (7), or equivalently by  $h$  of eq. (2) corresponds in the classical limit to a homogeneous single-particle ensemble in which the energy is conserved. In other words, the class of quantum-mechanical systems described by  $h$  and satisfying the condition (32) is the analog of a conservative rather than a dissipative classical system.

## DISCUSSION AND CONCLUSIONS

It can be seen from eq. (11) that condition (32) is satisfied when (see also [25]).  $\gamma(t) + \gamma^2(t) = \text{const.} \quad \dots (34)$

The simplest special case for which eq. (34) and, hence, eq. (32) are satisfied is the case of constant damping coefficient  $\gamma(t) = \gamma_0(t) = \text{const.}$  which was treated by Cervero' and Vilarroel<sup>(18,19)</sup> using group-theoretical arguments and by Habeeb<sup>(20)</sup> using fluid-dynamical ideas. Therefore, it may be concluded that the present work

supports the conservative system interpretation of these authors starting from a different perspective by looking at the classical limit of the wave function. Besides, the present work also shows the existence of a wider class of quantum-mechanical systems that are governed by the Hamiltonian of eq. (2) and satisfying the condition (34), which are the analogs of conservative rather than dissipative systems in the classical limit. It would, therefore, be of interest to see if the group-theoretical work of Cervero' and Villarroel<sup>(18,19)</sup> and the fluid dynamical arguments of Habeeb<sup>(20)</sup> can be extended to this wider class.

At any rate, although some aspects of the present approach, especially those related to the nature of the classical physical system that lies behind the homogeneous ensemble that emerged in the classical limit, seem to be somewhat speculative at present, looking at the classical limit seems to be a promising approach. This may promote treating other similar quantum-mechanical interpretation problems using this approach.

## REFERENECES

1. Kan K. and Griffin J. Quantized friction and the correspondence principle, *J. Phys. Lett.* B50: 241 (1974).
2. Colegrave R.K. and Abdalla M.S., A canonical description of the Fabry=Perot cavity, *Opt. Acta* 28: 495(1981).
3. \_\_\_\_, Field fluctuation in a Fabry-Perot cavity in resonance with a reservoir of 2-level atoms: 1. Adiabatic fluctuations, *Opt. Acta* 30: 849 (1983) and  
\_\_\_\_, Field fluctuation in a Fabry-Perot cavity in resonance with a reservoir of 2-level atoms: 2. Non-adiabatic periodic fluctuations, *Opt. Acta* 30: 861 (1983).
4. Ligare M. and Becker S., Simple soluble models of quantum damping applied to cavity electrodynamics, *Am. J. Phys.* 63: 788 (1995).
5. Ben-Aryeh Y. and Mann A., Squeezed states and the interaction of electromagnetic waves with plasma, *Phys. Rev.* A32: 552 (1985).
6. \_\_\_\_, Productio nof squeezed states in the interaction between electromagnetic-radiation and an electron-gas, *Phys. Rev. Lett.* 54: 1020 (1985).
7. Sagan D., On the physics of Landau damping, *Am. J. Phys.* 62: 450 (1994).
8. Dekker H., Classical and quantum mechanics of the damped harmonic oscillator, *Phys. Rep.* 80: 1 (1981).
9. Greenberger D., Some useful properties of a theory of variable mass particles, *J. Math. Phys.* 15: 395 (1974).  
\_\_\_\_, Wavepackets for particles of infinite mass, *J. Math. Phys.* 15: 406 (1974).
10. \_\_\_\_, Critique of the major approaches to damping in quantum-theory, *J. Math. Phys.* 20: 762 (1979).
11. Bateman H., On dissipative systems and related variational principles, *Phys. Rev.* 38: 815 (1931).
12. Senitzky I.R., Dissipation in quantum mechanics. The harmonic oscillator, *Phys. Rev.* 119: 670 (1960).

13. Ray J.R., agrangians and systems they describe-how not to treat dissipation i nquantum mechanics, Am. J. Phys. 47: 626 (1979).
14. Caldirola P., Non conservative forces in quantum mechanics, Rend. R. Accad. d'Italia, Seri VIII, 11: 869 (1941).
15. \_\_\_\_, Quantum theory of non conservative systems, Nuovo Cimento 77B: 241 (1983).
16. Dodonov V.V. and Man'ko V.I., Loss energy states of nonstationary quantum systems, Nuovo Cimento 44B: 265 (1978).
17. \_\_\_\_, Coherent states and the resonance of a quantum damped oscillator, Phys. Rev. A 20: 550 (1979).
18. Cervero' J.M. and Villarroel J., SL(3,R) realizations and the damped harmonic oscillator, J. Phys. A: Math. Gen 17: 1777 (1984).
19. \_\_\_\_, On the quantum theory of the damped harmonic oscillator, J. Phys. A: Math. Gen 17: 2693 (1984).
20. Habeeb M.A.Z., Fluid-dynamical interpretation of quantum damped oscillators, J. Phys. A: Math. Gen 20: 5929 (1987).
21. Qian W. and Huang X.Y., On the classical limit of the hydrogen wave function. Phys. Lett. A 115: 319 (1986).
22. \_\_\_\_, On the classical limit of the stationary state wavefunction, Phys. Lett A117: 166 (1986).
23. Abdalla M.S. and Colegrave R.K., A model for a modulated damping or growth of a harmonic oscillator in classical or quantum mechnics, Lett. Nuovo Cimento 39: 373 (1984).
24. Leach P.G., Harmonic oscillator with variable mass, J. Phys. A: Math. Gen. 16: 3261 (1983).
25. Abdalla M.S., Canonical treatment of harmonic oscillator with variable mass, Phys Rev. A33: 2870 (1986).
26. Goldstein H., "Classical Mechanics", Addison-Weseley, Massachussetts, 2nd edition (1980).
27. Merzbacher, E., "Quantum Mechanics", Wiley New York, 2nd edition, Ch. 7 (1970).



## The Use of Newton's Method in Solving a Nonlinear Integral Equation for the Magnetization Vector

KADHUM J. KADHUM

Physics Department, College of Science, Al-Mustansiriya University

(Received Feb. 21, 1999; Accepted July 22, 1999)

### الخلاصة

تم اقتراح طريقة عددية جديدة لحساب المجال الاستاتيكي في اجزاء الاجهزة الكهربائية المصنوعة من المواد الفيرومغناطيسية. استخدمت طريقة نيوتن التكرارية في حل المسألة، والتي تعطي تقارب من الدرجة الثانية. استخدم تقريب متجه التمهبط بثلاثة ابعاد لجسم فيرومغناطيسي على اساس الدالة المستمرة. واستنتجنا نظام المعادلات الجبرية لتقييم متجه التمهبط عند جميع الصيغ والاشكال ولجميع الخطوات التكرارية من معادلات تكاملية غير خطية.

### ABSTRACT

A new effective numerical method for computing magnetostatic fields in the ferromagnets of electrical apparatuses is suggested. In solving nonlinear problems Newton's iterative procedure is used, which gives convergence of the second order. Continuous basis functions are used for the approximation of the magnetization vector in a three dimensional ferromagnetic body. The algebraic system of equations for the values of the magnetization vector values at the nodes for all iteration steps are obtained from a nonlinear integral equation.

### INTRODUCTION

As a rule, the analyses of the magnetic field in some ferromagnetic parts of electrical apparatuses, requires taking consideration of the nonlinearity of material correlation which connect the magnetization vector  $M$  and the field density Vector  $H$  without discounting the effect of anisotropy and hysteresis. This correlation may be written in the form

$$M = xH, \quad \text{or } H = vM$$

Here, scalar coefficients  $x$  and  $v$  represent functions of the modulus of magnetic field density vector. As long as  $M(H)$  is monotonic, we can imagine it as a function of the modulus of the magnetization vector. Using Cartesian coordinates,  $X_\alpha$  (where:  $\alpha=1,2,3,\dots$ ), the integral equation for the component  $M_\alpha$  of the magnetization vector can be written in the form

$$v(M)M_\alpha + \frac{\partial}{\partial X_\alpha} \sum_{\alpha=1}^3 \frac{1}{4\pi} \int \frac{M_{\alpha'} X_{\alpha'}}{R^3} dV = H_\alpha \quad (1)$$

Here,  $H_{\alpha'}$ , is the component of the winding magnetic field density with current in the absence of magnetic conductance;  $X_{\alpha}$  is the component of a vector from element of volume  $dV$ , to the observation point:  $R_i$  shte modulus of this vector.

In refs (1,2) for solving equation (1), resort to iterative procedures was made which gives convergence of the first order. We denoted the error of solution in  $i$ -m iteration step by  $\epsilon_i$ . For this scheme, it is possible to write down the estimation.

$$\epsilon_{i+1} < c_1 \epsilon_i \quad c \leq 1$$

In this paper we utilize Newton's iterative scheme, which gives convergence of the second order for solving equation (1) so we write the estimation.

$$\epsilon_{i+1} \leq c_2 \epsilon_i^2$$

### Method of Solution

Approximate the distribution of magnetization vector-in the volume of magnetic conductor-in linear-bits basis functions according to (3). Owing to this approximation, the calculations in every iteration step become equivalent to solving a system of algebraic equations for values of the component of the magnetization vector, in the fixed collection points of magnetic conductor.

Consider the construction of Newton's iterative scheme as in (4). For solving equation (1) the upper index of iteration step number is denoted by  $i$  and  $i+1$ , where  $i=0,1,2,3,\dots$ . Let us assume that the  $i$ -m, iteration step is approximated by  $M_{\alpha'}$  and limited the first term of the expanding part of equation (1) so;

$$vM_{\alpha} = v^i M_{\alpha} + M_{\alpha'} \sum_{\alpha'=1}^3 (M_{\alpha'} - M_{\alpha'^i}) \frac{\partial v^i}{\partial M_{\alpha'^i}} \quad (2)$$

Evaluating partial derivative from (2), we obtain (5)

$$\frac{\partial v}{\partial M_{\alpha'^i}} = \frac{\tau^i M_{\alpha'^i}}{(M^i)^2} \quad (3)$$

$$\text{where } \tau^i = M^i \frac{dv^i}{d_i v^i} \quad (4)$$

The first part of equation (2) is linear in  $M_{\alpha'}$ . By substituting (2) and (3) in (1) and substituting exact solution  $M_{\alpha}$  by  $M_{\alpha^{i+1}}$ , we get linear integral equation form  $M_{\alpha^{i+1}}$ :

$$\sum_{\alpha'=1}^3 \left[ \delta_{\alpha\alpha'} v^i M_{\alpha'^{i+1}} + \frac{\tau M_{\alpha'} M_{\alpha'^i} M_{\alpha'^{i+1}}}{(M^i)^2} + \frac{\partial}{\partial X_{\alpha}} \frac{1}{4\pi} \int_V \frac{M_{\alpha'^{i+1}} X_{\alpha}}{R^3} dV \right] = H_{\alpha'} + \tau^i M_{\alpha'} \quad (5)$$

The solution,  $M_{\alpha^{i+1}}$  for equation (5) is considered near to the exact solution of equation (1) which is  $M_{\alpha}$ . As an initial approximation  $M_{\alpha^0}$ , is taken as a solution of equation (1) with the coefficient  $v=\text{constant}$ , in term of the quantities, which appropriate the main value  $v$ .

Consider the knowledge of integral equation for system of linear algebraic equation, then algebraic process in case of  $v = \text{constant}$  is described in details in (3). We follow the same basic idea and adapt generalized process for nonlinear case. By dividing the magnetic conductor into small sectors in parallelepiped form (we assume that the form of the magnetic conductor allows), we construct uninterrupted system in the volume of the magnetic conductor by basis function  $\phi_k$ , where  $k=1,2,3,\dots,K$ , which linear-bits in every Cartesian coordinate. The number of basis functions  $K$  is equal to the number peaks of parallelepipeds (knots). We approximate the distribution of the component of the magnetization vector by the function;

$$M_{\alpha i+1}(r) = \sum_{k=1}^K M_{\alpha k i+1} \phi_k(r) \tag{6}$$

where the coefficients  $M_{\alpha i+1}$  have the same as sense the value  $M_{\alpha i+1}$  in knot with number  $k$ .

The number of unknown components of the magnetization vector in the knot equals  $3K$ . To determine them it is necessary to put  $3K$  in the algebraic equation. In (3) these equations were proposed and the results for magnetic density in the system of orthogonal segments of conductor through every knot where obtained. We take through knot number  $k$  a segment along axis  $X_\alpha$  with the ends  $X_\alpha = X_{\alpha k \text{ min}}$  and  $X_\alpha = X_{\alpha k \text{ max}}$  then we integrate equation (5) on  $X_\alpha$  to obtain:

$$\sum_{\alpha=1}^3 \left\{ \int_{X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_{\alpha k \text{ max}}} \left[ v^i \delta_{\alpha \alpha'} + \frac{\tau^i M_{\alpha'} M_{\alpha''}}{(M^i)^2} \right] M_{\alpha i+1} dX_\alpha + \frac{1}{4\pi v} \int_{X_\alpha = X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_\alpha = X_{\alpha k \text{ max}}} \frac{M_\alpha X_\alpha}{R^3} dV \right\} = \int_{X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_{\alpha k \text{ max}}} H_{\alpha'} + \int_{X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_{\alpha k \text{ max}}} \tau^i M$$

where  $\alpha=1,2,3,\dots,K$

Thus, we get  $3K$  integral equations (7). Substituting (6) in (7) we obtain a system of linear algebraic equation for  $M_{\alpha i+1}$

$$\sum_{\alpha=1}^3 \sum_{k=1}^K \left\{ \int_{X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_{\alpha k \text{ max}}} \left[ v^i \delta_{\alpha \alpha'} + \frac{\tau^i M_{\alpha'} M_{\alpha''}}{(M^i)^2} \right] M_{\alpha i+1} dX_\alpha + \frac{1}{4\pi v} \int_{X_\alpha = X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_\alpha = X_{\alpha k \text{ max}}} \frac{M_\alpha X_\alpha}{R^3} dV \right\} M_{\alpha' k}^i = \int_{X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_{\alpha k \text{ max}}} H_{\alpha'} dX_\alpha$$

Introducing the designations;

$$G_{\alpha k \alpha' k'} = \int_{X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_{\alpha k \text{ max}}} \left[ v^i \delta_{\alpha \alpha'} + \frac{\tau^i M_{\alpha'} M_{\alpha''}}{(M^i)^2} \right] \phi_k dX_\alpha \tag{9}$$

$$S_{\alpha k \alpha' k'} = \frac{1}{4\pi v} \int_{X_\alpha = X_{\alpha k \text{ min}}}^{X_\alpha = X_{\alpha k \text{ max}}} \frac{M_\alpha \phi_{k'}}{R^3} dV \tag{10}$$

$$U_{\alpha k} = \int_{X_{\alpha k \min}}^{X_{\alpha k \max}} H_{\alpha i} dX_{\alpha} \quad (11)$$

$$C_{\alpha k}^i = \int_{X_{\alpha k \min}}^{X_{\alpha k \max}} \tau^i M_{\alpha i} dX_{\alpha} \quad (12)$$

the system (8) takes the form

$$\sum_{\alpha'=1}^3 \sum_{k=1}^K (G_{\alpha k \alpha' k'}^i + S_{\alpha k \alpha' k'}) M_{\alpha' k'}^{i+1} = U_{\alpha k} + C_{\alpha k}^i \quad (13)$$

It should be mentioned that the integral (9) is different from zero only when the knot  $k'$  coincides with the knot  $k$  or they appear as neighbors in the direction of  $X_{\alpha}$  axis. Designating the knot which is neighboring knot number  $k$  in the direction of the lesser value of coordinate  $X_{\alpha}$  by  $j(1, \alpha, k)$ , the index  $j(2, \alpha, k)$  is taken equal to  $k$ , and the index of the knot which neighboring knot number  $k$  in the direction of larger value of the coordinate  $X_{\alpha}$  is designated by  $j(3, \alpha, k)$ , then equation (9) can be written in the form.

$$G_{\alpha k \alpha' k'}^i = \sum_{\lambda=1}^3 \delta_{j \lambda k'} \int_{X_{\alpha k \min}}^{\alpha k \max} \left[ v^i \delta_{\alpha \alpha'} + \frac{\tau^i M_{\alpha i} M_{\alpha' i}}{(M^i)^2} \right] \phi_j dX_{\alpha} \quad (14)$$

where,  $j=j(\lambda, \alpha, k)$  hence, it follows that the calculated matrix  $G^i$  in every iterative step sparse, because it has  $27K^2$  nonzero element. It is different from the matrix  $S$ , which contains  $9K^2$  nonzero elements. The matrices  $S$  and  $U$  have the same structure for linear and nonlinear problems. The elements of matrices make sense for magnetic density in the segment, which is done by distribution of magnetization vector in a bounded form of bases functions of the matrix  $U_{\alpha k}$ . This also makes sense for magnetic density in the segment, which is done by magnetic field winding and current. Nonlinear characteristics would be calculated the matrices  $G^i$  and  $C^i$ .

Consider integral equation (1) for dimensionless form, which is necessary for numerical modeling of magnetostatic fields in case of changing in wide ends as characteristics of magnetic conductor size and winding as well as external field intensity. Introducing fundamentals quantities:  $\alpha_0$ , characteristic size of magnetic system.  $H_0 = Iw/\alpha_0$ , magnetic field tension, and coefficient  $v$  in equation (1) as model of dimensionless function for magnetization vector, which can be imagined in the form  $v=v(M/M_s)$ , where  $M_s$  is saturated magnetization, we can determine dimensionless magnetization as

$$M_{\odot} = \frac{M}{H_0} = \frac{M_{\alpha_0}}{Iw} \quad (15)$$

Then, the coefficient  $v$  can be written as  $v = v(AM_{\odot})$ , where  $A$  is the relation between induction magnetic field in infinite solenoid with loading current on unit length ( $Iw/\alpha_0$ ) and induction magnetic field in infinite cylinder, which is magnetized along axis to saturation. Divide both sides of equation (1) by  $H_0$ , all coordinates by  $\alpha_0$ , and taking into account equation (16), we get an integral equation for magnetization vector in dimensionless form as

$$\nu(AM_{\alpha_0})M_{\alpha_0} + \frac{\partial}{\partial X_{\alpha_0}} \sum_{\alpha'=1}^3 \frac{1}{4\pi V_{\alpha_0}} \int \frac{M_{\alpha_0} X_{\alpha_0}}{R_{\alpha_0}'} dV_{\alpha_0} = H_{\alpha_0} \quad (16)$$

By analyzing the dependence of the solution on the parameter A, the calculation can be organized as follows. Using a set of parameters

$$0 < A_0 < A_1 < \dots < A_n \dots \dots A_N$$

then the solution to the equation when  $A=A_n$  is denoted by  $M_{\alpha_0}$  and when  $n=0$  we

have the linear equation

$$\nu(0)M_{\alpha_0} + \frac{\partial}{\partial X_{\alpha_0}} \sum_{\alpha'=1}^3 \frac{1}{4\pi V_{\alpha_0}} \int \frac{M_{\alpha_0}^0 X_{\alpha_0}}{R_{\alpha_0}^3} dV_{\alpha_0} = H_{\alpha_0} \quad (17)$$

Solving equation (17) by Newton's method, we can find the solution for successive values of  $n$ , by using  $M_{\alpha_0}$  as initial approximation for solving equation with respect to  $M_{\alpha_0}$ , and thus up to  $M_{\alpha_0}$ . From this result we get the distribution of magnetization vector in the magnetic conductor for a great number of similar geometric magnetic systems with different degrees of solution.

## CONCLUSIONS

We distinguish the main result of this work. On the basis of Newton's method, solving the integral equation for magnetization vector leads to the solution of a succession of linear equations leads to a system of linear algebraic equations for the values of magnetization vector in a sequence of point magnetic conductors. Integrated equation was taken in dimensionless form, and allows arranging calculations by Newton's method, thus helps in the investigation of the dependence of the solution on a dimensionless parameter.

## REFERENCES

1. Margoez, E.D., Iterative method for calculation of static fields in nonlinear media. Keef, Naokova Domka, 210 c. (1995).
2. Tiablukov, C.T., Methods of quantum theory of magnetism. Moscow M., Nayka, (1965).
3. Tolmacheva, C.T., Special method for solving magnetostatic problems, Keef, Veshha Shkola 66 c. (1983).
4. Von Molnar S., Methfessek S., Encyclopedia of mathematics JAP, 38, 959 (1967).

## Preparation of Acetylenic Amines Derived from Catechol

ABUDL HUSSAIN K. SHARBA, MOHAMMED M.R. ALABID AND ATTA L. ATTA  
Department of Chemistry, College of Science, Al-Mustansiriya University, Baghdad, Iraq.

(Received Dec. 7, 1999; Accepted May 14, 2000)

### الخلاصة

يتناول البحث تحضير الايثر الاستيليني 1,2-Di(2-propynyloxy) benzene وذلك بمفاعلة الكاتيكول مع بروميد البروبارجيل، ثم اجري على هذا المركب تفاعل مانس لغرض تحضير مجموعة من المركبات الامينية للايثر الاستيليني الجديدة. تم تشخيص هذه المركبات باستخدام الاشعة تحت الحمراء واطياف الرنين النووي المغناطيسي وتحليل العناصر الدقيق.

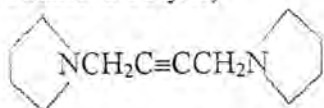
### ABSTRACT

Seven new ether acetylenic amines derived from catechol have been synthesized. These compounds are characterized by spectroscopic methods (IR), (NMR) and elemental analysis.

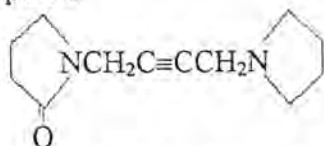
### INTRODUCTION

Acetylenic amines are important chemical compounds, since some of them are used as drugs because of their biological activity which is in some cases resembles that of Acetylcholine<sup>(1)</sup>.

The interest in these compounds began after the preparation of tremorine (1,4-dipyrrolidino-2-butyne)<sup>(2)</sup>



Everett et al. studied the physiological effects of tremorine upon animals and found that it causes the same effects of Parkinson disease. In later studies Oxotremorine [1 - ( 2 - Oxopyrrolidino ) - 4 - pyrrolidino - 2 - butyne] was prepared.



And found to be produced in liver as a result of oxidation of tremorine<sup>(4)</sup>. They also found that changes in the amino group of the acetylenic compounds results in compounds having the same effect of the Oxotremorine<sup>(5)</sup>. Some of these groups are succinimide<sup>(6)</sup>, phthalimide<sup>(7)</sup> sacharine<sup>(8)</sup> and some aromatic lactam<sup>(9)</sup>. In this work, a new series of substituted acetylenic amines was synthesized. This involved, the reaction of propargyl bromide with catechol in the presence of base, then followed

Mannich reaction to resultant Acetylenic ether. A double biological activity is expected for these new compounds.

## EXPERIMENTAL

Melting points were determined by Electrothermal melting point apparatus. Infrared spectral were run on a pye unicom sp-3-10 spectrophotometer usign Kbr discs. NMR measurements were carried out on a Hitachi Perkin-Elmer 60 A spectrometer (R-248) using  $CDCl_3$  as solvent and  $(CH_3)_4Si$  as internal standard.

## MATERIALS

Catechol (Riedelde-Haem chemicals), propargyl bromide (BDH-chemicals), all the secondary amines used in Mannich reation were (BDH-chemicals).

### Preparation of 1,2-Di(2-propynyloxy)benzene [I]

To a stirred solution of catechol (0.05mole, 5.5g) in acetone (50ml) was added potassium carbonate (0.1mole, 13.8g). To the reaction mixture was added propargyl bromide (0.11mole, 8.3ml) dropwise. The reaction mixture was refluxed for 48 hrs in an oil bath, then cooled to room temperature, filtered and the filterate was evaporated under vacuum.

A 100 ml of 5% NaOH was added and the alkaline solution was extracted with chloroform, the solven was removed under reduced pressure, to give a viscous resid3ue of I (68%) yield.

Anal.:Calc for  $C_{12}H_{10}O_2$  C 77.41 H 5.37  
Found C 77.33 H 5.31

### Preparation of Acetylenic Amines II by "Mannich Reaction" General Procedure<sup>(10,11)</sup>

A mixture of 1,2-di(2-propynyloxy) benzene I (0.005mole, 0.93g), paraformaldehyde (0.011 mole, 0.33g), The appropriate secondary amine (0.011mole) and a catalytic amount of cuprous chloride in peroxide-free dioxane (15ml) was heated in water bath at 70°C for 3hrs. After cooling the mixture was filtered in ice-water (25ml) was added to the filterate, and extracted with chloroform (3x15ml), The physical properties of the synthesized compounds are given in (table 1).

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The synthesis of acetylenic compoudns AIII was carried out according to the steps outlined in scheme 1.

The reaction is initiated by nucleophilic attack of oxygen anion on the methylene carbon in propargyl bromide to yield compound I. The structure of compound I was confirmed by IR and NMR spectr. The IR spectrum showed that following characteristic absorption:

Bands: (KBr  $\nu_{cm^{-1}}$ ) 3280 (strong,  $\equiv CH$  stretching), 2120 (medium,  $C\equiv C$  stretching), 2960 (weak,  $CH_2$  stretchig), 1240 (medium  $-O-C$ , stretching).

The NMR spectrum showed the following characteristic chemical shifts  $\delta$ (ppm): 21.35 (triplet, 1H,  $\equiv CH$ ), 4.3 (doublet, 2H,  $O-CH_2$ ), 6.7 (m, 4H aromatic ring), as well as by the agreement of the theoretical and practical value of (CHN) analysis.

Introducing compound I in Mannich reaction using secondary amines and formaldehyde in presence o cuprous chloride as acatalyst results in Mannich bases II-VIII.

The strucutre of he syntheisized compounds II -VIII was confirmed by IR and NMR spectra. The IR spectrum showed the following characteristic absorption bands: 1600, 1450 (medium,  $C=C$  aromatic str), 1340 (medium  $C-N$ , str), where the absorption band of  $\equiv C-H$  groups at (3280) for all the prepared compounds has disappeared. The infrared and NMR spectral data are recorded in tables 2 and 3 respectively.

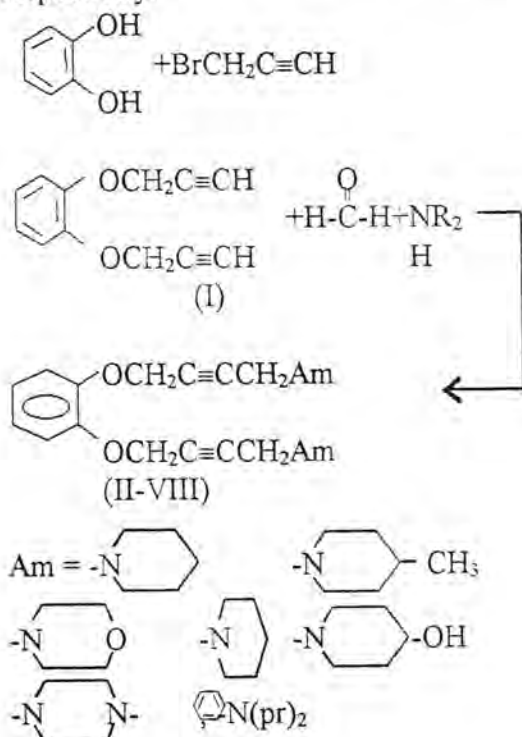
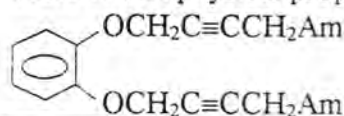




Table 1: The physical properties of the synthesized compounds



Comp. No.	Am	Yield %	M.P. °C	Formula	Elemental analysis cal. %, (Fnd%)		
					C	H	N
II		61	Oily	C <sub>24</sub> H <sub>32</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	75.19 (74.31)	8.42 (8.27)	7.36 (7.51)
III		58	Oily	C <sub>22</sub> H <sub>28</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	68.75 (---)	7.29 (---)	7.23 (---)
IV	-N(n-pr) <sub>2</sub>	40	71-73	C <sub>22</sub> H <sub>40</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	75.73 (74.54)	9.70 (9.40)	6.70 (6.23)
V		63	Oily	C <sub>24</sub> H <sub>32</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	72.73 (71.88)	8.08 (7.93)	7.07 (7.31)
VI		59	Oily	C <sub>22</sub> H <sub>28</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	75.00 (74.13)	7.95 (7.40)	7.95 (8.41)
VII		53	Oily	C <sub>26</sub> H <sub>36</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	76.47 (---)	8.82 (---)	6.86 (---)
VIII		38	79-81	C <sub>35</sub> H <sub>40</sub> N <sub>4</sub> O <sub>4</sub>	72.90 (71.81)	6.75 (6.93)	9.45 (10.02)

Table 2: Infrared spectral Data for compounds I-VIII

Comp. No.	KBr(cm <sup>-1</sup> ) Infrared spectrum	$\lambda_{\max}$ (nm) (log $\epsilon_{\max}$ ) in chloroform
I	$\nu(\equiv\text{C-H})$ [3280], $\nu(\text{CH})$ aromatic[3080], $\nu_{\text{as}}(\text{CH}_2)$ [2960], $\nu_{\text{as}}(\text{CH}_2)$ [2870], $\nu(\text{C}\equiv\text{C})$ [2120], $\nu(\text{C}=\text{C})$ aromatic[1600, 1500, 1450], $\nu(\text{C-O-C})$ [1240]	311 (2.125)
II	$\nu(\text{CH})$ aromatic[3080], $\nu_{\text{as}}(\text{CH}_2)$ [2950], $\nu_s\text{CH}_2$ [2860], $\nu(\text{C}=\text{C})$ aromatic[1600, 1500, 1450], $\nu(\text{C-O-C})$ [1240], $\nu\text{C-N}$ [1320]	317 (2.078)
III	$\nu\text{CH}$ aromatic [3080], $\nu_{\text{as}}\text{CH}_2$ [2960], $\nu_s\text{CH}_2$ [2800], $\nu\text{C}=\text{C}$ aromatic [1600, 1500, 1450], $\nu\text{C-O-C}$ [1240], $\nu\text{C-N}$ vibration[1320]	314 (2.0917)
IV	$\nu\text{CH}$ aromatic [3080], $\nu_{\text{as}}\text{CH}_2$ [2960], $\nu_s\text{CH}_2$ [2930], $\nu\text{C}=\text{C}$ aromatic [1600, 1500, 1450], $\nu\text{C-O-C}$ [1260], $\nu\text{C-N}$ [1320]	319 (2.118)
V	$\nu\text{O-H}$ [3400], $\nu\text{CH}$ aromatic[3050], $\nu_{\text{as}}\text{CH}_2$ [2950], $\nu_s\text{CH}_2$ [2800], $\nu\text{C}=\text{C}$ aromatic [1600, 1500, 1450], $\nu\text{C-O}$ [1240], $\nu\text{C-N}$ vib[1340]	315 (2.107)
VI	$\nu\text{CH}$ aromatic [3080], $\nu_{\text{as}}\text{CH}_2$ [2960], $\nu_s\text{CH}_2$ [2810], $\nu\text{C}=\text{C}$ aromatic [1600, 1500, 1450], $\nu\text{C-O-C}$ [1250], $\nu\text{C-N}$ vib [1340]	310 (2.113)
VII	$\nu(\text{CH}$ aromatic)[3080], $\nu_{\text{as}}\text{CH}_2$ [2960], $\nu_s$	313

	CH <sub>2</sub> [2860], $\nu$ (C=C) aromatic [1600,1500, 1450], $\nu$ (C-O-C)[1240], $\nu$ (C-N)[1340]	(2.122)
VIII	$\nu$ CH aromatic[3080], $\nu_{as}$ CH <sub>2</sub> [2960], $\nu_s$ CH <sub>2</sub> [2900], $\nu$ (C=C) aromatic [1600,1500,1450] $\nu$ (C-O-C)[1250], $\nu$ (C-N)vib[1350]	314 (2.13)

Table 3: NMR spectral data for compounds I-VI

Comp. No.	$\delta$ (ppm) (NMR) طيف الرنين النووي المغناطيسي
I	$\delta$ (2.35) [t,2H], $\delta$ (4.3)[d,4H], $\delta$ (6.7) [m,4H aromatic]
II	$\delta$ (1.65)[m,12H], $\delta$ (2.5)[t,8H], $\delta$ (3.35)[s,4H], $\delta$ (4.8)[s,4H], $\delta$ (7)[m,4H aromatic]
III	$\delta$ (2.3)[t,4H], $\delta$ (3.1)[m,4H], $\delta$ (3.5)[t,8H], $\delta$ (4.5)[m,4H], $\delta$ (6.8)[m,4H aromatic]
V	$\delta$ (1.9)[m,8H], $\delta$ (3.4)[m,12H], $\delta$ (3.8)[m,2H] $\delta$ (5)[m,4H], $\delta$ (7.75)[m,4H aromatic]
VI	$\delta$ (3.1)[m,8H], $\delta$ (4)[m,4H], $\delta$ (5.5)[m,4H], $\delta$ (7.7)[m, aromatic]

## REFERENCES

1. E.S. West, W.R. Todd: "Text book of biochemistry", London (1963).
2. B. Karlen. "Acetylenic Compunds of Potential Pharamcological Value III", Acta Pharm. Suec. 169 (1970).
3. Everett, G.M. "Tremor produced by drugs" Nature, 177, 1238 (1956).
4. R.J. Colcnn. "Acetylenic compunds of potential pahramacological value XXIV", Acta Pharma. Suec., 12:503 (1975).
5. B. Resul, B. Ringdahl, R., Dahlbom, Eur. J. Pharm. 87: 887 (1983).
6. B. Resul, B. Ringdahl. "Acetylenic compounds of pharamacological value. 16, 3, (1979).
7. Z. Muhi-Eldeen. "Synthesis and biological evaluation of N,N-di-(4-t-amino-2-butynyl) pyromellitic acid dimide. Eur. J. Med. Chem., 16,91 (1981).
8. R. Dahlbom, R. Mollberg, "Acetylenic compounds of potential pharmacological value IX". Acta. Chem. Scand. 17, 916 (1963).
9. A. Perolof, R. Dahbom, "Acetylenic compounds of potential pharmacologica value XVII", Acta. Pharm. Suec. 9, 99 (1972).
10. J.W. Copenhaver, M.H. Bigelow, "Acetylene and carbon monoxide chem": 2nd. ed. Reinhold publ. Corp., New York (1949).
11. R.L. Slavadon, D. Simon, Can. J. Chem., 44, 2570 (1966).

## Plant Defence Compounds Trans-2-Nonen-1-al and Trans-2, Cis-6-Nonadien-1-al as Inhibitors of Honeybee Brain Acetylcholinesterase

HUSSAIN A. TAHA

State Board of Agricultural Research Abu-Ghraib, Baghdad-Iraq

(Received March 1, 2000; Accepted May 14, 2000)

### الخلاصة

المستخلصين الدفاعيين النباتيين نونينال trans-2, none-1-al والنونادينال trans-2, cis-6- nonadien-1-al درست من حيث تأثيرها كمثبط لانزيم استيل كولين استيريز المستخلص من دماغ نحل العسل. فصل الانزيم باستعمال كبريتات الامونيوم وتبعها الترشيح بالهلام فكانت النقاوة مرتين واربع مرات على التوالي وذلك بغياب المثبط بونولتيك وعند استعمال الهجرة الكيربائية بعملية الفصل واذابته بالمثبط الفني اعطى ثلاث حلقات بـ RF 1,2, 2,4, 5,6 مقارنة بالانزيم المستخلص من سمك الاييل وباستعمال جهاز المسح الكهربائي اما عند استعمال sodium dodecyl sulphate page SDS بالفصل فقد اظهر 14 حزمة من مستخلص الانزيم الخام و 10 حزم بعد استعمال كبريتات الامونيوم و 3 حزم بعد الترشيح بالهلام وكانت اوزانها الجزئية 17,5, 23,5, 24,5 كيلودالتن. كان كل من نونينال ونونادينال مثبط منافس لانزيم استيل كولين استيريز المستخلص من دماغ نحل العسل وثابت تثبيط Ki مقدار 6,4, 1,8 مليمولير على التوالي للمستخلص الخام وكانت قيمة ثابت التثبيط للمادتين ضد الانزيم التجاري المستخلص من سمك الاييل هما 3,2 و 5,4 مليمولير للمادتين على التوالي.

### ABSTRACT

The plant defence compounds trans-2-Nonen-1-al and trans-2, cis-6-nonadien-1-al ( $T_2C_6N$ ) were investigated as inhibitors of Acetylcholinesterase (AChE) which were extracted from honeybee brain. Ammonium sulphate fractionation followed by gel filtration gave 2-fold and 4-fold purification respectively of this enzyme was extracted in the absence of proteolytic inhibitors. Non-denaturing polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) of the partially purified AChE resolved in silver-stained gels 3 species with RF values of 1.2, 2.4 and 5.6: electric eel AChE gave an identical results. Sodium dodecyl sulphate-PAGE resolved 14 bands from crude extract of bee brain, 10 bands after ammonium sulphate fractionation and 3 bands after gel filtration with estimated molecular weights of 17.5, 23.5, and 24.5 kilodalton.  $T_2N$  and  $T_2C_6N$  were competitive inhibitors of honeybee brain AChE with inhibition constant ( $K_i$ ) of 6.4mM and 1.8mM

respectively against crude extracts of bee brain: corresponding values against purified AChE were 3.2 and 5.4mM.

## INTRODUCTION

In 1936-1937, extensive investigations were made on the mode of actions of the organophosphate pesticides towards anticholinesterase enzyme. AchE was first isolated and homogenization by centrifugation from the electric organ of *Torpedo marmorata* (Risso) in 1938<sup>(1)</sup>. Purification was increased hundred-fold of AchE extracted from electric tissue of *Electrophorous electricus* (L.) which were achieved by fractional ammonium sulphate precipitation<sup>(2)</sup>. Sodium dodecyl sulphate of mercaptoethanol and revealed two major polypeptide components have a molecular weight 88 kd and 64 kd (3).

Properties of AchE in crude homogenates of honeybee was different than that from the American cockroach<sup>(4)</sup>. Their activities were not inhibited by high concentration of the substrate<sup>(5)</sup>.

The AchE from housefly and honeybee was inhibited by three organophosphate and gave the following Ki values: Parathion (0.00045mM and 0.001mM), Paraxon (0.000026mM and 0.000019mM) and P-nitrophenyl diisopropylthiophosphate (0.02mM and 14mM) respectively<sup>(6)</sup>.

The following procedure describes the isolation and partial purification of AchE from honeybee brain by column chromatography addition, polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE) and SDS polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) were used to resolve the soluble AchE from other proteins at different stages of purification. This work explores the biochemical mode of action of the two aldehydes in terms of inhibition of the enzyme AchE honeybee brain.

## MATERIALS AND METHODS

### Isolation and Purification of Acetylcholinesterase

All isolation and purification steps were undertaken between 4-10°C. Honey bees stored at -20°C were individually decapitated with scalpel and forceps in a container containing finely broken dry ice, one thousand frozen heads were ground in mortar with 100ml distilled water containing 4ml butanol and 400 mg sodium taurocholate. After storage in the cold room for 72 hours for autolyses the resultant slurry was then strained through glass wool and centrifuged at 7,100 rpm for 30min. As a preliminary experiment indicated that about 85% of AchE activity remained in the supernatant, the precipitate was discarded and the supernatant was again strained through glass wool to remove wax particles. The filtrate was dialyzed against 2 liter (20 volumes) of 0.003 M phosphate buffer (pH 7.0) with two changes of buffer at 12 hour intervals. The dialyzed contents were then centrifuged at 7,100 rpm for 30 min and the precipitate which had only 5.2% of AchE activity was discarded. Fat particles were removed from the supernatant by filtration and the filtrate was kept

for ammonium sulphate fractionation. From this stage on 500  $\mu$ l of 0.01 M choline solution was regularly added to every preparation to increase enzyme stability during purification.

### **Ammonium Sulphate Precipitation**

To crude AchE extract solid ammonium sulphate was slowly added with stirring to give the following concentrations: 0 to 20%, 20 to 40%, 40 to 60% and 80 to 100%. After each addition the mixture was allowed to stand for 1 hour and was then centrifuged at 7.100rpm for 30 min. The precipitate from each fractionation was dissolved in 30ml of 0.005 M phosphate buffer (pH 7.0) (Table 1) followed by analysis against 20 volumes of deionised water. Precipitates from solution 0-20 and 20-40 ammonium sulphate precipitation, the richest in AchE, were combined and then sub-divided into 3 portions of which two were used for Sephadex G-100 chromatography and the third for enzyme assays and electrophoretic analysis. All other precipitates were discarded.

### **Gel Filtration Fractionation of Enzyme**

Sephadex G-100 (4-5g) was swollen at room temperature for three days with several changes of buffer 0.003M phosphate pH 7.0. The gel was deaerated for 1 hour, packed in a column (1.5x20 cm) and equilibrated at 4C with three column volumes of 0.003M phosphate buffer pH 7.0. The crude extract (2ml) was carefully applied to the column bed and eluted at a flow rate of 4ml/hour. Fractions (1.5-2ml) were collected using a Gilson fraction collector and the eluting protein was monitored at 280nm. In addition, the Bradford method of protein quantification was used throughout the isolation and purification procedures using bovine serum albumin as standard<sup>(7)</sup>.

### **Activity Determination**

AchE activity in crude and derived fractions was determined by the method of (8). The activity of honeybee brain AchE was expressed with reference to the activity of units of crystalline, electric eel AchE. Two standard curves were prepared using 0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.3, 0.4 and 0.5 units/ml electric eel and 1,2,3,3 and 5 units/ml electric eel AchE these provided a measure of the velocity of the reaction with bee enzyme and of the amount of honeybee AchE present in a given fraction. The enzyme-rich fraction (9,10,11 and 12) were combined, then concentrated to one-third of the original volume in a Minicon B-15 concentrator.

### **Polyacrylamide Gel Electrophoresis**

Acrylamide gel electrophoresis was conducted on slab gels at 5C according to the method of Davis<sup>(9)</sup> and optimal separation of AchE was achieved in a 5% resolving gel and 3% stacking gel. Enzyme samples (0.1-0.2ml) contained 10% glycerol with bromophenol blue as a tracking dye were applied to the gel. In addition, subunit numbers and molecular weights were estimated by sodium dodecyl

sulphate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE) according to (10) using slab gels comprising 12.5% resolving gel with a 4% stacking gel. Enzyme samples were dissolved in buffer comprising 0.01M Tris Hcl (pH 6.8), 0.001 EDTA, 1% SDS, 10% glycerol with bromophenol blue and 5% reducing agent mercaptoethanol. The presence or absence of reducing agent affects gel patterns (11). Non-denaturing and denaturing gels were stained with Coomassie Brilliant Blue G-250 and, in addition, such gels were silver stained by according to (12). As a check on gel patterns resolved from bee brain AChE, electric eel AChE was also electrophoresed.

### Kinetics of Acetylcholinesterase Inhibition

Constants appropriate to quantity AChE / inhibitor interactions were derived from incubations of enzyme, usually 1.25 units/ml, with two concentrations of the substrate acetylthiocholine, (0.1 and 0.5 mM ATCh) and five concentrations of each aldehyde (0.09, 0.3, 0.45, 0.6 and 0.9 mM) assayed according to (8).

## Results and Discussion

### Acetylcholinesterase Isolation and Purification

About 85% of AChE activity in the honeybee homogenate remained in the supernatant after centrifugation at 7,100 rpm for 30 min. After a second similar centrifugation 80% of AChE activity was in the supernatant so the two precipitates were discarded. Following ammonium sulphate precipitation of the supernatant, 77% of total AChE activity resided in fractions 0 - 20% and 20 - 40% saturation. (Fig. 1). The enzyme in fractions 8 - 17, especially fractions 9 and 10.

Purified honeybee fraction 9 - 10 AChE was resolved in silver - stained non-denaturing gels into three bands with Rf values of 1.2, 2.4 and 5.6; eel AChE gave an identical result (Fig. 2). Silver - stained SDS-PAGE gels of honeybee brain AChE resolved 14 bands from the crude extract, 10 after ammonium sulphate fractionation and 3 after Sephadex G-100 chromatography (Fig. 3). The latter bands represented molecular weights of 17.5, 23.5 and 24.5 kd.

### Kinetics of Inhibition

The Km value for ATCh of crude extraction of honeybee brain AChE was estimated from Lineweaver - Burk plots as 2mM (Fig. 4). Furthermore, these data indicated that AChE (inhibition constant) derived from Dixon plots for T2N with honeybee crude and purified enzyme were 6.6 mM and 3.2 mM respectively; corresponding values for T2C6N were 5.4 mM and 1.8 mM respectively (Fig. 5).

Crude extractions of bee brains hydrolysed 2.2 mM ATCh/mg tissue/hour, which is consistent with the reported value of 2.5 mM ATCh/mg/hour for similar tissue<sup>(6)</sup>.

Our extract, purified 17-fold, resolved in a 5% non-denaturing gel into 3 bands which Rf values matching those of eel AChE under the same conditions. Electric eel AChE has been separated by molecular sieve chromatography into three globular forms representing monomers, dimers and tetramers of the catalytic subunit: sucrose density sedimentation has produced three asymmetric forms consisting of one, two or three tetramers attached by disulphide links to the strands of a triple helical collagen-like tail<sup>(13)</sup>.

Moreover, crude extracts of honeybee brain AChE also resolved 3 bands (Rf value not given) in Acetylcholine and acrylamide gels<sup>(14)</sup>, indicating that each species contained ligand binding sites.

SDS-PAGE of our crude extract resolved 14 bands decreasing after purification after sephadex G-100 chromatography to three with a Mol. wt of 17.5, 23.5 and 24.5 kd. Various molecular weights have been assigned to AChE subunits. Sedimentation equilibrium studies indicated a molecular weight of 260 kd<sup>(15)</sup>, dissociating in the presence of guanidine hydrochloride and mercaptoethanol into four equal subunits of about 64 kd. each<sup>(16)</sup>. A study in 5 M guanidine and 0.001 M dithiothreitol of AChE purified from electric eel estimated the subunit molecular weight to be 42 kd. In neutral 5 M guanidine and 21.5 kd. in acid 5 M guanidine, indicating that the 42.4 kd. species was a dimer species of the other<sup>(17)</sup>. Subsequently, SDS-PAGE in reducing conditions of electric eel AChE purified by affinity chromatography displayed one component at 80 kd. susceptible to cleavage by proteolysis to peptides of 55, 28 and 25 kd.<sup>(18)</sup> As an investigation of the inhibitors most appropriate to block insect proteolysis was outside the present study none were included in the extraction protocol. Accordingly, the subunits identified from SDS-PAGE undoubtedly reflect the action of proteolysis. Their amalgamation would give a species of 65.5 kd. and it may be relevant that recent studies of AChE, extracted in the presence of proteolytic inhibitors, from *Topedo* and human erythrocyte gave values for the catalytic subunit of 67-69 and 67 kd. respectively<sup>(16)</sup>. Nevertheless, the fact that the unprotected product of our purification hydrolysed the substrate with enhanced activity could suggest a distinction might exist between structural and functional subunits.

Our observations on such activity indicate competitive inhibition of insect AChE as a mode - of - action by which the aldehydes kill insects. Furthermore, they indicated T2C6N as a more potent inhibitor than T2N given their respective  $K_i$  values of 1.8 and 3.2 mM respectively. This is consistent with our results from bioassays against 11 insect species in which T2C6N was about twice as potent as an insecticide<sup>(10)</sup>. It also seems relevant that  $k_i$  values for insect AChE better reflect the aldehydes' efficacies as insecticides than do the  $k_i$  values for eel AChE (0.34 and 0.36 mM respectively). Furthermore, these  $k_i$  values indicated insect AChE as less susceptible to the aldehydes than vertebrate AChE. Thus, in terms of  $k_i$ , honey bee AChE was 50fold 9-fold less inhibited than eel AChE by T2C6N and T2N

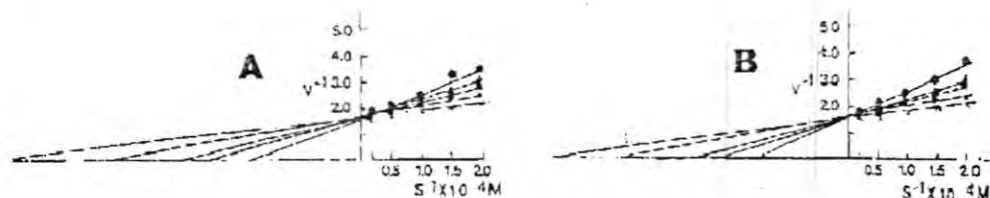


Figure 4. Double reciprocal plot to show competitive inhibition of crude extract of honeybee brain AChE by (A) T2N (b) T2C6N with ATCh as substrate. Inhibitor concentration:   
 x—x control,   
 ●—● 45 mM,   
 ▲—▲ 36 mM,   
 ■—■ 27 mM,   
 ◀—◀ 18 mM.

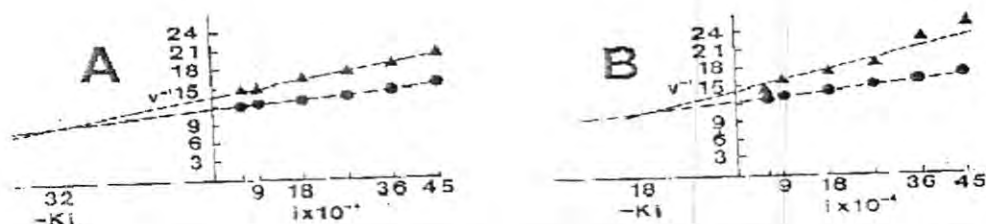


Figure 5. Dixon plot for the inhibition of honeybee brain AChE, purified by Sephadex G-10 chromatography, by (A) T2N, and (B) T2C6N as substrate,   
 ●—● 0.05 mM AChE concentration, ▲—▲ 0.1 mM AChE concentration.

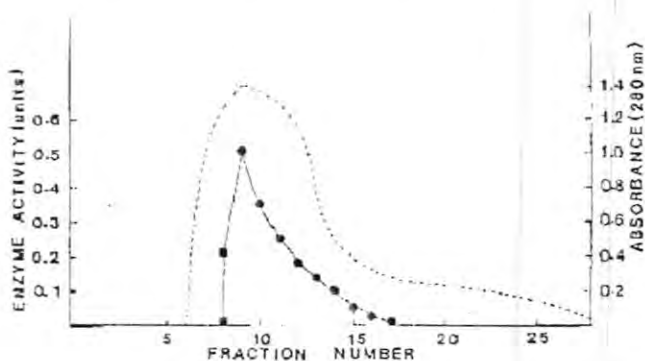


Figure 6. Elution profiles of extract of honeybee brain on Sephadex E-100   
 ●—● AChE activity,   
 ..... protein.



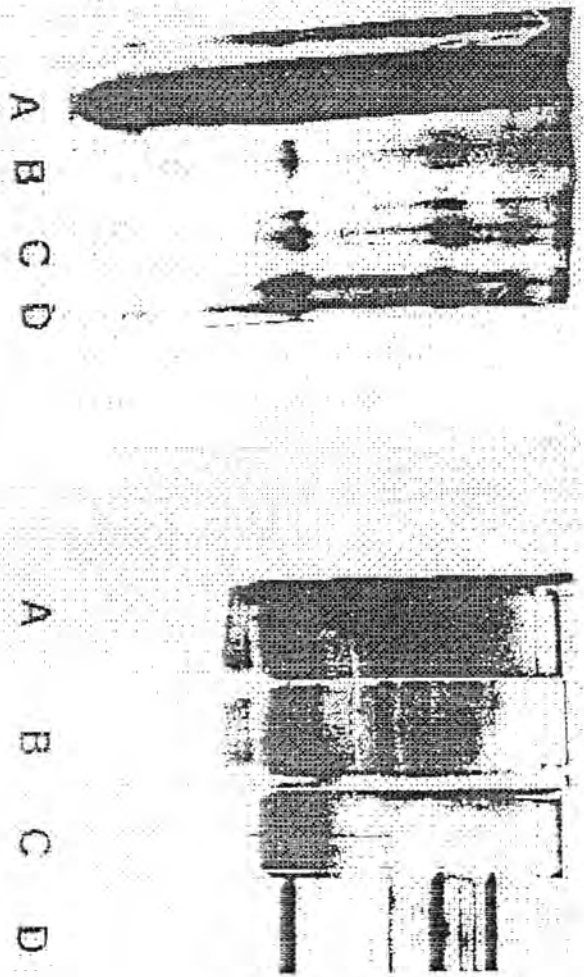


Fig. 2.

Silver-stained non-denaturing polyacrylamide gels of 1 A, 1 B, 1 C, and 1 D, prepared at different concentrations of ammonium sulphate (A: 0.1M, B: 0.2M, C: 0.3M, D: 0.4M) following SDS-PAGE chromatography.

Fig. 3.

Silver-stained SDS polyacrylamide gels of 1 A, 1 B, 1 C, and 1 D, prepared at different concentrations of ammonium sulphate (A: 0.1M, B: 0.2M, C: 0.3M, D: 0.4M) following SDS-PAGE chromatography.

respectively. So evolution of the AChE molecule from the level of the insects to the vertebrates might entail decreased resistance to plant defence compounds such as these aldehydes.

Table 1 : Distribution of AChE activity in various fractions of an extract of honeybee brain

Stage	Volume (ml)	Enzyme Activity (units/ml)	Total Units	Protein (mg/ml)	Specific Activity (units/ml)	Recovery
Crude homogenate	112	2.3	257.6	0.694	3.31	100.0
Pellet (7,100 rpm) before ammonium fractionation	30	1.25	37.5	0.586	2.133	14.5
Pellet (at 7,100 rpm) before ammonium fractionation	15	0.9	13.5	0.184	4.89	5.2
Supernatant	112	1.839	206.08	0.541	3.39	79.9

## References

1. Nachmansohn, D. and Ledever, E. Sur la biochimie de la cholinesterase 1. preparation de l'enzyme role des groupement - SH. Bull. Soc. Chim. Biol. 21 : 797 - 808. (1939).
2. Rothenberg, M.A. and Nachmansohn, D. Studies on cholinesterase III. Purification of the enzyme from electric tissue by fractional ammonium sulfate precipitation. J. Biol. Chem. 168 : 223 - 231. (1947).
3. Dudai, Y.; Silman, I. ; Kalderon, N. and Blumberg, S. Purification by affinity chromatography of acetylcholinesterase from electric organ tissue of the electric eel subsequent to tryptic treatment. Bioch. Biophys. Acta. 268 : 138 - 157. (1972).
4. King, J. and Laemmli, V.K. Polypeptides of tail fibres of bacteriophage T4. J. Mol. Biol. 62 : 465 - 477 (1971).
5. Metcalf, R.L. and March, R.B. and Maxon, M. Substrate peromances of insect cholinesterases. Ann. Entomol. Soc. Amer. 8 : 222 - 228. (1955).
6. Metcalf, R. L. and March, R.B. Studies on the mode of action of parathion and its derivatives and their toxicity to insects. J. Econ. Entomol. 42: 721-728 (1949).
7. Bradford, M.M. A rapid and sensitive method for the quantation of quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal. Bioch. 72: 248-254 (1976).

8. Ellman, G.L.; Courtney, K.D.; Andres, Jr. V. and Featherston, R.M. A new and rapid colorimetric determination acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.* 7: 88-95 (1961).
9. Davis, B.J. Disc electrophoresis-II. Method and application to human serum proteins. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 121: 404-427 (1964).
10. Forss, A.; Dunstone, A.R.; Amsh, E.H. and Start, K.W. The flavor of cucumber. *J. Food Sci* 27: 90-93. (1962).
11. Anglister, L. and Silman I. Molecular structure of elongated forms of electric eel acetylcholinesterase. *J. Mol. Biol.* 125: 293-311 (1978).
12. Switzer, R.C.; Merrill, C.R. and Shifrin, S. A highly sensitive silver stain for detecting protein and peptides in polyacrylamide gels. *Anal. Biochem.* 98: 231-287 (1979).
13. Bon, S.; Huet, M.; Lemonnier, M.; Rieger, F. and Massoulie, J. Molecular forms of electrophorus acetylcholinesterase: molecular weight and composition. *Eur. J. Biochem.* 68: 523-530 (1976).
14. Booth, G.M. and Metcalf R.L. Phenylthioacetate; a useful substrate for the histochemical and colorimetric detection of cholinesterase. *Science.* 170: 455-457.
15. Leuzinger, W. and Baker A.L. acetylcholinesterase. Large-scale purification homogeneity, and amine acid analysis. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 57: 440-451. (1967).
16. Leuzinger, W. Goldberg, M. and Cauvin, E. Molecular properties of acetylcholinesterase. *J. Mol. Biol.* 40: 217-225 (1969).
17. Millar, D.B. and Grafius, M.A. The subunit molecular weight of acetylcholinesterase. *FEBS Lett.* 12: 61-64. (1970).
18. Morrod, P.J.; Marshall, A.G. and Clark, D.G. Structural stability and composition of acetylcholinesterase purified by affinity chromatography from fresh electroplax tissue of *electrophorus electricus*. *bioch. Biophys. Res. Commun.* 63: 335-341 (1975).
19. Taha, H.A. Studies of trans-2, nonen-1-al and trans-2, cis-6-nonadien-1-al as naturally occurring insecticides Ph.D. thesis, Uni. Coll. Dublin. (1987).

## Thermal Initiation of Polymerization of Methyl Methacrylate by Manganese (III) Dithiocarbamates in Presence of Electron Donor

SALAH M. ALIWI AND ABEER H. HAYALI

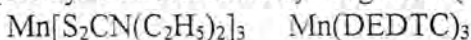
Polymer Research Unit, College of Science, Al-Mustansiriya University, Baghdad

(Received March 1, 2000; Accepted May 14, 2000)

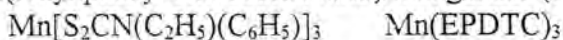
### الخلاصة

تم خلال البحث دراسة الابتداء الحراري لبلمرة الميثيل ميثاكريلات بدرجة حرارة 80°م بوجود ثنائي ميثيل سلفوكسايد (DMSO) كماتح الكتروني وبواسطة بادئات معقدات المنغنيز (III) الكيلتية وهذه المعقدات هي:

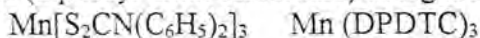
I- Tris(diethyl dithiocarbamato)manganese (III)



II- Tris(ethyl phenyl dithiocarbamato) manganese (III)



III- Tris (diphenyl dithiocarbamato) manganese (III)



تحت ظروف التجربة لم يستدل على أي عاقبة أو منع في عملية البلمرة، وان مرتبة تركيز البادئ هي (0,5) ومرتبة البوليمر حوالي (2,0)، ودلت الدراسة الطيفية بان عملية البدء تحدث بواسطة تجزئة المعقدات لتوليد جذور ثنائي الكيل ثنائي كارباميت المحتثة بعملية تناسق جزئية DMSO مع جزئية المعقد وتصحب عملية الابتداء اختزال Mn(III) الى Mn(II) من خلال عملية الاختزال-الاكسدة الضمنية. تم تعيين طاقات تحفيز البلمرة وعملية الابتداء وكانت القيم تعتمد على نوع البادئ وبصورة عامة تكون اقل من عملية البلمرة الاعتيادية للميثيل ميثاكريلات باستخدام البادئات الاعتيادية. واعتمادا على النتائج الحركية والطيفية فقد تم اقتراح ميكانيكية ابتداء البلمرة باستخدام نظم البدء هذا.

### ABSTRACT

Three types of Mn(III) dithiocarbamate complexes are used as thermal initiators (at 80°C) for polymerization of methyl methacrylate (MMA) in presence of dimethyl sulphoxide (DMSO). These complexes are,

I- Tris(diethyl dithiocarbamato)manganese (III)  $\text{Mn}[\text{S}_2\text{CN}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_3 \quad \text{Mn}(\text{DEDTC})_3$ ,

II- Tris(ethyl phenyl dithiocarbamato) manganese (III)  $\text{Mn}[\text{S}_2\text{CN}(\text{C}_2\text{H}_5)(\text{C}_6\text{H}_5)]_3$

$\text{Mn}(\text{EPDTC})_3$ , III- Tris (diphenyl dithiocarbamato) manganese (III)

$\text{Mn}[\text{S}_2\text{CN}(\text{C}_6\text{H}_5)_2]_3 \quad \text{Mn}(\text{DPDTC})_3$ . The order in initiator is 0.5 and in monomer is

about 2. No retardation or inhibition is detected under the experimental conditions

employed. Spectroscopic analysis shows that initiation process occurs predominantly

through scission of Mn-S bond enhanced by the coordination of DMSO molecule to

form dithiocarbamate free radical and simultaneously the oxidation state of Mn(III)

is reduced to Mn(II) through the intraredox thermal process. The activation energies

of overall polymerization and initiation were determined and are generally lower than

the usual values for MMA polymerization using conventional initiating systems. A mechanism of initiation by the present system is suggested depending on the kinetics and spectroscopic analyses.

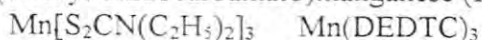
## INTRODUCTION

Thermal initiation of free radical vinyl polymerization by transition metal chelates has received a considerable attention in the last three decades<sup>(1,2,3)</sup>. Reports in literature reveal that the presence of electron donor with metal chelate initiating system enhances the efficiency of these complexes in the polymerization process. Korshak and coworkers<sup>(4)</sup> first reported that the formation of acetyl acetone radical ( $\text{aca}\dot{\text{c}}$ ) from the thermal decomposition of  $\text{Mn}(\text{acac})_3$  is enhanced by the presence of acetic acid and trichloro acetic acid as electron donor. Uehara and coworkers<sup>(5)</sup> reported the polymerization of methyl methacrylate (MMA), styrene and vinyl acetate at 70°C by  $\text{Mn}(\text{acac})_3$  could be activated by pyridine and its derivatives as electron donor. The average rate of polymerization was found to follow the following trend:

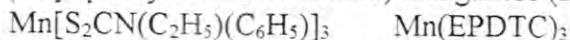
Pipryridine > Pyridine > 2,6-dimethyl pyridine > no additive

Bamford and Lind<sup>(6)</sup> show that acrylonitrile could be polymerized at 25°C in presence of  $\text{Mn}(\text{acac})_3/\text{DMSO}$  initiating system. Kimura, Inaki and Takemoto<sup>(7)</sup> have suggested the initiating mechanism of vinyl polymerization by  $\text{Cu}(\text{II})(1,3\text{-diamino propane})/\text{CCl}_4$  system. Bamford and Ferrar<sup>(8)</sup> gave the detail kinetic studies of photoinitiated polymerization of MMA, styrene and acrylonitrile at 25°C using  $\text{Mn}(\text{acac})_3$  and  $\text{Mn}(\text{facac})_3$  in presence of pyridien and DMSO as electron donor. Aliwi and Bamford<sup>(9)</sup> have reported the mechanistic study of the photoinitiation of polymerization by  $\text{VO}(\text{acac})_2\text{Cl}$  of MMA at 25°C and the initiation process is greatly enhanced by the presence of pyridine or DMSO as electron donor. The suggested mechanism of initiation that the electron donor molecule interacts with chelate complex to form the ionic intermediate from which a chlorine atom is radical derived from DMSO or pyridine can be formed photochemically which are found responsible for free radical polymerization process. In the present work, we intended to investigate the kinetics and mechanism of the thermal polymerization of MMA at 80°C in presence of DMSO as electron donor using three types of manganese (III) dialkyl dithiocarbamato complexes These are:

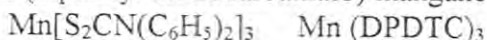
I- Tris(diethyl dithiocarbamato)manganese (III)



II- Tris(ethyl phenyl dithiocarbamato) manganese (III)



III- Tris (diphenyl dithiocarbamato) manganese (III)



## EXPERIMENTAL

### Materials

1. Mn(III) chelate complexes: The three chelate complexes I, II and III were prepared according to the method suggested by Fabretti and coworkers<sup>(10)</sup> for the preparation of tris( diethyl dithiocarbamato) Co(III) complex. Elemental analysis and the physical properties are shown in table 1.

Table 1: Elemental analysis data, decomposition temperature (D.P. °C) and color of the three Mn(III) chelate complexes and dialkyl dithiocarbamate sodium slats (L1, L2 and L3).

Complex or Lig.	D.P. C	Color	Found % (Calc.%)		
			C	H	N
I	180	Brown	35.33 (35.86)	6.10 (5.98)	7.85 (8.37)
II	167	Brown	51.29 (50.39)	4.42 (4.67)	6.59 (6.53)
III	150	Dark brown	59.49 (59.24)	3.83 (3.80)	4.43 (5.32)
L1	93-95	Fate yellow	34.98 (35.09)	6.73 (5.85)	7.88 (8.99)
L2	96-98	Yellow	49.47 (49.54)	5.21 (4.59)	5.23 (6.42)
L3	80-82	Dark yellow	58.38 (58.43)	3.74 (3.75)	5.96 (5.24)

2. Dialkyl dithiocarbamate ligand sodium salt: The sodium salts of diethyl dithiocarbamate (L1), ethylphenyl dithiocarbamate (L2) and diphenyl dithiocarbamate (L3) were synthesized according to Vogel<sup>(11)</sup>. CHN analyses are shown in table 1.

3. MMA monomer (BDH ltd.) was purified by the method reported by Bamford and Lind<sup>(6)</sup>. The monomer was prepolymerized at 100°C for 1 hour before being distilled under reduced pressure, for removal of traces of impurities whcih might act as retarder or inhibitor.

4. Dimethyl sulphoxide (BDH ltd.) was purified by the mehtod of Atkinson and colleagues<sup>(12)</sup>, dried using molecular sieve type 4A (BDH ltd.) then distilled under reduced pressure (14mm-Hg) at 75°C under nitrogen atmosphere.

5. Solvents: Benzene, methyl alcohol of analar grade supplied by BDH ltd., used without further purification.

### Techniques

Polymerization process was carried out in a Pyrex vessel of 10cm<sup>3</sup> capacity connected at a nitrogen gas purging system. Dissolved air was removed by bubbling MMA saturated nitrogen gas (Al-Mansour factory/ Baghdad of purity 99.90%) for

20 min. The reaction tube was protected from light using aluminum foil and placed in bath at  $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  using thermostat tpe Haake-K15.

Rates of polymerization were measured gravimetrically by precipitating the polymer in 50 fold of methanol according to the following equation

$$-\frac{d[M]}{dt} = \omega = \frac{[M_0] \times dc\%}{100xt(s)} \quad (1)$$

Where  $[M_0]$  is the initial monomer conc.  $dc\%$  is the % monomer conversion to polymer with polymerization time (t) in seconds. Number average molecular weight ( $M_n$ ) of polymer was determined viscometrically using Ostwald viscometer with the aid of the modified Mark-Houwink equation:

$$[\eta] = k \bar{M}_n^{\alpha} \left\{ \frac{2+y}{2(1+y)} \right\}^2 \frac{1+y(1+\alpha/2)}{1+y} \quad (2)$$

$[\eta]$  is the intrinsic viscosity and  $y = k_{tc}/k_{td} = 0.77^{(13)}$  ( $k_{tc}$  and  $k_{td}$  are the rate constants for termination by combination and disproportionation respectively).

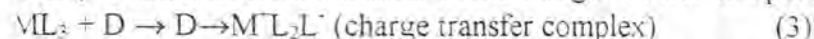
$\alpha$  and  $k$  values were taken<sup>(14)</sup> as 0.76 and  $9.4 \times 10^{-5}$  using benzene as solvent at  $25^{\circ}\text{C}$ .

Infra-red spectra were measured by Pye-Unicam SP3-100 spectrophotometer using KBr and polymer film technique. This technique is used for identification of the initiator and ligand Na salt. Hitachi U-2000 double beam UV-visible spectrophotometer was used to measure the spectral changes in initiator during polymerization process and identify the adduct form between the complex and DMSO molecule.

Specific conductance of MMA/DMSO and Mn(III) complexes solution were measured using WTW conductometer LF191 Germany.

## RESULTS AND DISCUSSION

It is known that the electron donors such as DMSO, pyridine and aliphatic amines can enhance the photo and thermal initiation of free radical polymerization of vinyl monomers initiated by transition metal chelates<sup>(6,8,9)</sup>. This enhancement was attributed to the reaction between the electron donor (D) and metal chelate molecule ( $ML_x$ ) which transform the latter to the charge transfer complex as shown:



In the present work, we have explored the kinetics and mechanism study of the thermal polymerization of MMA by three types of Mn(III) dialkyl dithiocarbamate complexes (I, II and III) in presence of dimethyl sulphoxide as an electron donor.

The formation of the charge-transfer complex of the ion pair type between the Mn(III) dithiocarbamate complex and DMSO was detected by the change in the UV-visible spectrum before and after addition of certain amount of DMSO to the Mn(III) complex in MMA solution. Figure 1 clearly shows that the spectrum is changed when the DMSO is added to the Mn(III) (DEDTC)<sub>2</sub> in MMA solution.

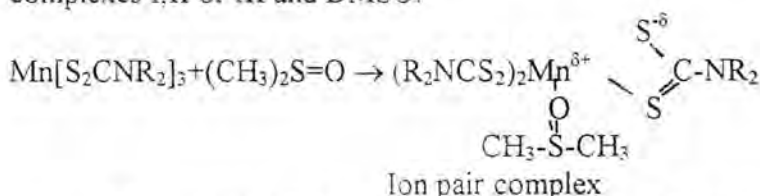
Similar changes were obtained from the Mn(III) (EPDTC)<sub>3</sub> and Mn(III) (DPDTC)<sub>3</sub> complexes.

The nature of the adduct formation between Mn(III) dithiocarbamate complex and DMSO was also studied by the electrical conductivity measurements before and after the adduct formation. Table 2 shows that a specific conductance is increased from  $2.5 \times 10^{-8} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$  to  $3.6 \times 10^{-6} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$  when 0.12M of DMSO is added to  $5 \times 10^{-4} \text{M}$  of Mn(III) (DEDTC)<sub>3</sub> in MMA solution. This clearly indicates the ionic (or partially ionic) nature of the complex formed between DMSO and Mn complex.

Table 2: The specific conductance of complex (I) in MMA solution in presence of different conc. of DMSO as an electron donor.

Solution Composition	[Mn(DEDTC) <sub>3</sub> ] mole/L	[DMSO] mole/L	10 <sup>7</sup> specific conductance ( $\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ )
MMA	0.0	0.00	<0.20
MMA+DMSO	0.00	0.12	<0.20
MMA + complex (I)	$5 \times 10^{-4}$	0.00	0.25
MMA+(I)+DMSO	$5 \times 10^{-4}$	0.012	7.50
MMA+(I)+DMSO	$5 \times 10^{-4}$	0.024	12.0
MMA+(I)+DMSO	$5 \times 10^{-4}$	0.048	17.0
MMA+(I)+DMSO	$5 \times 10^{-4}$	0.072	23.0
MMA+(I)+DMSO	$5 \times 10^{-4}$	0.096	29.0
MMA+(I)+DMSO	$5 \times 10^{-4}$	0.12	36.0

The observations of the spectral changes and conductivity measurements might lead to suggest the following equation for the reaction between the Mn complexes I,II or III and DMSO:



The nature of the initiation process using this system of initiators I,II or III and constant conc. of DMSO (0.12M) was studied by monitoring the average rate of polymerization with square root of initiator conc. The straight line obtained from this relationship that shown in Figure 2 strongly suggests the free radical nature of the initiation process. From the straight lines shown in Figure 2 the following relations are obtained:

$$\omega = 5.36 \times 10^{-3} [\text{I}]^{1/2} \quad \text{mole L}^{-1} \text{s}^{-1} \quad (5)$$

$$\omega = 5.27 \times 10^{-3} [\text{II}]^{1/2} \quad \text{mole L}^{-1} \text{s}^{-1} \quad (6)$$

$$\omega = 5.09 \times 10^{-3} [\text{III}]^{1/2} \quad \text{mole L}^{-1} \text{s}^{-1} \quad (7)$$

The above equations indicate that the initiator I is more active than initiator II and this is more active in polymerization than initiator III.



*Thermal Initiation Of Polymerization Of Methyl Methacrylate By Manganese (III) Dithiocarbamates In Presence Of Electron Donor* S. M. Aliwi And A. H. Hayali

When the % conversion of polymerization is followed with reaction time (at constant DMSO, monomer and initiator conc.), all initiators show a straight-line relationship passing through the origin. This result indicates the unretarded uninhibited nature of the polymerization process using these initiating systems.

The order in initiator conc. was also determined by the logarithmic changes of average rate of polymerization with logarithmic changes in initiator conc. From the results obtained, it was found that the order in all initiators I, II and III is very close to 0.5. Again this result indicates that the polymerization process of MMA at 80°C is free radical in nature.

The order in monomer was also determined by variation of rate of polymerization with monomer conc. using benzene as diluent in presence of constant conc. of DMSO (0.12M) and initiator ( $5 \times 10^{-4}$ M). The slope of  $\log \bar{\omega}$  versus  $\log [MMA]$  plot reveals that the order in monomer is 1.98 (about 2) for all initiators. This value recalls the monomer order for the thermal initiation of polymerization of MMA (1.5 for  $Mn(acac)_3^{(6)}$  and (1.44 for cobalt (III) chelate<sup>(15)</sup>). However, when dibenzoyl peroxide is used as initiator (with 0.12M DMSO) the order in monomer is nearly 1.

It seems to us that the order in monomer using transition metal chelates as thermal initiators is always higher than 1 (between 1.5 to 2). This of course led us to conclude that a monomer molecule is involved in the initiation step.

The kinetic parameter  $k_p k_t^{-1/2}$  was also calculated from relation (8) for the simple free radical polymerization:

$$\frac{k_p}{k_t^{1/2}} = \frac{1}{[M]} \left\{ \bar{\omega} \bar{D}_p \frac{2+y}{2(1-y)} \right\}^{1/2} \quad (8)$$

{ $y$ =the ratio between the rate constant of combination ( $k_{tc}$ ) to disproportionation ( $k_{td}$ ) and taken as 0.77 at 80°C for MMA<sup>(13)</sup>}.  $\bar{D}_p$  is the average degree of polymerization. Table 3 shows the average value of  $k_p k_t^{-1/2}$  for initiators I, II and III.

Table 3: The average values of  $k_p k_t^{-1/2}$  for the thermal polymerization of MMA at 80°C. Initiator conc is  $5 \times 10^{-4}$ M, DMSO conc. = 0.12 M and monomer conc. = 9.33M.

Initiator	$k_p k_t^{-1/2} (L^{1/2} Mol^{-1/2} s^{-1/2})$
I	0.078
II	0.077
III	0.075

The values of  $k_p k_t^{-1/2}$  for all initiators are generally lower than that reported by Bamford and Lind<sup>(6)</sup> (0.17) and Thiagarajan and coworkers<sup>(15)</sup> (0.174) and Arnett<sup>(16)</sup> (0.109) using Mn(III), Co(III) chelate complexes and AIBN initiators respectively for MMA polymerization at 80°C.

Since no retardation, inhibition or chain transfer processes were indicated in the present polymerization system, the low values of  $k_p k_t^{-1/2}$  obtained in the present work could be attributed to the possibility of primary radical termination because of the relatively stable initiator radicals produced. Using the average value of the rate of polymerization rather than the initial rate (higher in value) in equation (8) might be the other reason for the low value of the calculated  $k_p k_t^{-1/2}$ .

The rate of initiation ( $v_i$ ) could be also calculated from equation (9) using the values of  $k_p k_t^{-1/2}$  in Table 3 in term of initiator conc.

$$-\frac{d[M]}{dt} = \frac{k_p}{(k_{tc} + k_{td})^{1/2}} [M] v_i^{1/2} = \omega \quad (9)$$

$$v_i = 5.42 \times 10^{-5} \text{ [I]} \quad \text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad (10)$$

$$v_i = 5.38 \times 10^{-5} \text{ [II]} \quad \text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad (11)$$

$$v_i = 5.29 \times 10^{-5} \text{ [III]} \quad \text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1} \quad (12)$$

Equations 10,11, and 12 and equations 5,6 and 7 clearly indicates the initiator I is relatively more active than II and this is more active than III.

The activation energy for overall polymerization ( $E_T$ ) process was deduced from the slope of Arrhenius plot shown in Figure 3 for all initiators used (polymerization temp. ranged between 50°C - 90°C). The activation energy for initiation ( $E_i$ ) is calculated from equation (13).

$$E_T = (E_p - E_t/2) + E_i/2 \quad (13)$$

When  $E_t$  and  $E_p$  are the activation energies for termination and propagation respectively.

By taking the value of  $E_p - E_t/2 = 19.24$  KJ/mol for thermal polymerization of MMA at 80°C<sup>(17)</sup>, the values of  $E_T$ ,  $E_i$ . Results are shown in table 4.

Table 4: The values of overall polymerization and initiation activation energies of the thermal polymerization of MMA at 80°C (initiator conc. is  $5 \times 10^{-4}$ M and DMSO conc = 0.12 M).

Initiator	$E_T$ (KJ/mol)	$E_i$ (KJ/mol)
I	37.15	35.81
II	39.08	39.66
III	41.08	43.68

Results in Table 4 show that both  $E_T$  and  $E_i$  increase in the following order: III>II>I. Therefore, the values of  $E_T$  and  $E_i$  are dependent on the chemical nature and structure of the initiator used. The value of  $E_i$  for initiator I is lower than for initiator II and this is lower than  $E_i$  for initiator III which reflects that the initiating radical produced from initiator I is more active (less stable) in initiating process than in II and this is more active than initiator III. i.e. the radical produced from initiator

III is the more stable radical. The radical stability could be attributed to the high resonance structure in radical derived from the ligand in complex III than radical from complex II and this gives radical more resonance stable than radical obtained from complex I.

The values of  $E_T$  and  $E_i$  for MMA shown in table 4 are generally lower than that obtained by many authors using transition metal chelates as thermal initiators<sup>(6,15)</sup>. This might be explained by the chemical nature of the adducts (ion pair) formed between complex I, II and III and DMSO by which the formation of the initiating radical needs less energy.

The UV-visible absorption spectrum of the complexes I, II and III in MMA with 0.12 M DMSO is changed with heating time. Figure 4 shows the spectral changes of complexes I, II and III and all show an isosbestic point at wavelength located about 320nm which indicates that the thermal decomposition reaction of the complexes is not complicated.

By following the  $\log(A_t/A_\infty)$  versus heating time, a straight line is obtained for all initiators used, indicating a first-order reaction and from the slope of the straight line the value of the specific rate constant ( $k_d$ ) for initiator decomposition is evaluated. Table 5 shows the value of  $k_d$  and rate of thermal decomposition of complexes I, II and III.

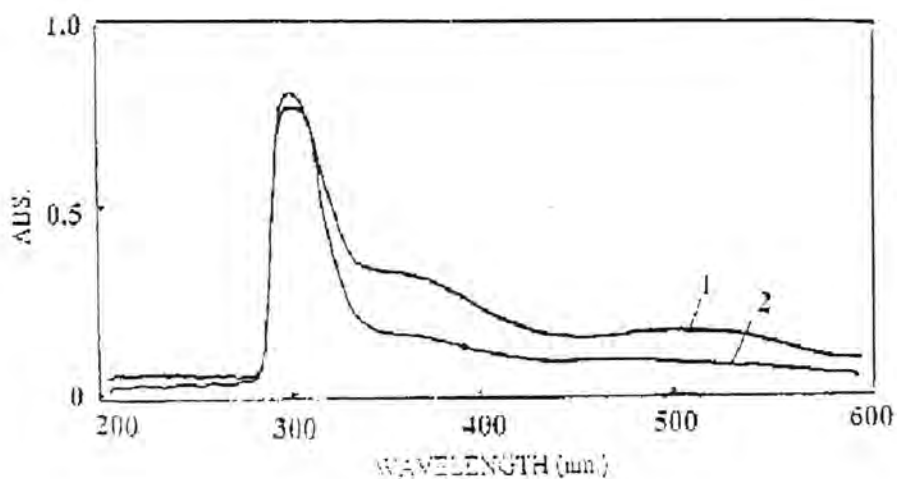
$A_t$  and  $A_\infty$  are the absorbance after reaction time ( $t$ ) and after ten half lives of complex conc., respectively. The absorbance is measured at wavelength 340nm.

Table 5: The values of  $k_d$  ( $s^{-1}$ ) for the thermal decomposition of Mn(III) chelates at 80°C in bulk MMA solution (complex conc. =  $5 \times 10^{-4}M$ ) in presence of 0.12M DMSO

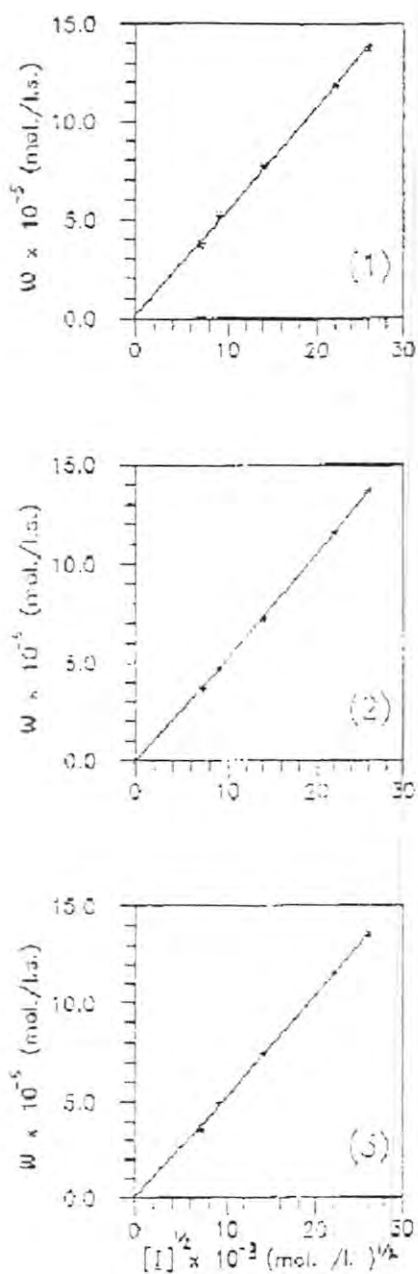
Complex	$K_d(s^{-1})$	Rates of decomposition ( $mol L^{-1} s^{-1}$ )
I	$5.0 \times 10^{-4}$	$2.5 \times 10^{-7}$
II	$8.26 \times 10^{-4}$	$4.13 \times 10^{-7}$
III	$8.73 \times 10^{-4}$	$4.36 \times 10^{-7}$

Results in table 5 show that initiator III decomposes faster than II and this is faster than initiator I. These results are in contrast with the results shown in equation (10,11 and 12) and the activation energy values shown in table 4. This discrepancy might be explained by the instantaneous formation of dimeric ligand species during the thermal decomposition process by what so called *cage effect*. By this mechanism no radical is formed to initiate polymerization.

According to the kinetic and spectral observations already reported, one might suggest the following scheme for the thermal initiation by the present initiating system :



*Figure (1)* – UV-visible spectrum of Mn(DEDIC)<sub>3</sub> ( $5 \times 10^{-4}$  M) in MMA. (1) in absence of DMSO and (2) in presence of 0.12 M DMSO



*Figure (2) — Variation of average rate of polymerization with square root of initiator conc. [DMSO] = 0.12 M, [MMA] = 9.55 M*

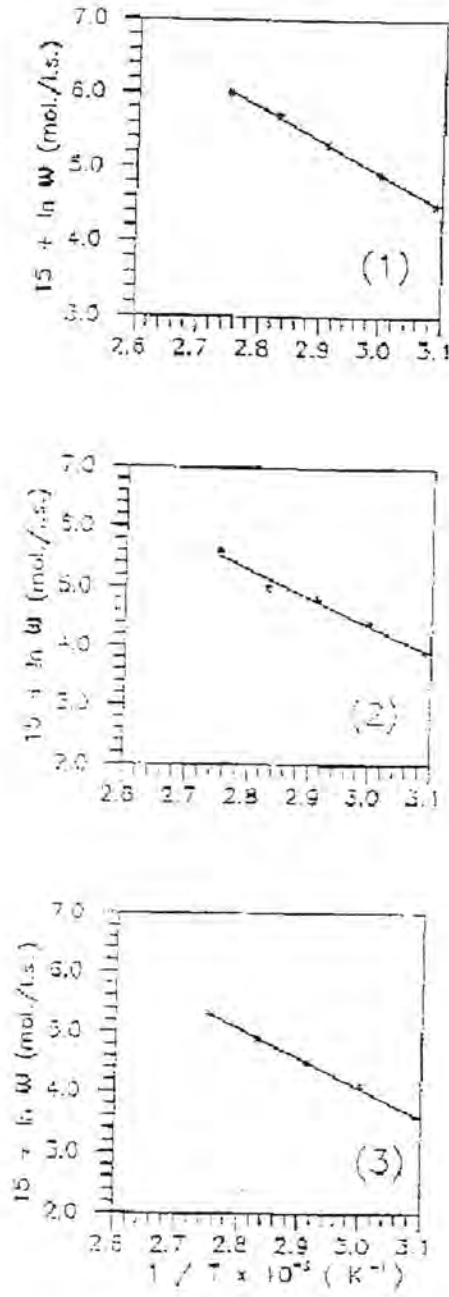
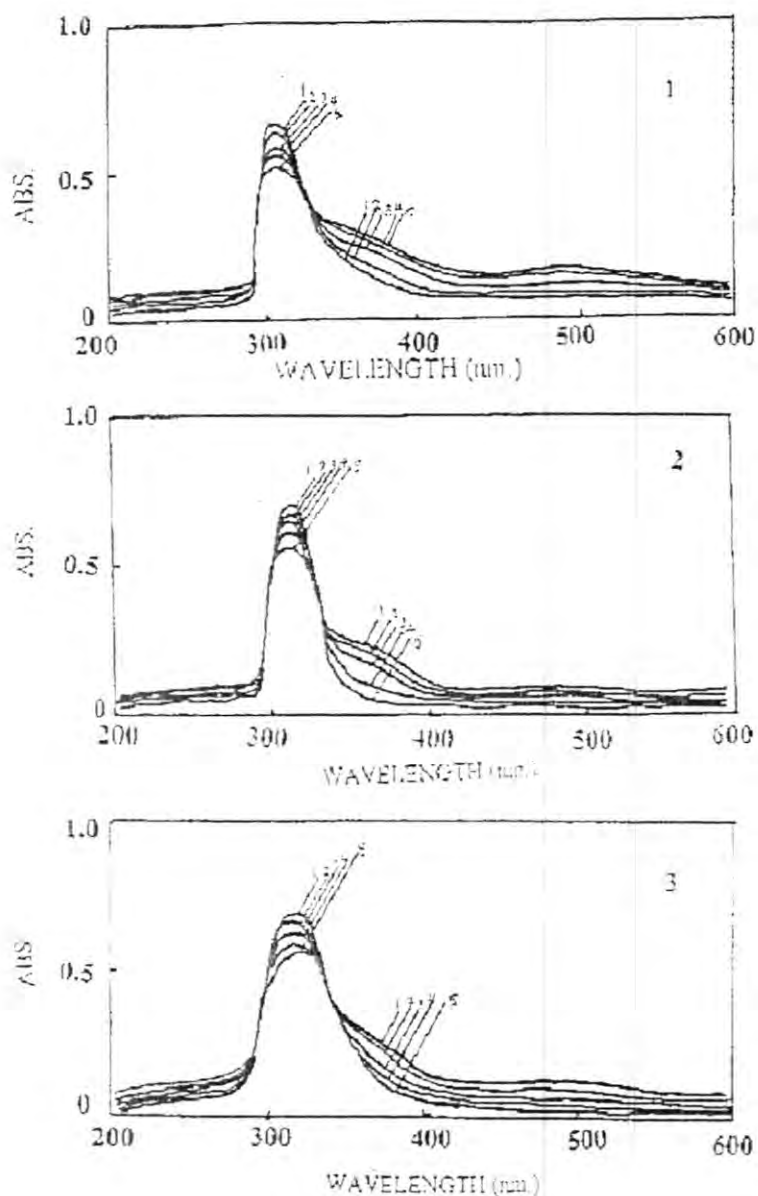


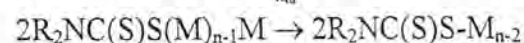
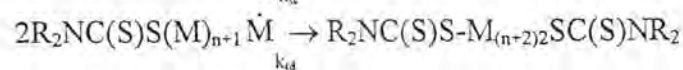
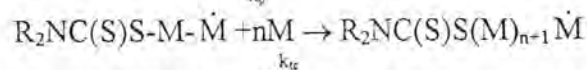
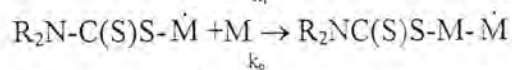
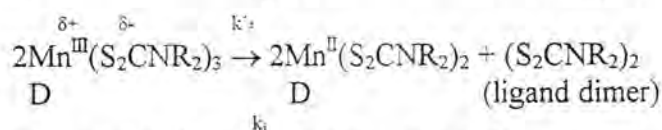
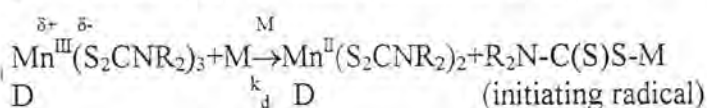
Figure (3) -  $\ln \omega$  versus  $1/T$  in presence of DMSO (0.12 M) for initiators I, II and III ( $5 \times 10^{-4}$  M) (1)=I (2)=II (3)=III



*Figure (4) - UV-visible spectral changes of initiator I, II and III in MMA in presence of 0,12 M DMSO at 80 °C (1)=I (2)=II (3)=III*

(1) before heating (2) after 10 min. (3) after 20 min. (4) after 40 min. (5) after 60 min.

[R=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> or C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>, M=MMA molecule, D=DMSO]



The poly(methyl methacrylate) therefore produced possessing an active (thermally or photochemically) dialkyl dithiocarbamate end groups. This could be utilized to prepare block copolymer of type AB or BAB in presence of other vinyl monomer like styrene or vinyl acetate or acrylonitrile...etc. Further investigations in this aspect are worthwhile.

## REFERENCES

1. G. Barton and F. Borsing in "Complexes in free radical polymerization" A.D. Jenkins (ed.) Elsevier, N.Y. (1988).
2. C.H. Bamford in "Reactivity, Mechanism and Structure in polymer chemistry" A.D. Jenkins and A. Ledwith (Eds.), John Wiley and Sons, London (1974).
3. S.M. Aliwi and N.J. Saleh, Thermal initiation of styrene polym. By chlorooxo-oxo-bis[N-4-(bromophenyl) salicyliden] Vanadium (V), Eng. and Technology, 17, 283 (1998) and reference there in.
4. Y.V. Korshak, T.I. Bevza and A.B. Dolgoblask, Thermal decomposition of manganese acetylacetonate in presence of trichloroacetic acid, Vysokomol., Soedin, Ser. B, 11, 794 (1969).
5. K. Uhara, Y. Kataoka, M. Tanaka and N. Murata, Thermal polym. Of vinyl monomers in presence of pyridine, J. Chem. Soc., Japan Ind. Chem. Soc., 72, 754 (1969).
6. C.H. Bamford and D.J. Lind, Thermal polym. of acrylonitrile by manganese acetylacetonate in presence of DMSO, Proc. Roy. Soc., A 302, 145 (1968).
7. Y. Kimura, Y. Inaki and K.J. Takemoto, Initiation of vinyl polym. by Cu(II)(1,3-diaminopropane)/CCl<sub>4</sub> system, Makromole. Sci. Chem., 9, 1399 (1975).
8. C.H. Bamford and A.N. Ferrar, Photoinitiation of MMA and styrene by Mn-diketonate in presence of pyridine and DMSO as electron donor, Proc. Roy. Soc. A, 321, 425 (1971).



*Thermal Initiation Of Polymerization Of Methyl Methacrylate By Manganese (III)  
Dithiocarbamates In Presence Of Electron Donor* S. M. Aliwi And A. H. Hayali

9. S.M. Aliwi and C.H. Bamford, Photoinitiation of polym. by chloroxo (2,4-pentanedionato) oxovanadium (V) in presence of electron donors, J. Chem. Soc., Faraday Trans., I, 71, 52 (1975).
10. A.C. Fabretti, F. Forghier and C. Preti, Synthesis of tris(diethyl dithiocarbamate Co(III) complex), Inorg. Chem. Acta, 86, 127 (1984).
11. A.I. Vogel "Practical Organic Chem." 3rd Ed. Longmans, London, P 462 (1964).
12. W.H. Atkinson, C.H. Bamford and G.C. Eastmond, Kinetics of vinyl polym. in presence of electron donors, Trans. Faraday. Soc., 66, 1446 (1970).
13. J.C. Bevington, H.W. Melville and R.P. Taylor, Kinetic studies of termination of MMA polym., J. Polymer Sci., 12, 449 and 463 (1954).
14. J. Brandrup and E.H. Immergat "Polymer Handbook" 2nd Ed. John Wiley and Sons Inc., N.Y. (1975).
15. R. Thiagarajan, U.S. Nandi and V. Kalpagam, Thermal initiation of polym. of MMA by Mn(III) and Co(III) chelate complexes, Eur. Polymer J., 18, 261 (1982).
16. L.M. Arnett, Kinetics of polym. of MMA by AIBN initiator, J. Am. Chem. Soc., 74, 2027 (1952).
17. P.D. Bartlett and K. Kwart, Thermodynamics of polym. of MMA monomer by radical initiating system, J. Am. Chem. Soc., 72, 1051 (1950).

## On an Infinite Dimensional Leslie Matrix in Sequence Space

ABDUL SAMEE A.R. AL-JANABY\* AND OMAR F. MUKHRAJ\*\*

\*Department of Mathematics, College of Science, Al-Mustansiriya University, Baghdad-Iraq

\*\*Department of Mathematics, College of Education Mukalla, University of Aden, Hudramout, Yemen.

(Received Sept. 20, 1999; Accepted May 14, 2000)

### ABSTRACT

An infinite dimensional generalization of the Leslie matrix is introduced, and we assume that the top row  $(\{\alpha_n\}_{1^\infty})$  and the subdiagonal  $(\{w_n\}_{1^\infty})$  of such matrix are considered to be elements in the Hilbert space  $\ell_2$ .

In this paper we prove that an infinite dimensional Leslie matrix have a real positive eigenvalue and bounded for the eigenvalues is also investigated. In addition, we prove that such matrices define a compact linear operator. from  $\ell_2$  into  $\ell_2$ .

### INTRODUCTION

The Leslie matrix model<sup>[12]</sup> is a well known matrix , and is used to describe the dynamics of an age structured population.

The population is divided into  $n$  classes (groups) with the number of female in each age class at time  $t_k$  is defined by

$$X^{(k)} = (x_1^{(k)}, x_2^{(k)}, \dots, x_n^{(k)})$$

it is called the age distribution vector, where  $x_{i+1}^{(k)}$  is the number of females in class  $i + 1$  at time  $t_k$ ,  $i = 1, 2, \dots, n-1$ .

The change in the population structure from time  $t_{k1}$  to time  $t_{k+1}$  is given by

$$x^{(k)} = Lx^{(k-1)} = L^2x^{(k-2)} \dots = L^kx^{(0)}$$

where  $x^{(0)}$  is the initial age distribution and  $L$  is the Leslie matrix :

$$L = \begin{pmatrix} F_1 & F_2 & \dots & F_{n-1} & F_n \\ P_0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & P_1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & & P_{n-1} & 0 \end{pmatrix}$$

Which is anon-negative square matrix of order  $n$ . Its first row is  $F_i \geq 0$ ,  $i=1,2,\dots,n$ , represents the expected, number of offsprings (births) to an individual in a class  $i$  to class  $i+1$  while  $0 < p_i < 1$ ,  $i = 1,2,\dots, n-1$ . represents the probability of survival from time the to time  $t_{i+1}$ .

Therefore, if we know the initial age distribution vector and the Leslie matrix we can evaluate the female age - distribution at any time .

It is well known that Leslie matrix  $L$  has only one real positive eigenvalue  $\lambda_1$  say [12,13,14] , and the remaining eigenvalues of  $L$  are negative or complex<sup>[14]</sup> .

The behavior of the population is governed by the eigenvalue of the Leslie matrix it gives the general picture of the dynamics of the growth process, if  $\lambda_1 > 1$  then the population increasing while it is decreasing when  $\lambda_1 < 1$  and the population will go to extinct. The stability size will happen when  $\lambda_1 = 1$  and the population has zero growth<sup>[14]</sup>.

The non-positive eigenvalues of Leslie matrix also exist. A sharp containment region for the non-positive spectrum of Leslie matrix is constructed in paper [9]. While paper [10] considered a Leslie matrix with a near periodic fecundity pattern, it shows that such matrices have at least two non-real eigenvalues with moduli close to the spectral radius.

There is an important reason arised when the eigenvalue to be existed when the Leslie matrix has an infinite-dimensional, because the determinants, in this ease, is not defined. In this paper we assume that Leslie matrix having infinite dimension with its top row and subdiagonal are considered to be elements in the Hilbert space

$\ell_2$  the space of all sequences  $\{x_n\} \ni \sum_{n=1}^{\infty} |x_n|^2 < \infty$  with norm defined by  $\|x\| = \left( \sum_{n=1}^{\infty} |x_n|^2 \right)^{1/2}$

We want to prove that such matrix will have a positive real eigenvalue and the corresponding eigenvector has positive entries, we also prove that the infinite dimensional Leslie matrix define a compact linear operator from  $\ell_2$  into  $\ell_2$  .

### The Infinite-Dimensional Leslie Population Matrix In The Hilbert Space $\ell_2$

#### Definition 1

A infinite matrix  $(\alpha_{ij})_{1^{\infty}}$  whose elements satisfy :

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} \alpha_i, & i = 1 \text{ and } j = 1, 2, 3, \dots \\ w_j, & i = 2, 3, \dots \text{ and } j = i - 1 \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

Where  $0 < w_j < 1$  and  $\alpha_j \in \mathbb{R}_{-0}$ , is called an infinite- dimensional Leslie matrix.

Note that, for shortness, we put  $\alpha := (\alpha_n)_{1^{\infty}}$  and  $w := (w_n)_{1^{\infty}}$ .

We consider a population divided into an infinite number of age groups, the top row  $\alpha_1$  considered to denote the number of individuals produced by each individual in age group at time  $t$ , and the subdiagonal  $w_j$  denote the probability of survival from age group  $j$  to age group  $j+1$ .

Let  $X$  and  $Y$  be two subsets of sequences of complex numbers and  $T=(\alpha_{ij})_{i,j=1}^{\infty}$  an infinite matrix of complex numbers. If  $x=\{x_i\}_{i=1}^{\infty} \in X$  implies that  $Tx \in Y$  when  $\sum_{j=1}^{\infty} \alpha_{ij}x_j$  converges for each  $i$ , then we say that  $T$  defines a matrix transformation from  $X$  into  $Y$  and is denoted by  $T: X \longrightarrow Y$  [15].

**Lemma I.**

A necessary and sufficient condition for an infinite matrix  $(\alpha_{ij})_{i,j=1}^{\infty}$  to determine a bounded linear operator on a separable Hilbert space  $H$  is that, there exists a constant  $M$  such that for  $n,m=1,2,\dots$

$$\sum_{i=1}^n \left| \sum_{j=1}^m \alpha_{ij}c_j \right|^2 \leq M^2 \sum_{j=1}^m |c_j|^2 \tag{1}$$

for all sequences  $(c_1, c_2, \dots, c_m, \dots)$  of numbers such that  $\sum_{j=1}^m |c_j|^2 < \infty$

**Proof**

Let  $\{e_i\}_{i=1}^{\infty}$  be an orthonormal basis for the Hilbert space  $H$ . Let  $T$  be a bounded linear operator from  $H$  into  $H$ .

Let  $(Te_i, e_j) = \alpha_{ij}$ , and  $(\alpha_{ij})_{i,j=1}^{\infty}$  is an infinite matrix.

We denote the coordinates of the element  $Te_i$ ,  $i=1,2,3,\dots$ , by  $a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots$

$$\text{Thus } Te_i = \sum_{j=1}^{\infty} (Te_i, e_j) e_j = \sum_{j=1}^{\infty} a_{ij} e_j, \quad i = 1, 2, \dots$$

$$\text{put } x = \sum_{j=1}^{\infty} c_j e_j \text{ and } y = \sum_{i=1}^{\infty} a_i e_i$$

Taking  $\alpha_{ij} \neq 0 \quad \forall 0 \leq j \leq m$  and  $\alpha_{ij} = 0 \quad \forall j > m$

Hence

$$\|Tx\|^2 = \sum_{i=1}^{\infty} |a_i e_i|^2 = \sum_{i=1}^{\infty} \left| \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} c_j \right|^2 = \sum_{i=1}^{\infty} \left| \sum_{j=1}^m a_{ij} c_j \right|^2$$

Since  $T$  is bounded, then there exists a positive constant  $M$  such that  $\|Tx\| \leq M\|x\|$ .

So

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |a_{ij} c_j|^2 \leq \sum_{i=1}^{\infty} \left| \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} c_j \right|^2 = \|Tx\|^2 \leq M^2 \|x\|^2 = M^2 \sum_{j=1}^{\infty} |c_j|^2$$

$$\text{Hence } \sum_{i=1}^n \left| \sum_{j=1}^m a_{ij} c_j \right|^2 \leq M^2 \sum_{j=1}^m |c_j|^2$$

Conversely, suppose inequality (1) holds, let  $T: H \longrightarrow H$  be a linear operator. Letting  $m$  and  $n$  tend to infinity we obtain

$$Tx = \sum_{j=1}^{\infty} c_j T e_j = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} a_{ij} c_j e_i \leq \left( \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} |\alpha_{ij}|^2 \right) \left( \sum_{j=1}^{\infty} |c_j|^2 \right)$$

Taking  $M^2 = \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} |\alpha_{ij}|^2$   $\|Tx\|_2^2 \leq M^2 \sum_{j=1}^{\infty} |c_j|^2$  or  $\|Tx\|_2 \leq M \|x\|_2$

Therefore T is a bounded linear operator From  $I_2$  into  $I_2$ .

**Proposition I**

Let  $\alpha := \{\alpha_n\} \in I_2$  and  $w := \{w_n\} \in I_2$  then the multiplication by the infinite - dimensional Leslie matrix  $(\alpha_{ij})$  defines a compact linear operator  $L: \ell_2 \rightarrow \ell_2$



**Proof:**

Since  $\alpha := \{\alpha_n\} \in I_2$  and  $w := \{w_n\} \in I_2$ , then the  $I_2$  norm will be ,

$$\|\alpha\|_2^2 = \sum_{j=1}^{\infty} |\alpha_n|^2 < \infty \text{ and } \|w\|_2^2 = \sum_{j=1}^{\infty} |w_n|^2 < \infty$$

Let  $(\alpha_{ij})$  be an infinite- dimensional Leslie matrix thus

$$\sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} |\alpha_{ij}|^2 = \sum_{i=1}^{\infty} |\alpha_i|^2 + \sum_{j=1}^{\infty} |w_j|^2 < \infty$$

Now, consider the operator  $L: \ell_2 \rightarrow \ell_2$  the multiplication  $Lx = y$  defined by  $y_i = \sum_{j=1}^{\infty} \alpha_{ij} x_j$ ,  $i = 1, 2, \dots$ . Then by Cauchy - Buniakowski inequality

$$= \sum_{j=1}^{\infty} \alpha_{ij} x_j, \quad i = 1, 2, \dots$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} \left| \sum_{j=1}^{\infty} \alpha_{ij} x_j \right|^2 \leq \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} |\alpha_{ij} x_j|^2 \leq \left( \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} |\alpha_{ij} x_j|^2 \right) \leq \left( \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} |\alpha_{ij}|^2 \right) \left( \sum_{j=1}^{\infty} |x_j|^2 \right) < \infty$$

Hence  $Lx \in I_2$

Taking  $M = \left( \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} |\alpha_{ij}|^2 \right)^{1/2}$ .

Thus by Lemma 1, the infinite - dimensional Leslie matrix defines a bounded linear operator from  $I_2$  into  $I_2$ . consequently L is Compact Linear operator from  $I_2$  into  $I_2$ . (see[6]).

In the theory of matrices and graphs irreducibility of a matrix is known to be equivalent to strong connectedness of its directed graph and this gives a way to detect whether a matrix is reducible or not<sup>[3]</sup>.

For the definitions of graph, directed graph and strongly connected, see for example [3,8]

If  $A = (a_{ij}) \in R_{+0}^{IN \times IN}$  ( $\alpha_{ij} \geq 0 \forall i, j = 1, 2, \dots$ ) then the directed graph  $D(A)$  associated with  $A$  is given by

$D(A) = \{(i, j) \in IN \times IN | \alpha_{ij} \neq 0\}$  and it is strongly connected if for every pair  $(i, j) \in IN \times IN$  a directed path  $(i, k_1), (k_1, k_2), \dots, (k_n, j)$  in  $D(A)$ .

That is, a directed path is strongly connected if for any pair of nodes  $P_i$  and  $P_j$  then exists a directed path connecting  $P_i$  to  $P_j$ .

From definition 1, that the birth rate in age groups are non-zero elements so the directed graph is strongly connected hence the infinite-dimensional Leslie matrix is irreducible.

**Lemma 2 :-**

Let  $A = (\alpha_{ij}) \in R_{+0}^{IN \times IN}$  be an irreducible matrix then for all  $(i, j) \in IN \times IN \exists n \in IN$  such  $a_{ij}^{(n)} > 0$  where  $A^n = (\alpha_{ij}^{(n)})$ ,  $\forall i \leq n$ .

**Proof:-**

Let  $a_{ij}$  be an entry in  $A$  with  $i \neq j$ , the matrix  $A^2$  has a component

$$a_{ij}^{(2)} = \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik} a_{kj}$$

which is positive if any single term  $\alpha_{ik} \alpha_{kj}$  is positive.

The matrix  $A^3$  has a component.

$$\alpha_{ij}^{(3)} = \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik} a_{k1} a_{1j}^{(n-1)} = \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik} a_{k1} \sum_{l=1}^{\infty} a_{k1} a_{l2} a_{l2}^{(n-2)}$$

which is positive if any of its terms is positive.

Hence for  $A^n = (\alpha_{ij}^{(n)})$  we have

$$\alpha_{ij}^{(n)} = \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik} a_{k1} a_{1j}^{(n-1)} = \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik} a_{k1} \sum_{k=1}^{\infty} a_{k1} a_{k2} a_{k2}^{(n-2)} = \sum_{k=1}^{\infty} a_{ik} a_{k1} \sum_{k=1}^{\infty} a_{k1} a_{k2} \sum_{k=1}^{\infty} a_{k2} a_{k3} \dots \sum_{k=1}^{\infty} a_{k, n-1} a_{k, n-1} a_{k, n-1} j$$

which is positive if any of its terms is positive.

But from the hypothesis that  $A$  is non-negative irreducible matrix which implies that at least one of the terms  $\alpha_{ij}, \alpha_{ik}, \alpha_{k1}, \alpha_{k2}, \dots, \alpha_{k, n-1}$  is positive.

Hence  $a_{ij}^{(n)} > 0$  where  $A^n = (a_{ij}^{(n)})$ ,  $i \leq n$

We come now to the theorem which is fundamental in our work such theorem due to the Krien-Rutman.<sup>[11]</sup>

**Theorem 1. (Knen-Rutman)**

Let  $X$  be a real Banach space and  $K \subset X$  be a convex closed cone with

$$KU(-K) = X \text{ and } K \cap \{-K\} = \{0\}$$

Let

$T \in \text{of } \delta(x, x)$  be a compact operator leaving the cone  $K$  invariant, ie

$Tx \in K, \forall x \in K.$

$\exists x^0 \in K - \{0\}, \|x^0\|=1, \exists n \in \mathbb{N}$  and  $\exists C \in \mathbb{R}_-$  such that

$T^n x^0 - Cx^0 \in K.$

Then the operator  $T$  has an eigenvalue  $\lambda_1 \in \mathbb{R}_-$ , and an eigenvector  $x^1 \in K$  associated with  $\lambda_1.$

**Theorem 2.**

Let  $L = (a_{ij})$  be an infinite-dimensional Leslie matrix, suppose a  $\alpha, w \in l_2$  and the set  $B = \{(i,j) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N} \mid a_{ij} > 0\}$  is infinite.

Then there exists an eigenvalue  $\lambda_1 \in \mathbb{R}_{>0}$  of  $L$  and a corresponding eigenvector  $x^1 \in l_2$  with  $Lx^1 = \lambda_1 x^1$  and  $x_i^1 > 0 \forall i \in \mathbb{N},$

**Proof:-**

Define  $K = \{x \in l_2 \mid x_i \geq 0, i \in \mathbb{N}\}.$  Then for any  $x \in K$  and  $\mu \geq 0,$

$\mu x = \{\mu x_i\} \geq 0.$  So  $\mu x \in K,$  and hence  $K$  is a cone. To prove that  $K$  is convex, Let  $x, y \in K \Rightarrow x, y \in l_2$  with  $x_i \geq 0$  and  $y_i \geq 0 \forall i \in \mathbb{N}.$  Let  $0 < \lambda < 1,$  then  $\lambda x + (1 - \lambda)y = \{\lambda x_i + (1 - \lambda)y_i\} \geq 0 \Rightarrow \lambda x + (1 - \lambda)y \in K,$  thus  $K$  is a convex set.

Next we show that  $K$  is a closed set. Let  $\{x^{(n)}\}$  be a sequence in  $K$  such that  $x^{(n)} \rightarrow x$  as  $n \rightarrow \infty.$  Denote  $x^{(n)} = \{x_i^{(n)}\}_{i=1}^{\infty}$  and  $x = \{x_i\}_{i=1}^{\infty}$

To prove that  $x \in K,$  ie to prove that  $x \in l_2$   $x_i \geq 0 \forall i.$

Since  $x^{(n)} \in K$  then  $x^{(n)} \in l_2,$  and  $x_i^{(n)} \geq 0 \forall i$

also  $x^{(n)} \rightarrow x$  as  $n \rightarrow \infty$  and  $l_2$  is closed then  $x \in l_2.$

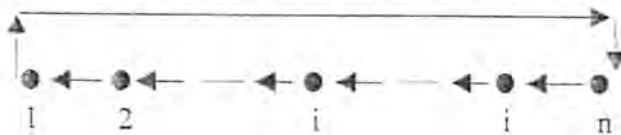
But  $x$  is a limit point of a sequence  $x^{(n)} = \{x_i^{(n)}\}_{i=1}^{\infty}$  of a non-negative numbers hence  $x_i \geq 0 \forall i.$  Thus  $x \in K,$  means that  $K$  is a closed set.

Now, we verify conditions a) and (b) of theorem 2.

For (a) since  $L$  has non-negative components thus for any  $x \in K$  then it is clear that  $Lx \in K.$

For (b) Notice that  $K$  is irreducible matrix by infiniteness of  $B$  Indeed, pick  $(i,j) \in \mathbb{N} \times \mathbb{N}, i \leq j, \exists n \in \mathbb{N}$  with  $n > j$  such that  $(1,n) \in D(L).$

That is,  $(1,2), (2,3), \dots, (i-1,i), \dots, (j-1,j), \dots, (n-1,n)$  in  $D(L)$



Hence  $D(L)$  is strongly connected, thus  $L$  is an irreducible matrix.

By lemma 2., for  $i = 1, j = 1 \exists n \in \mathbb{N}$  with  $a_{ij}^{(n)} > 0$

Let  $x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \end{pmatrix} \in K \setminus \{0\}$  and  $C = a_{ij}^{(n)} > 0$

Then  $T^n x^0 - Cx^0 = L^n x^0 - \alpha_{ij}^{(n)} x^0 \in K$ , hence (b) Therefore theorem 2. Implies that there exists an eigenvalue  $\lambda_1 \in R_-$  of  $L$  and a corresponding eigenvector  $x^1 \in K$ . Finally we prove that  $x^1$  has positive entries,  $x_i^1 > 0 \forall i \in \mathbb{N}$ .

Assume the contrary, thus  $\exists i \in \mathbb{N}$  with  $x_i^1 = 0$  since  $Lx^1 = \lambda_1 x^1$ , thus multiplying both sides by  $L$  we get  $L^2 x^1 = \lambda_1^2 x^1$  and repeating this process we get  $L^n x^1 = \lambda_1^n x^1$ ,  $n \in \mathbb{N}$ , From this we have the  $i$  th coordinate of  $L^n x^1$  is zero. On the other hand  $\exists j \in \mathbb{N}$  with  $x_j^1 > 0$  thus  $\exists n \in \mathbb{N}$  such that  $\alpha_{ij}^{(n)} > 0$ .

Hence for the  $i$  th coordinate of  $L^n x^1$  we have :  $0 = \sum_{k=1}^{\infty} a_{ij}^{(n)} x_k^1 \geq a_{ij}^{(n)} x_j^1 > 0$ , which is impossible. This contradicts our assumption and hence  $x_i^1 > 0 \forall i \in \mathbb{N}$ .

**Bounds for the eigenvalues of an infinite-dimensional Leslie matrix in Hilbert space  $l_2$ .**

Let  $T$  be a linear operator with its domain  $D(T)$  and range  $R(T)$  contained in a Banach space  $X$ , we consider the operator  $T_\lambda = (\lambda I - T)$ , where  $\lambda$  is a scalar and  $I$  is the identity operator on  $X$ . For shortness we write  $(\lambda - T)$  in place of  $(\lambda I - T)$ .

The spectrum of  $T, \sigma(T)$  defined on an infinite-dimensional Banach space  $X$  is partitioned into three disjoint sets<sup>[1,5]</sup>:

1. The point spectrum of  $T, P\sigma(T)$ , is the set of complex numbers  $\lambda$  for which  $T_\lambda$  is not one-to-one. A complex number  $\lambda \in P\sigma(T)$  is called an eigenvalue of  $T$ .
2. The continuous spectrum of  $T, C\sigma(T)$ , is the set of complex numbers  $\lambda$  for which  $T_\lambda$  has a discontinuous inverse with domain dense in  $X$ .
3. The residual spectrum of  $T, R\sigma(T)$ , is the set of complex numbers  $\lambda$  for which  $T_\lambda$  has an inverse whose domain is not dense in  $X$ .

**Definition 2:**

Let  $(a_{ij}^{(n)})$  be an infinite - dimensional Leslie matrix which defines a bounded linear operator  $L: l_2 \rightarrow l_2$ . Then the  $l_2$ -norm of  $L$  is given by  $\|L\| \leq (\sum_{i,j=1}^{\infty} |a_{ij}^{(n)}|^2)^{1/2}$

**Remark 1.**

All eigenvalues  $\lambda$  of an infinite-dimensional Leslie matrix  $L$  lie in the disk  $|Z| \leq \|L\|_2$ ,  $Z \in C$ .  $C$  is a complex numbers.



**Remark 2.**

If  $\lambda_1 \in \mathbb{R}_+$  is an eigenvalue of an infinite-dimensional Leslie matrix  $Z$ , and  $\lambda_i$  is any other real or complex eigenvalue of  $L$  then  $|\lambda_i| \leq \lambda_1$ .

**Theorem 3 :-**

Let  $(a_{ij})_{1^\infty}$  be an infinite-dimensional Leslie matrix defines a bounded linear operator from  $I_2$  into  $I_2$ .

If  $\{\lambda_n\}$  be a sequence of the eigenvalues of  $L$ , then  $\{\lambda_n\} \in I_2$

**Proof:-**

Let  $\{e_i\}_{1^\infty}$  be an orthonormal basis in  $I_2$ (domain) and  $\{g_i\}_{1^\infty}$  be a similar sequence in  $I_2$  (range).

Let  $\alpha_{ij} = \langle Le_i, g_j \rangle$ , -----(1)

$(\alpha_{ij})$  be an infinite-dimensional Leslie matrix defines a bounded linear operator  $L: I_2 \rightarrow I_2$ . Thus

$Le_i = \sum a_{ij} g_j$  -----(2)

consider  $\{\lambda_i\}$  be a sequence of eigenvalues of  $Z$ , and  $\{e_i\}$  be corresponding eigenvector then

$Le_i = \lambda_i e_i$  ----- (3)  $\rightarrow \langle Le_i, e_i \rangle = \lambda_i, \forall i = 1, 2, \dots$

Now  $\sum_{i=1}^{\infty} |\lambda_i|^2 = \sum_{i=1}^{\infty} |\lambda_i|^2 \|e_i\|_2^2 = \sum_{i=1}^{\infty} |\lambda_i e_i|_2^2 = \sum_{i=1}^{\infty} |Le_i|_2^2$  ----by(3)

$= \sum_{i=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{\infty} |\langle Le_i, g_j \rangle|^2$  ----by(2)&(1)  $= \sum_{j=1}^{\infty} \sum_{i=1}^{\infty} |\alpha_{ij}|^2 < \infty$  by proposition 1.

Hence  $\sum_{i=1}^{\infty} |\lambda_i|^2 < \infty$ , means that  $\{\lambda_n\} \in I_2$ .

**Theorem 4.**

Let  $(a_{ij})_{1^\infty}$  be an infinite-dimensional Leslie matrix defines a bounded linear operator  $L$  from  $I_2$  into  $I_2$ . If 0 or 1 is a limit point of the point spectrum,  $P\sigma\{L\}$ , of  $L$ , then it is in the continuous spectrum,  $C\sigma(L)$ , of  $L$ .

**Proof:-**

Let  $x \in I_2$ , then  $x$  can be written as  $x = \sum_{n=1}^{\infty} x_n e_n$  where  $\{e_n\}$  is a basis for  $I_2$ .

Consider  $\{\lambda_n\}$  be a sequence of eigenvalues of  $L$  be such that  $\lambda_n \rightarrow 0$  as  $n \rightarrow \infty$  with  $\lambda_n \neq 0 \forall n$ .

Consider  $L_\lambda = (\lambda - L)$  then  $L_n = -L$ . If we put  $L_n x = 0$  then  $-Lx = 0$ .

or  $0 = \sum_{j=1}^{\infty} a_{ij}x_j$ . But Leslie matrix has  $a_{ij} \geq 0 \forall i, j$ . Hence  $x_j = 0 \forall j$ .

Therefore  $x = 0$ , means that  $L_0$  is one-to-one thus  $L_0^{-1}$  exists, thus 0 is not an eigenvalue of  $L$ . Furthermore  $L_0^{-1}$  is not bounded, Indeed

$$\|L_0 x\| = \|-Lx\|_2 = \|Lx\|_2 \leq k \|x\|_2 \text{ for a positive constant } k, \text{ as } L \text{ is bounded.}$$

$L_0$  is dense in  $l_2$  however for,

$$Y = -Lx \rightarrow y_i = - \sum_{j=1}^{\infty} a_{ij}x_j \quad \forall j = 1, 2, \dots$$

Thus the range is a closed subspace of  $l_2$ , hence the range of  $L_0$ . So the range,  $R(L_0)$ , of  $L_0$  is dense in  $l_2$ .

Hence 0 is in the continuous spectrum of  $L$ , ie  $0 \in C\sigma(L)$ .

Now, consider  $\lambda_n \rightarrow 0$ , with  $\lambda_n \neq 1 \forall n$ .

First, we want to prove that 1 is not an eigenvalue of  $L$ .

Suppose  $L_1 x = (1-L)x = 0$

$$\rightarrow x = Lx$$

$$\rightarrow \sum_{n=1}^{\infty} x_n e_n = \sum_{n=1}^{\infty} x_n \lambda_n e_n \text{ or}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} (1-\lambda_n)x_n e_n = 0 \text{ or}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} |1-\lambda_n|^2 |x_n|^2 = 0$$

as  $\{e_n\}$  is an orthonormal basis for  $l_2$

But  $\lambda_n \neq 1 \forall n$  Hence  $x_n \neq 0 \forall n$  So  $x \neq 0$ , means that  $L_1$  is one-to-one Thus  $L_1^{-1}$  exists. Therefore 1 is not an eigenvalue of  $L$ .

Finally, we want to show that  $L_1$  has unbounded inverse and the range of  $L_1$  is dense in  $l_2$

Since  $L_1 e_n = (1-L)e_n = e_n - L e_n = e_n - \lambda_n e_n \rightarrow \|L_1 e_n\| = |1-\lambda_n| \rightarrow 0$  as  $n \rightarrow \infty$ .

Hence no positive constant  $k$  could exist such that  $K \|x\| \leq \|L_1 x\| \quad \forall x \in l_2$

Therefore  $L_1^{-1}$  is unbounded.

$R(L_1)$  be the range of  $L_1$

$$\text{Since } L_1 \left( \frac{e_n}{1-\lambda_n} \right) = e_n \rightarrow e_n \in R(L_1) \rightarrow \{ \{e_1 e_2, \dots\} \} \subset R(L_1)$$

As  $\{e_n\}_{n=1}^{\infty}$  is a complete orthonormal set in  $l_2$ . Then  $\overline{\{e_n\}_{n=1}^{\infty}} = l_2$ . Thus  $\overline{R(L_1)} = l_2$

Hence the range of  $L_1, R(L_1)$ , is dense in  $l_2$ , thus 1 is in the continuous spectrum  $C\sigma(L)$  of  $L$ , That is  $1 \in C\sigma(L)$ .

## REFERENCES

1. Bachman G. and Narici L, " Functional Analysis" .Academic Press , Inc , New york London ,1966.
2. Cooke Richard G., " Infinite Matrices and Sequence Spaces ", Macmillan and Co. Ltd. ST. Martin's Street, London , 1950 .
3. Csetenyi A.I. and Logofet D.O., Leslie Model Revisited : Some Generalization to Block Structures , Ecological Modeling 48 PP 277-290 , 1989 .
4. Dowson H.R. " Spectral Theory of Linear operators ." Acadmic Press , Inc. London ,Ltd. 1978.
5. Erwin Kreyszing , " Introductory Functional Analysis ," John wiley and Son's , Inc.
6. Gilbert Hember^ . " Introduction to Spectral Theory in H'lberty Space", North - Holland publishing Company , Amsterdam , London . 1969 .
7. Kantorovich L.V. and Akilov G.P., "Functional Analysis", Program Press Ltd . Heading Hill Hall, Oxford , England , 1982.
8. Kaveh A., " Structural Mechanics : Graph and Matrix Methods ". Research studies Press Ltd , 1995 .
9. Kirkland Steve "An Eigenvalue Region for Leslie Matrices, " SIAM J. Matrix Anal Appl. Vol 13 , No.2, PP. 507-529 , 1992 .
10. ————, " On the Spectrum a/Leslie Matrix with a Near - Periodic Fecun- tilty Pattern, " Linear Algebra and its Applications , 178 , Pp261-279 , Elsevier Science Publishing Co. , Inc. 1993 .
- 11 . Krein M.G. and Rutman M.A. , " Linear operator Leaving Invariant a cone in Banach space, " USPekhi Matem Nouk (n.s), vol. 3 , No. 1 (23), PP 3-95 , 1948 .
12. Leslie p. H. , " On the use a/Matrices in Certain Population Mathematics ", Biometrika, 33 , PP 183-212 , 1945 .
13. Pollard J.H. , " Mathematical Models for the growth of Human populations ", Cambridge University Press , Cambridge U.K. 1973 .
14. Rorres . Charis , "Application of Linear Algebra, " John wiley and Sons , Inc.1977.
15. Sudarsan Nanda , "Matrix Transformation in some sequence Spaces ."India J. pure Appl. Math., 20 (7), pp 707-710 .1989 . Varga Richard S. , "Matrix Iterative Analysis" PreM'ic - Hall -, Inc., Englood Cliffs, N.J., 1962 .

## Fully Stable Rings

MEHOI S. ABBAS AND Wafa Y. Yehya

Mathematics Department, Science College, Al-Mustansiriyah University

(Received Feb. 6, 2000; Accepted May 14, 2000)

### الخلاصة

هذا العمل يتركز حول دراسة خواص وتميزات الحلقات تامة الاستقرار والعلاقة بين هذا الصنف من الحلقات والاصناف المعروفة من الحلقات على سبيل المثال الحلقات شبه الفروبينية، الحلقات شبه الفروبينية تقريبا، الحلقات الاغمارية ذاتيا، الحلقات المهذبة والحلقات التقويمية. ثم اعطاء مفهوم الموديلات شبه اغمارية الضعيفة لتوضيح العلاقة بين الحلقات تامة الاستقرار والحلقات الاغمارية ذاتيا. ثم وصف الساحات الديدانكية من بين الساحات النويثيرية بدلالة الحلقات سوابق تامة الاستقرار.

### ABSTRACT

This work is devoted to the study the properties and characterizations of fully stable rings, and the relation between this class of rings and known classes of rings. For example, Quasi-Frobenius, Almost quasi-Frobenius, self-injective, terse and valuation rings. We introduce the concept of weakly quasi-injective modules to clarify the relation between fully stable rings and self-injective rings. Dedekind domains are characterized among Noetherian domains in terms of per-fully stable rings.

### INTRODUCTION

#### Basic Concept

Throughout,  $R$  stands for commutative ring with identity and all modules are unital left  $R$ -modules unless stated otherwise.

A submodule  $N$  of an  $R$ -module  $M$  is called stable, if  $\alpha(N) \subseteq N$  for each  $\alpha \in \text{Hom}_R(N, M)$ .

In case each submodule of  $M$  is stable,  $M$  is called a fully stable  $R$ -module. A commutative ring  $R$  is called fully stable if  $R$  is a fully stable  $R$ -module<sup>(1)</sup>.

In the following proposition various characterizations of these rings are studied.

#### Proposition

The following statements are equivalent for a ring  $R$ .

1.  $R$  is fully stable.
2.  $\text{ann}_R(\text{ann}_R(x)) = (x)$  for each  $x$  in  $R$ .
3.  $\text{ann}_R(x) \subseteq \text{ann}_R(y)$  implies that  $(y) \subseteq (x)$  for all  $x$  and  $y$  in  $R$ .
4. Baer's condition holds for principle ideals.
5.  $\text{ann}_R[(x) \cap \text{ann}_R(y)] = \text{ann}_R(x) + (y)$  for all  $x$  and  $y$  in  $R$ .

### Proof

For the equivalence of (1), (2), (3), and (4) see [1]. The proof of (5) implies (2) follows by taking  $x=1$ . To prove (5), let  $a \in \text{ann}_R[(x) \cap \text{ann}_R(y)]$ . Then  $\text{ann}_R(xy) \subseteq \text{ann}_R(ax)$ , by (3) we have  $(ax) \subseteq (xy)$ , so  $ax = sxy$  for some  $s$  in  $R$ . Thus  $a - sy \in \text{ann}_R(x)$  and hence  $a \in \text{ann}_R(x) + (y)$ .

### Examples and Remarks

1.  $R$  is a field if, and only if, it is integral domain and fully stable.
2. If  $R$  is an integral domain which is not field, then  $R$  fails to be fully stable. For example, the ring  $Z$  of integers. However, if  $R$  is integral domain in which each finitely generated ideal is principal (e.g.  $R$  is a valuation domain). Then  $R/(m)$  is a fully stable ring for each non-zero element  $m$  in  $R$ . For each  $a \in R (=R/(m))$ , it is enough to show that  $\text{ann}_R(\text{ann}_R(a)) \subseteq (a)$ . Let  $b \in \text{ann}_R(\text{ann}_R(a))$ , then there exists  $d \in R$  such that  $(m) + (a) = (d)$ , so  $m = r_1d$  and  $a = r_2d$  for some  $r_1$  and  $r_2$  in  $R$ . Now,  $ar_1 = r_2r_1d = r_2m = 0$ , hence  $r_1 \in \text{ann}_R(a)$ , so  $r_1b = 0$ , then  $b \in (d)$ , since  $R$  is integral domain. Thus  $b \in (d) = (a)$ . In particular, the ring  $Z_n$  of integers modulo  $n$  is a fully stable ring.
3. For any ring  $R$ ,  $J(R)$  and  $Z(R)$  are stable ideals of  $R^{(1)}$ .
4.  $R$  is fully stable ring if, and only if, each principal ideal of  $R$  is stable.
5.  $R$  is a fully stable ring if, and only if, each ideal of  $R$  is a fully stable  $R$ -module.
6. There is no polynomial ring which is fully stable. However, we have the following  
Let  $R = Z_2[x, y]/(x^2, y^2)$  be the ring of polynomials in two indeterminates  $x$  and  $y$  over  $Z_2$  modulo the ideal  $(x^2, y^2)$ . It is clear that  $(x), (y), (xy)$  and  $(x, y)$  are the only non-trivial ideals of  $R$ . Since  $\text{ann}_R(x) = (x)$ ,  $\text{ann}_R(y) = (y)$ ,  $\text{ann}_R(xy) = (x, y)$  and  $\text{ann}_R(x, y) = (xy)$ , then all ideals of  $R$  satisfy the double annihilator conditions (see prop. (1.1)). Thus  $R$  is a fully stable ring.
7. Homomorphic image of a fully stable ring may not be fully stable. For example, let  $R = R/(xy)$  where  $R$  is the ring in (6). Then  $R$  is not fully stable, since  $\text{ann}_R(\text{ann}_R(x)) = \text{ann}_R(x, y) = (x, y) \neq (x)$ , where  $x$  stands for the element of  $R$ .

The class of fully stable rings includes self-injective rings and regular rings. Utumi in [2] proved that, if  $R$  is a self-injective ring, then  $R/J(R)$  is regular and self-injective. We shall establish here an analogous result for fully stable rings. First we consider the following proposition which is true for self-injective rings.

### Proposition

Let  $R$  be a fully stable ring, then  $Z(R) = J(R)$

**Proof**

If  $x \in Z(R)$ , then  $\text{ann}_R(1-x) = (0)$ , hence  $R = (1-x)$ , so  $1-x$  is invertible in  $R$ . Thus  $x \in J(R)$ .

Conversely, if  $w \in J(R)$  and  $w \notin Z(R)$ , then there is a non-zero element  $y$  in  $R$  such that  $\text{ann}_R(w) \cap (y) = (0)$ . Hence  $R = \text{ann}_R[\text{ann}_R(w) \cap (y)]$ . By prop. (1.1) we have  $R = (w) + \text{ann}_R(y)$ , but  $(w)$  is a small ideal of  $R$ , then  $R = \text{ann}_R(y)$ . Again prop. (1.1) implies that  $(y) = (0)$  which contradicts the choice of  $y$ .

**Corollary**

Let  $R$  be a fully stable ring. If  $I$  is any essential ideal of  $R$ , then  $\text{ann}_R(I) \subseteq J(R)$ .

**Proof:**

If  $x \in \text{ann}_R(1)$ , then  $\text{ann}_R(x) \supseteq \text{ann}_R(\text{ann}_R(x)) \supseteq I$ , so  $\text{ann}_R(x)$  is an essential ideal of  $R$ , hence  $x \in Z(R) = J(R)$ .

**Corollary:**

Let  $R$  be a fully stable ring. Then  $J(R) \subseteq (\text{soc}(R))$ .

**Proof:**

For each  $x \in J(R)$ . Full stability of  $R$  implies that  $x \in Z(R)$  and hence  $\text{ann}_R(x)$  is an essential ideal of  $R$ . So  $\text{soc}(R) \subseteq \text{ann}_R(x)$ , thus  $(x) = \text{ann}_R(\text{ann}_R(x)) \subseteq \text{ann}_R(\text{soc}(R))$ .

Now, we are ready to consider the analogous result of Utumi's result for self injective rings.

**Theorem**

Let  $R$  be a fully stable ring. Then  $R/Z(R)$  is regular.

**Proof**

Let  $z \in R/Z(R)$ , and  $B$  be a complement ideal of  $\text{ann}_R(z)$  in  $R$ . Define  $g: B \rightarrow Bz$  by  $g(b) = bz$  for each  $b \in B$ . It is clear that  $g$  is an isomorphism. Full stability of  $R$  implies that, there is an element  $t$  in  $R$  such that  $g^{-1}(bz) = tbz$ . Now,  $b = (g^{-1}og)(b) = g^{-1}(bz) = tbz$ . We claim that  $B + \text{ann}_R(z) \subseteq \text{ann}_R(z - ztz)$ . Let  $x = b + s \in B + \text{ann}_R(z)$  is an essential ideal of  $R$ , then so is for  $\text{ann}_R(z - ztz)$ . Thus  $z - ztz \in Z(R)$  and hence  $z = ztz$ .

The following corollary is immediate:

**Corollary**

Let  $R$  be a fully stable ring, then  $R/J(R)$  is a regular ring (and hence fully stable).

**Rings which are related to fully stable rings.**

It is natural to ask about the location of the class of fully stable rings among the other classes of known rings.

In this section we try to answer this question. We shall consider rings which imply full stability and those which implied by full stability. Then we investigate conditions which provides the missing direction.

Recall that a ring  $R$  is quasi-Frobenius (QF) if  $R$  is Noetherian and every ideal of  $R$  is annihilator. In (3) introduced a generalization of quasi-Frobenius rings.  $R$  is said to be almost quasi-Frobenius (AQF) if each principal ideal of  $R$  is an annihilator and  $R$  satisfies the ascending chain condition on principal ideals.

### Remarks

1. If  $R$  is a ring in which each principal ideal is annihilator of one element, then  $R$  is fully stable. The converse of this statement may not be true. For example, let  $R = \mathbb{Z}_4[x, y]/(x^2y^2)$ . It is an easy matter to check that  $R$  is a fully stable ring, while  $(2x) = \text{ann}_R(2, x)$
2. It is clear that, each AQF ring (and hence QF ring) is fully stable. However, the converse is not true. For example  $R = \mathbb{Z}_4 \oplus \mathbb{Z}_4 \oplus \dots$  be the direct sum of a countable number of copies of  $\mathbb{Z}_4$ . It is easy to see that each principal ideal of  $R$  is annihilator of one element. Thus, by Remark (1),  $R$  is a fully stable ring. But  $R$  is not AQF ring, since  $(2, 0, \dots) \subseteq ((2, 2, 2, 0, \dots)) \subseteq \dots$  is an ascending chain of principal ideals of  $R$  which is non-terminate

In the following proposition, we consider conditions on fully stable ring to be AQF.

### Proposition

Let  $R$  be a ring which satisfies descending chain condition on ideals which are annihilators of one element. Thus  $R$  is fully stable ring if and only if  $R$  is AQF.

### Proof:

Assume that  $R$  is a fully stable ring, then by prop (1.1) each principal ideal of  $R$  is annihilator ideal. Let  $I_1 \subseteq I_2 \subseteq I_3 \subseteq \dots$  be an ascending chain of principal ideals of  $R$ , then  $\text{ann}_R(I_1) \supseteq \text{ann}_R(I_2) \supseteq \text{ann}_R(I_3) \supseteq \dots$  is descending chain of ideals which are annihilator of one element. By the hypothesis, there exists a positive integer  $n$  such that  $\text{ann}_R(I_m) = \text{ann}_R(I_{m-1})$  for each  $m \geq n$ , thus  $\text{ann}_R(\text{ann}_R(I_m)) = \text{ann}_R(\text{ann}_R(I_{m-1}))$ , which implies that  $I_m = I_{m-1}$ , so  $R$  is AQF.

### Corollary

Let  $R$  be an Artinian ring. Then  $R$  is a fully stable ring if and only if  $R$  is AQF.

The ring  $R = \mathbb{Z}_2[x_1, x_2, \dots]/(x_1^2, x_2^2, \dots)$  is AQF<sup>(3)</sup>. However the descending chain of principal ideal  $(x_1) \supseteq (x_1x_2) \supseteq \dots$  of  $R$  does not terminate. This example shows that AQF property does not imply Artinian property.

As we have mentioned before that every self-injective ring is fully stable, so there exist fully stable rings that are not self-injective. For the convers relation we introduce the followign concept.

### Definition

An  $R$ -module  $M$  is said to be weakly quasi-injective if for every  $x$  in  $M$  and every ideal  $I$  of  $R$ , each  $R$ -homomorphism  $\alpha:Ix \rightarrow M$  can be extended to an  $R$ -homomorphism  $\beta:Rx \rightarrow M$ . A ring  $R$  is called weakly quasiinjective if it is weakly quasi-injective  $R$ -module. It is clear that every quasi-injective (res. injective)  $R$ -module is weakly quasi-injective. In particular every self-injective ring is fully stable and weakly self-injective.

Our next step, we prove that full stability and weakly quasi-inejctivity of rings imply self injectivity, but first we need the following lemma.

### Lemma

Let  $R$  be a fully stable weakly self-injective ring. If  $I$  is an ideal of  $R$  satisfies the double annihilator condition, then so is for  $I+(x)$  for each  $x$  in  $R$ .

### Proof:

Denote  $\text{ann}_R(I)$  and  $\text{ann}_R(x)$  by  $A$  and  $B$  respectively, then by hypothesis  $\text{ann}_R(A)=I$  and by prop. (1.1)  $\text{ann}_R(B)=(x)$ , it is enough to show that  $\text{ann}_R(A \cap B) \subseteq I+(x)$ . Let  $y \in \text{ann}_R(A \cap B)$ , define  $\theta:Ax \rightarrow R$  by  $\theta(ax)=ay$  for each  $a \in A$ . If  $ax=0$ , then  $a \in \text{ann}_R(x)=B$ , hence  $a \in A \cap B$ , so  $ay=0$ , therefore  $\theta$  is well defined. Then there exists  $\alpha:Rx \rightarrow R$ . Full stability of  $R$  implies that  $\alpha(x) \in (x)$ . Thus  $\alpha(x)=\alpha(ax)=\theta(ax)=ay$  for each  $a \in A$ . Then  $\alpha(x)-y \in I$  and hence  $y \in I+(x)$ .

### Theorem

Let  $R$  be a weakly self-injective ring. Then  $R$  is a fully stable ring if, and only if, each finitely generated ideal of  $R$  satisfies the double annihilator condition.

### Proof

Let  $I=Rx_1+Rx_2+Rx_n$  be a finitely generated ideal of  $R$  for some  $x_1, x_2, \dots, x_n$  in  $I$ . We shall use induction on  $n$ . For  $n=1$ , there is nothing more than prop. (1.1). Suppose that the double annihilator condition holds for finitely generated ideal generated by  $m$  elements, where  $m \leq n-1$ . Then lemma (2.4) implies that the double annihilator condition is hold for ideals generated by  $m+1$  elements.

### Corollary

Let  $R$  be a Noetherian ring. Then  $R$  is self-injective if and only if  $R$  is fully stable and weakly self-injective ring.



**Definition**

A submodule  $N$  of an  $R$ -module  $M$  is called pseudo-stable if  $f(N) \subseteq N$  for each  $R$ -monomorphism  $f: N \rightarrow M$ .  $M$  is called a fully pseudo-stable module if each submodule of  $M$  is pseudo-stable. A commutative ring  $R$  is called fully pseudo-stable if it is a fully pseudo-stable  $R$ -module<sup>(1)</sup>.

It is clear that, every stable submodule is pseudo-stable and hence every fully stable module is fully pseudo-stable. But the converse is not true in general. However, it is proved that every uniform fully pseudo-stable module is a fully stable module<sup>(1)</sup>.

W.D. Weakly in (4) studied terse modules. An  $R$ -module is said to be terse if distinct submodules are not isomorphic. It is proved that, an  $R$ -module is terse if and only if it is fully pseudo-stable<sup>(1)</sup>. We need the following known lemma.

**Lemma**

Let  $M$  be an  $R$ -module and  $I$  be an ideal of  $R$ . Then  $\text{ann}_M(I) = \text{Hom}_R(R/I, M)$ . For an  $R$ -module  $M$ . The right  $R$ -module  $M^* = \text{Hom}_R(M, R)$  is called the dual of  $M$ .

**Lemma**

Let  $R$  be a ring. Then  $R$  is fully stable if and only if  $R$  is terse and  $(x) = (x)^*$  for each  $x \in R$ .

**Proof**

Assume that  $R$  is a fully stable ring, then it is terse. By lemma (2.8) and prop. (1.1) we have that  $(x) = \text{ann}_R(\text{ann}_R(x)) = \text{Hom}_R(R/\text{ann}_R(x), R) = (x)^*$  for each  $x$  in  $R$ .

Conversely, if  $R$  is terse and  $(x) = (x)^*$  for each  $x$  in  $R$ . Again lemma (2.8) implies that  $\text{ann}_R(x) = (x)^*$ , then  $(x) = \text{ann}_R(\text{ann}_R(x))$ . Terseness of  $R$  gives that  $(x) = \text{ann}_R(\text{ann}_R(x))$ .

Next we consider the following condition on a ring  $R$ .

(\*) Let  $R$  be a ring. For all  $x \in E(R)$  ( $E(R)$  is the injective envelope of  $R$ ) there exists  $y \in E(R)$  such that  $\text{ann}_R(y) = (0)$  and  $x \in (y)$ .

Example of rings satisfy condition (\*) include integral domains, self-injective rings. If  $R$  is an integral domain, then  $E(R)$  is a divisible  $R$ -module<sup>(5)</sup>. For all non-zero element  $x$  in  $E(R)$ , there exists that  $y \in E(R)$  such that  $x = ry$  for all  $r$  in  $R$ . If  $t (\neq 0) \in R$  such that  $t \in \text{ann}_R(y)$ , then  $0 = ty = x$ . It is clear that, every self-injective ring has condition (\*). While  $Z$  has (\*) but not fully stable (and hence not self-injective) ring.

**Theorem**

Let  $R$  be a ring. Then  $R$  is self-injective if and only if  $R$  is fully stable and has condition (\*).

**Proof**

Assume that  $R$  is a fully stable ring with condition\*. It is enough to show that  $R = E(R)$ . For each  $x \in E(R)$ , then there is an element  $y \in E(R)$  such that  $x \in (y)_-$  and  $\text{ann}_r(y) = (0)$ . It is easy to see that  $R = (y)$ . Full stability of  $R$  implies that  $(y)$  is a fully stable  $R$ -module, then  $(y)$  is terse, thus  $(y) = R$ .

The ring  $R = \mathbb{Z}_2[x_1, x_2, \dots] / (x_1^2, x_2^2, \dots)$  is fully stable which is not self-injective<sup>(1)</sup>. The above theorem implies that  $R$  is a fully stable ring which does not satisfy condition (\*).

It is clear that every regular ring is fully stable. On the other hand every regular ring is p.p. ring (ring in which each principal ideal is a projective  $R$ -module). In the following we have:

**Proposition:**

Let  $R$  be a ring. Then  $R$  is regular if and only if  $R$  is fully stable and p.p.

**Proof**

For each non-zero element  $x$  in  $R$ . Defin  $\theta: R \rightarrow Rx$  by the natural way. By projectivity of  $(x)$ , there exists an  $R$ -homomorphism  $\alpha: Rx \rightarrow R$  such that  $\theta \circ \alpha = I_{(x)}$ .

Full stability of  $R$  implies that there is  $t \in R$  such that  $\alpha(x) = tx$ . So  $xtx = x\alpha(x) = \theta \circ \alpha(x) = I_{(x)}x = x$ .

In the following proposition we give another relation between regular rings and fully stable rings.

**Proposition**

Let  $R$  be a fully stable ring. Then the following are equivalent.

1.  $R$  is a semi-prime
2.  $R$  is regular
3.  $J(R) = (0)$ .

**Proof**

It is enough to prove the implication (1)  $\rightarrow$  (2). For each non-zero element  $a$  in  $R$ , let  $T = (a) \cap \text{ann}_R(a)$ , then  $T^2 = (0)$  and hence  $T = (0)$ , for each  $r \in \text{ann}_R(a^2)$ , then  $ra \in T$ , thus  $r \in \text{ann}_R(a)$ , full stability of  $R$  implies that  $(a) \subseteq (a^2)$ , so there exists  $t \in R$  such that  $a = ata$ .

**Proposition**

Let  $R$  be a fully stable local ring. Then  $R$  has no proper principal ideal which is projective.

**Proof**

Suppose that  $I$  is a non-zero principal ideal which is projective, then there is a semi-regular element  $x (\neq 0)$  in  $R$  such that  $I = (x)^{(3)}$ . Hence there exists an idempotent

element  $a \in R$  such that  $x = ax$  and  $\text{ann}_R(a) = \text{ann}_R(x)$ . Since  $R$  is local, then 0 and 1 are the only idempotent elements of  $R$ . Therefore  $a = 1$  and hence  $\text{ann}_R(x) = (0)$ . Full stability of  $R$  implies that  $(x) = R$ .

We closed this section by consider the relationship between fully stable rings and valuation rings. Recall that a ring  $R$  is valuation if for any pair of element, one divides the other. This is equivalent to say that, the set of whose ideals is totally ordered by inclusion. The ring  $Z_n$  of integer modulo  $n$  is a valuation ring if and only if  $n = p^k$  where  $p$  is a prime number and  $k$  is any positive integer, while it is fully stable ring for each  $n$ .

The following definition is known.

### Definition

A valuation ring has rank zero if it has only one prime ideal.

### Proposition

Every rank zero valuation ring is fully stable.

### Proof

For each  $x \in R$ . Assume that there is  $y (\neq 0) \in \text{ann}_R(\text{ann}_R(x)) - (x)$ . Since  $R$  is valuation ring, then  $(x) \subseteq (y)$ , say  $x = my$  for some  $m \in M$ , where  $M$  is the maximal ideal of  $R$ . Since  $y \in \text{ann}_R(\text{ann}_R(x)) = \text{ann}_R(\text{ann}_R(my))$ , then  $\text{ann}_R(my) \subseteq \text{ann}_R(y)$ , so if  $my = 0$ , then  $ry = 0$ . Hence  $\text{ann}_R(m) \cap (y) = (0)$ , thus  $\text{ann}_R(m) = (0)$ . Since  $R$  is rank zero, then  $M = L(R)$ , this implies that all non-unit elements of  $R$  are nilpotent, then there is a positive integer  $t$  such that  $m^t = 0$  and  $m^{t-1} \neq 0$ , so  $m^{t-1} (\neq 0) \in \text{ann}_R(m)$  which is a contradiction.

### Phif-rings

We have seen before that the homomorphic image of a fully stable ring may not be a fully stable ring. In this section, we shall consider rings all whose proper homomorphic images are fully stable rings. Observe that in the ring  $Z$  of integer,  $Z/nZ$  is a fully stable ring for each positive integer  $n$ , while  $Z$  is not fully stable.

### Definition

A ring  $R$  is said to be phif-ring if every proper homomorphic image is a fully stable ring.

### Examples and Remarks

1. In a phif-ring  $R$ , every non-zero prime ideal is maximal. For, let  $P$  a prime ideal of  $R$ , then  $R/P$  is a fully stable domain, hence  $R/P$  is a field. Therefore  $P$  is a maximal ideal of  $R$ .

2. Let  $R$  be a phif-ring which is not integral domain, then  $R$  is Noetherian ring. Since  $R$  is not integral domain, then each prime ideal of  $R$  is maximal (by (1)), hence  $R$  is Artinian.

### Lemma

Let  $R$  be a fully stable ring and  $M^2=(0)$  for some maximal ideal of  $R$ . Then  $(0)\subseteq M\subseteq R$  are all of the ideals in  $R$ .

### Proof

Let  $x$  be a non-zero element of  $M$ , then  $M\subseteq \text{ann}_R(x)$ , but  $\text{ann}_R(x)\neq R$ , so  $M=\text{ann}_R(x)$ . Thus  $(x)=R/M$ . Therefore any two non-zero elements  $x$  and  $y$  of  $M$  we have  $(x)=(y)$ . Then  $\text{ann}_R(x)=\text{ann}_R(y)$ , prop (1.1) implies that  $(x)=(y)$ .

Suppose that  $M$  has an ideal  $N$  with  $(0)\subsetneq N\subsetneq M$ , then there exist two non-zero element  $x, y$  with  $x\in N, y\in M$  and  $y\notin N$ . BY the above argument  $(x)=(y)$ , hence  $y\in N$  which is a contradiction.

Now, let  $K$  be any ideal of  $R$  such that  $K\neq(0)$  and  $K\neq M$ . Since there are no ideals between  $(0)$  and  $M$ , maximally of  $M$  implies that  $R=M+K$ , then  $M=RM=KM\subseteq K$ , so that  $K=R$ . Therefore  $(0)\subseteq M\subseteq R$  are the only ideals of  $R$ .

In the following theorem we characterize Dedekind domains among Noetherian domains.

### Theorem

Let  $R$  be a Noetherian domain. Then  $R$  is phif-ring if and only if  $R$  is Dedekind domain.

### Proof

Assume that  $R$  is phif-ring. If  $M$  is a maximal ideal of  $R$ , then  $R/M^2$  is a fully stable ring. Let  $\bar{M}$  be the image of  $M$  under the natural homomorphism from  $R$  onto  $R/M^2$ , then  $\bar{M}^2=(0)$ . Themrem (3.3) implies that  $R/M^2$  has no ideals between  $\bar{M}$  and  $\bar{M}^2$ . Thus  $R$  has no ideals between  $M$  and  $M^2$ . Therefore  $R$  is a Dedekind domain<sup>(6)</sup>.

Conversely, let  $R$  be a Dedekind domain, then each proper homomorphic image  $R_i$  of  $R$  is an Artinian principal ideal ring. By (5), we obtain that  $R=R_1\oplus R_2\oplus\cdots\oplus R_n$  where each  $R_i$  is a local Artinian ring, moreover it is easy to check that  $R_i$  is principal ideal ring for each  $i=1,2,\dots,n$ . Lemma (6.6) in (5) implies that there exists  $a_i\in R_i$  and positive integer  $s_i$  such that the only ideals of  $R_i$  are  $(a_i), (a_i)^2, \dots, (a_i)^{s_i-1}, (a_i)^{s_i}=(0)$ , these being all distinct. Thus  $(a_i)^k=\text{ann}_R(a_i)^{s_i-k}$  for each  $k\leq s_i$ . Hence every ideal of  $R_i$  is an annihilator ideal, thus  $R_i$  is a fully stable ring for each  $i$ , then  $R$  is a fully stable ring, therefore  $R$  is phif-ring.

In the followign we consider the case that,  $R$  is not integral domain.

**Theorem**

Let  $R$  be a Noetherian ring which is not integral domain. Then  $R$  is phif-ring if, and only if,

1.  $R$  is an Artinian principal ideal ring., or
2.  $R$  is a local ring whose maximal ideal  $M$  has composition length 2 and satisfies  $M^2=(0)$ .

**Proof**

Assume that  $R$  is phif-ring. Since  $R$  is not integral domain, then by remark (3.2)  $R$  is Artinian and hence  $R=R_1 \oplus R_2 \oplus \dots \oplus R_n$  of local rings. Let  $M_i$  be the maximal ideal of  $R_i$  for each  $i$ , we consider two cases.

If  $n > 1$ , then for each  $i$ , define  $\alpha_i: R \rightarrow R_i/M_i^2$  by  $\alpha_i(r_1, r_2, \dots, r_n) = r_i + M_i^2$ .  $\alpha_i$  is an  $R$ -homo. with  $\ker(\alpha_i) = M_i^2 + \sum_{j=1}^n R_j$ . Then  $R/\ker(\alpha_i)$  is isomorphic to  $R_i/M_i^2$ . By

hypothesis, it is a fully stable ring. Apply lemma (3.3) to  $R_i/M_i^2$ , for any  $m_i \in M_i$  but not in  $M_i^2$  we have  $M_i = R_i m_i + M_i^2 = R_i m_i + (\text{rad}(R))M_i$ , Nakayama's lemma shows that  $M_i = R_i m_i$ . Thus  $R_i$  is a Noetherian ring in which every maximal ideal is principal. Kaplansky theorem asserts that any such ring must be a principal ideal ring<sup>(4)</sup>. Thus  $R$  itself is Artinian principal ideal ring.

If  $n=1$ , then  $R$  is Artinian local ring whose maximal ideal  $M$  satisfies that  $M^2=(0)$ . We can suppose that  $M$  has composition length at least two, since otherwise  $R$  will be a principal ideal ring, because  $R$  is Artinian, then  $M$  contains a minimal ideal  $N$  of  $R$ . By lemma (3.3), the non-zero ideal  $M/N$  of the fully stable ring  $R/N$  has composition length 1. Hence,  $M$  has composition length 2.

Conversely, the proper homomorphic image of two type of rings are all Artinian principal ideal rings, so by the same way used in (3.4) we obtain that  $R$  is phif-ring.

**Proposition**

Let  $R$  be a local fully stable ring with maximal ideal  $M$ , then  $\text{ann}_R(M)$  is contained in every non-zero ideal of  $R$ .

**Proof**

We can assume that  $\text{ann}_R(M) \neq (0)$ . If  $x(\neq 0) \in \text{ann}_R(M)$  then  $Mx=(0)$  and  $Rx \neq (0)$ . This shows that,  $M \subseteq \text{ann}_R(x) \subset R$ . Maximality of  $M$  implies that  $M = \text{ann}_R(y)$  and  $t \in M$ , since  $R$  is local, then  $M$  is the ideal of non-unit of  $R$ , thus there exists  $b \in R$  such that  $bt=1$ . Now,  $y=y \cdot 1 = ybt=0$  which contradicts the choice of  $y$ , therefore,  $\text{ann}_R(y) \subseteq M = \text{ann}_R(x)$ . Full stability of  $R$  gives  $x \in (y)$ . Thus,  $\text{ann}_R(M)$  is contained in every non-zero principal ideal of  $R$ .

**Theorem**

Let  $R$  be a local ring with maximal ideal  $M$ . Suppose that  $R/Mx$  is fully stable ring whenever  $Mx \neq (0)$ , then either  $R$  is a valuation ring or  $M^2 = (0)$ .

**Proof**

Suppose that  $R$  is not valuation ring, then there are two elements  $x, y$  in  $R$  neither of which is a multiple of the other. If  $Mx \neq (0)$ , then by the hypothesis  $R/Mx$  is fully stable local ring with maximal ideal  $M$ ,  $\text{ann}_R(M)$  contains the non-zero element  $x$ , moreover  $y \neq (0)$ , since  $y$  is not a multiple of  $x$ . prop.(3.6) shows that, this implies that there exist  $r \in R$  and  $m \in M$  such that  $x = ry + mx$ , so  $(1-m)x = ry$  and hence  $x$  is a multiple of  $y$  which is a contradiction. Therefore,  $Mx = (0)$ . Similarly,  $My = (0)$ .

Next, we show that  $M^2 = (0)$ . If not, then there exists  $u \in M$  such that  $Mu \neq (0)$ . By the above paragraph (with  $u$  in place of  $y$ ) that either  $u$  is a multiple of  $x$  or  $x$  is a multiple of  $u$ . If  $u$  is a multiple of  $x$ , we have  $Mu \subseteq Mx = (0)$ , so  $Mu = (0)$  which is a contradiction, then  $x = bu$  for some  $b \in R$ . Similarly,  $y = cu$  for some  $c \in R$ , since  $0 \neq cu \in cM$ . Again the above paragraph shows that one of  $b$  and  $c$  must be multiple of the other and hence that one of  $x$  and  $y$  must be a multiple of the other, therefore  $M^2 = (0)$ .

**Corollary**

Let  $R$  be a local ring with maximal ideal  $M$  such that  $M^2 \neq (0)$ . If  $R$  is phif-ring, then  $R$  is valuation.

**Corollary**

Let  $R$  be a ring with unique prime ideal  $P$  such that  $P^2 \neq (0)$ . If  $R$  is phif-ring, then  $R$  is fully stable.

**REFERENCES**

1. Abbas M.S., "On Fully Stable Modules", Ph.D. Thesis, Univ. of Baghdad (1990).
2. Utumi Y., "On Continuous Rings and Self-Injection Rings(I)" *Tras. Ams* 158-173, (1965).
3. I.M. Ali "On Commutative Quasi-Frobenius Rings" M.Sc. Thesis, Univ. of Baghdad (1976).
4. Weakly W.D., "Modules whose Distinct Submodules are not Isomorphic" *Comm. Algebra*, 15,8: 1569-1586 (1987).
5. Sharp D.W., P. Vámos "Injective Modules" Cambridge Univ. Press., London, (1972).
6. Cohen I.S., "Commutative Rings with Restricted Minimum Conditions" *Duke J. Math.* 17: 27-42 (1950).
7. Kaplasky "Elementary Divisors and Modules" *Trans. Amer. Math. Soc.*, 66: 202-252 (1949).

## Single Machine Scheduling Using Branch and Bound Techniques

TARIQ S. ABDUL-RAZAQ AND AYAD M. RAMADHAN

(Received Sept. 15, 1999; Accepted May 14, 2000)

### الخلاصة

تناولنا في هذا البحث دراسة ومسألة جدولة  $n$  من النتائج على ماكينة واحدة وكانت دالة الهدف المركبة (Composite objective function) المطلوب تصغيرها هي الكلفة الكلية، وهي دالة خطية بالمجموع الوزني لاوقات الاتمام واعظم تاخير غير سائب وزني. وقد استعملنا خوارزمية التفرع والتقييد (Branch and bound algorithm) لإيجاد الترتيب الأمثل للنتائج (Jobs) بكفاءة وهي تعتمد على القيد الأعلى (Upper bound) والقيد الأدنى (Lower bound) وطريقة التفرع (Branching method). تلك الخوارزمية تعتمد على قواعد الهيمنة (Dominance rules) لتقليل عدد التفرعات في شجرة البحث (Search tree). وتم اقتراح خوارزميات عدة للتفرع والتقييد لحل تلك المسائل إضافة إلى المسائل الخاصة الناتجة عنها.

ومن الجدير بالذكر انه يمكن الاستفادة من هذا البحث في مجالات الصناعة والمؤسسات الصحية

وغيرها.

### ABSTRACT

The problem of scheduling  $n$  jobs on a single machine is considered. The composite objective function to be minimized is the total cost which is a linear function of total weighted completion times and the maximum weighted tardiness. A branch and bound algorithm is presented to produce the optimal schedule efficiently with help of several dominance theorems which eliminate much branching. Our lower bounds based on the decomposition of the problem into two subproblems. Computational experience with some instances having up to 50 jobs shows that the lower bound is effective in restricting the search.

### INTRODUCTION

Although many real life sequencing problems involves multiple objective, surprisingly little work has been done on these multiple criteria, Van wassenhove and Glders<sup>(1)</sup> considered a multiple objective problem where the objective is to minimize two different criteria. These two criteria are minimization of the total completion times and the minimization of the maximum tardiness, where the two objects are equally important. Emmons<sup>(2)</sup> considered a multiple criteria problem, in which the primary criteria is to minimize the number of tardy jobs, while the secondary criteria is to minimize the sum of completion times. The computational

experiments he carried out indicated that the additional computational effort make continue to optimality to be remarkably little.

As generalization of weighted tardiness scheduling<sup>(3,4)</sup> the problem can be easily regarded as Np-hard, and has been studied by Kim and Yano<sup>(5)</sup> and Abdul-Razaq and Potts<sup>(6)</sup>. It should be pointed out that there are a large numbers of papers considering weighted tardiness and earliness scheduling. Zaghaiar<sup>(7)</sup> proposed a branch and bound algorithms for the sum of weighted tardiness and the weighted number of late jobs, the lower bounds were derived by the dynamic programming state-space relaxation method. Abdul Razaq<sup>(8)</sup> proposed a near solution for multiple objective problems.

In this paper we shall use the branch and bound approach and we shall derived a lower bounding procedure based on the decomposition of the problem into two subproblems. We show how this technique is flexible for finding lower bounds on multiple objective functions for a wide range of scheduling problems. Especially, we consider the problems of scheduling  $n$  jobs without interruption on one machine that can process at a most one job at a time. Each job becomes available for processing at time zero, requires a positive processing time, and has a weight related to the importance of the job. The cost of scheduling a job is non-decreasing function of its completion time. The objective is to find a schedule for which the total cost is a minimum. A multiple objective is considered in this paper, in which the total cost is a linear function of total weighted completion times (holding cost) and the maximum weighted tardiness.

## **SINGLE MACHINE PROBLEM WITH MULTIPLE OBJECTIVES**

### **Formulation of the Problem**

The multiple objective problem can be stated as follows:

A set of  $n$  jobs  $N=\{1, \dots, n\}$  are available for processing at time zero, job  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ) is to be processed without interruption on a single-machine that can be handled only one job at a time. Job  $i$  requires processing time  $P_i$ , a positive weight (importance weight)  $W_i$  and due date  $d_i$ .

For a given sequence  $\sigma$  of the jobs,  $C_i$  and  $T_i=\max \{C_i-d_i, 0\}$ , are computation time and tardiness of job  $i$ , respectively can be calculated. The problem is to find a sequence  $\sigma$  to minimize the total cost  $Z(\sigma)$ . More precisely, we are to find the sequence that minimize the sum of the weighted completion time and the maximum weighted tardiness, subject to the constraints that no preemption of jobs is allowed, no machine idle time permitted (i.e., all jobs are processed during the interval  $[0, p]$ , where  $p=\sum_{i \in N} p_i$ ) and all the jobs are initially available.

The problem can formally be stated as



$$P \begin{cases} \text{Min } z(\sigma) = \sum_{i \in N} W_{\sigma(i)} C_{\sigma(i)} + T_{\max}^W(\sigma) \\ \sigma \in \delta \\ \text{S.t.} \\ C_{\sigma(i)} \geq p_{\sigma(i)} & i=1, \dots, n \\ C_{\sigma(i)} = C_{\sigma(i-1)} + p_{\sigma(i)} & i=2, \dots, n \\ T_{\sigma(i)} \geq 0 & i=1, \dots, n \\ T_{\sigma(i)} \geq C_{\sigma(i)} - d_{\sigma(i)} & i=1, \dots, n \end{cases}$$

Where  $T_{\max}^W(\sigma) = \max\{w_{\sigma(i)} T_{\sigma(i)}\}$  and  $\sigma(i)$  denotes the position of job  $i$  in the ordering  $\sigma$  and  $\delta$  denotes the set of all sequences. The total cost for (p) consists of multiple objective of minimizing weighted sum of completion times  $\sum w_i c_i$  and maximum weighted tardiness  $T_{\max}^W$ . It is clear, however, that the so called optimum, with respect to one objective, could perform extremely badly with respect to other criteria. Hence our objective is to find a sequence that does well on both criteria.

It should be noted that if the coefficients of  $C_i$  and  $T_i$  are different then the objective function for (p), is  $\sum h_i c_i + T_{\max}^W$ , where  $h_i$  is the weight for job  $i$  while  $w_i$  is the penalty for tardiness of job  $i$ . Hence if  $w_i = 1$  ( $i=1, \dots, n$ ), then we get the new objective  $\sum h_i c_i + T_{\max}$ , which is a special case of problem (p).

Several special cases of the problem (p) yield polynomial algorithm, to minimize the weighted sum of completion times (i.e.,  $1// \sum w_i C_i$  problem) jobs should be sequenced in order of non-decreasing  $p_i/w_i$ , the shortest weighted processing time SWPT schedule<sup>(9)</sup>. To minimize the maximum weighted tardiness (i.e.,  $1//T_{\max}^W$ ), jobs should be sequenced by using Lawlers algorithm<sup>(10)</sup>. Here we wish to minimize  $T_{\max}^W = \max\{W_i T_i\}$ .

A special case of the weighted form of our problem (p) is obtained by setting  $W_i=1$  ( $i=1, \dots, n$ ), hence the problem (p) is reduced to the problem (p<sub>1</sub>).

### SPECIAL CASES YEILD OPTIMAL SOLUTION

For the case of unit weights, the following results give an optimal solution to our problem (p<sub>1</sub>).

#### Theorem (2.1)

If  $\sigma=(\sigma_{(1)}, \dots, \sigma_{(n)})$  gives  $P_{\sigma_{(1)}} \leq P_{\sigma_{(2)}} \leq \dots \leq P_{\sigma_{(n)}}$  and  $d_{\sigma_{(1)}} \leq d_{\sigma_{(2)}} \leq \dots \leq d_{\sigma_{(n)}}$ , the  $\sigma$  is optimal sequence for (p<sub>1</sub>).

#### Proof:

Let  $\sigma$  be the sequence obtained by SPT - rule, hence  $\sum C_{\sigma(i)}$  is the minimum sum of completion time. Since  $\sigma$  is also in EDD-rule, hence  $T_{\max(\sigma)}$  is the minimum of the maximum tardiness. It is clear that there exists no sequence  $\sigma'$  dominated  $\sigma$  (i.e. there exists no  $\sigma'$ ) such that

$$\sum_{i \in N} C_{\sigma'(i)} + T_{\max(\sigma')} < \sum_{i \in N} C_{\sigma(i)} + T_{\max(\sigma)}$$

**Corollary (2.1):** If  $p_i = p(i=1, \dots, n)$ , then EDD-rule gives an optimal sequence

**Proof:** By theorem (2.1)

**Corollary(2.2):** If  $d_i=d(i=1, \dots, n)$ , then SPT-rule gives an optimal sequence.

**Proof:** By theorem(2. 1),

**Theorem(2.2):**

The SPT sequence is optimal sequence for problem  $(p_1)$  if  $C_i \leq d_i (i=1, \dots, n)$ .

**Proof:**

1. suppose the processing times are different. Then the unique SPT sequence  $\sigma$  given  $T_{\max}(\sigma) = 0$ , since all  $C_i \leq d_i$  hence this SPT sequence gives the absolute minimum of  $\sum C_{\sigma(i)}$ . Hence the SPT sequence  $\sigma$  is optimal.

2. If more than one SPT sequence exists (jobs with equal processing times), then it is clearly all SPT sequences are optimal.

**Theorem(2.3):**

The SPT sequence  $\sigma$  will be optimal for  $(p_1)$  if the maximum tardiness of  $\sigma$  is equal to the minimum tardiness that EDD-rule gives.

**proof:** Suppose that SPT-rule gives a sequence  $\sigma$  in which

$$\sum C_{\sigma(i)} = \text{Min} \left\{ \sum_{i \in \sigma \in \delta} C_{\sigma(i)} \right\}$$

Also, suppose that  $T_{\max}(\text{EDD})$  be the minimum tardiness in  $\sigma$  since ,

$$T_{\max}(\sigma) = \text{Min} \max_{\sigma \in \delta} \{T_{(i)}\} = T_{\max}(\text{EDD})$$

Hence by theorem (2.1) the SPT sequence is optimal.

Suppose that the SPT —rule gives two blocks of jobs . Let us define a block as a period of continuous utilization of the machine such that the last job  $i$  in the first block  $B_1$  completes its processing at time  $C_i$ , which is less than or equal to its due date  $d_j$  (i.e., job  $i$  is early with  $C_i \leq d_i$ ) . For the second block  $B_2$  in which the first job  $j$  is late (i.e.,  $C_i > d_i$ ) .

**Corollary (2.3):** Let  $i$  be the last job in  $B_1$  and  $j$  be the first job in  $B_2$  . If the jobs of  $B_2$  are sequenced in EDD-rule, then SPT sequenced is optimal for  $(P_1)$ .

**Proof:** Let  $\sigma$  be the sequence obtained SPT-rule , hence  $\sum C_{\sigma(i)}$  is the minimum sum of completion time . In this sequence the jobs of  $B_1$  has  $T_{\max} = 0$ , since  $C_i \leq d_i (i$

$\in B_2$ ) .Hence  $\sigma$  is optimal sequence for  $(P_1)$  if the jobs of  $B_2$  are sequenced in EDD-rule by theorem (2.1).

For the case of arbitrary weights , we get the problem  $(P)$  which is more difficult than the problem  $(P_1)$  . There are also special cases which lead to the optimal solution for  $(P)$ .

**Theorem (2.4):**

If  $\sigma=(\sigma_{(1)}, \dots, \sigma_{(n)})$  is SWPT sequence , identical with the sequence obtained by Lawler's algorithm, then  $\sigma$  is optimal for  $(P)$  .

**Proof:** Let  $\sigma$  be the sequence obtained by SWPT-rule , hence  $\sum W_{\sigma(i)} C_{\sigma(i)}$  is the minimum sum of weighted completion time , since  $\sigma$  is identical with sequence obtained by Lawler's algorithm , hence  $T_{\max}^w(\sigma)=T_{\max}^w(L)$ , where  $T_{\max}^w(L)$  is the minimum of the maximum weighted tardiness of Lawler's algorithm .Hence  $\sigma$  is optimal sequence for  $(P)$ .

**Theorem (2.5):**

The SWPT sequence is optimal for  $(P)$  if  $C_i \leq d_i$  ( $i=1, \dots, n$ ).

**Proof:** See theorem (2.2)

**Theorem (2.6):**

The SWPT sequence  $\sigma$  will be optimal for  $(P)$  if the maximum weighted tardiness of  $\sigma$  is equal to the minimum weighted tardiness that Lawler's algorithm gives .

**Proof:** By using the same arguments presented in the proof of theorem (2.3) we get the required result.

**PROBLEM REDUCTION AND HEURISTIC METHOD**

Recently, local search techniques are widely used to obtain approximate solution to machine scheduling problem<sup>(11,12,13)</sup>.

In case of our problems  $(P)$  and  $(P_1)$ , there exist  $n!$  possible orders of the jobs .To reduce the size of these problems by finding a job  $i$  which precedes or succeeds all other jobs in an optimal schedule such a job is removed and hence the number of possibilities is reduced .

For the case of unit weights (problem  $(P_1)$ )

- 1.If  $p_i \leq p_j$  and  $d_i \leq d_j, \forall j \in N-\{i\}$ , then job  $i$  is sequenced first in an optimal sequence and discarded .(see section (2.5), corollary (2.4)).
- 2.If  $p_i \geq p_j$  and  $d_i \geq d_j \forall j \in N-\{i\}$ , then job  $i$  is sequenced last in an optimal sequence and discarded .

For the special weighted case,  $1/\sum w_i c_i + T_{\max}$  problem. We add  $w_i \geq w_j$  for condition (1) and  $w_i \leq w_j$  for condition (2).

When no further progress can be made with this reduction conditions, we use the following heuristics. Hence we assume  $N$  has been modified to reflect any problem reduction which has taken place.

First we describe the heuristic for the case of unit weights.

**Heuristic (UB<sub>1</sub>):**

In this heuristic, we order jobs in SPT-rule, then for this sequence calculate the sum of completion times  $\sum C_i$  (SPT) and the maximum tardiness  $T_{max}$  (SPT), then set  $UB_1 = \sum C_i(SPT) + T_{max}(SPT)$

**Heuristic (UB<sub>2</sub>):**

Step 1: Order jobs in SPT-rule, then find  $\sum C_i$  (SPT) and  $T_{max}$  (SPT).

Step 2: Let  $M = T_{max}(SPT) - 1$ ,  $D_i = d_i + M$  ( $i=1, \dots, n$ ),  $R = \sum_{i \in N} P_i$ ,  $k=n$ , and  $\sigma$  is the empty sequence.

Step 3: Find a job  $i \ni P_i \geq P_j, D_i \geq D_j \geq R, i, j \in N$  assign job  $i$  to position  $K$  in  $\sigma$ .

Step 4: Set  $R=R- P_i, k=k-1$ , if  $K=0$  go to step 5. Else go to step 3.

Step 5:  $UB_2 = \sum_{i \in N} C_i(\sigma) + T_{max}(\sigma)$  where  $\sigma$  is the obtained sequence.

Step 6: Stop.

For the case of arbitrary weights, the heuristic (UB) is modified:

Order jobs in SWPT-rule, then for this sequence calculate the sum of weighted completion times  $\sum w_i C_j$  (SWPT) and the maximum weighted tardiness  $T_{max}^w$ (SWPT), then set  $UB = \sum_{i \in N} W_i C_i(SWPT) - T_{max}^w(SWPT)$

**LOWER BOUNDS**

In this section we derive two lower bounds for (P) and (P<sub>1</sub>).

**Relaxation of objective**

For the case of arbitrary weights, a lower bound obtained by reducing the objective function as follows:

Let  $d_i = d_i + \sum_{i \in N} P_i$ , hence in any schedule  $C_i \leq d_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) (i.e. each job  $i$  is early). Hence By using theorem (2.5) we get.

$$\sum_{i \in N} W_i C_i(\sigma) + T_{max}^w(\sigma) \geq \sum_{i \in N} W_i C_i(SWPT) \dots \dots \dots (2.1)$$

where  $\sigma$  is the optimal sequence for (P)

$$LBW = \sum_{i \in N} W_i C_i(SWPT) \dots \dots \dots (2.2)$$

Now for the non-weighted (i.e., problem (P<sub>1</sub>)) the lower bound is given by

$$LB = \sum_{i \in N} C_i(SPT) \dots \dots \dots (2.3)$$

It is clear that LB and LBW are weak lower bounds for problems (P<sub>1</sub>) and (P) respectively, since the tardiness T<sub>i</sub> = 0 (i=1,..... n). Hence in the following section we try improve the lower bounds.

**DECOMPOSITION OF THE PROBLEM AND DERIVATION OF LOWER BOUNDS**

Let δ be the set of all n! sequence of the problem (P<sub>1</sub>). Now consider the formulation of the problem (P<sub>1</sub>).

$$\text{Min } Z(\sigma) = \sum_{i \in N} C\sigma_{(i)} + T_{\max}(\sigma)$$

$$(P_1) \begin{cases} \text{S.t} \\ C\sigma_{(i)} \geq P\sigma_{(i)} & i=1, \dots, n \\ C\sigma_{(i)} = C\sigma_{(i-1)} + P\sigma_{(i)} & i=2, \dots, n \\ T\sigma_{(i)} \geq 0 & i=1, \dots, n \\ T\sigma_{(i)} \geq C\sigma_{(i)} - d\sigma_{(i)} & i=1, \dots, n \end{cases}$$

where  $T_{\max} = \max_{i \in N} \{ T\sigma_{(i)} \}$

Now, if only one object is considered in the objective function, problem (P<sub>1</sub>) can be decomposed into two sub problems: (p<sub>3</sub>) and (p<sub>4</sub>).

$$(P_3) \begin{cases} Z_1 = \text{Min}_{\sigma \in \delta} = \sum_{i \in N} C\sigma_{(i)} \\ \text{S.t} \\ C\sigma_{(i)} \geq P\sigma_{(i)} & i=1, \dots, n \\ C\sigma_{(i)} = C\sigma_{(i-1)} + P\sigma_{(i)} & i=1, \dots, n \end{cases}$$

$$(P_4) \begin{cases} Z_2 = \text{Min}_{\sigma \in \delta} T_{\max}(\sigma) \\ \text{S.t} \\ T\sigma_{(i)} \geq 0 & i=1, \dots, n \\ T\sigma_{(i)} \geq C\sigma_{(i)} - d\sigma_{(i)} & i=2, \dots, n \end{cases}$$

This decomposition has the following properties .

First,  $(P_3)$  and  $(P_4)$  have simpler structure than  $(P_1)$  and thus appear easily to solve optimality. Second  $(P_3)$  is solved by SPT - rule and  $(P_4)$  is solved by EDD-rule. Hence we shall solve  $(P_3)$  and  $(P_4)$  for obtaining a solution to  $(P_1)$ . However, solving  $(P_3)$  and  $(P_4)$  does not yield a direct solution to  $(P_1)$ . So in this section we solve  $(P_3)$  and  $(P_4)$  directly to derive a lower bound for  $(P_1)$ .

**Theorem (2.7)**

If  $Z_1, Z_2$  and  $Z$  are the minimum objective function values of  $(P_3), (P_4)$  and  $(P_1)$  respectively then  $Z_1 + Z_2 < Z$

**Proof:** Let  $\sigma$  be the optimal schedule to  $(P_1)$  and  $Z = S_1 + S_2$  where  $S_1 = \sum C_{\sigma(i)}$ , the total completion times of  $\sigma$  and  $S_2 \geq T_{\max}(\sigma)$ , the maximum tardy, cost of a clearly  $\sigma$  is feasible to  $(P_3)$  and  $(P_4)$ . Hence  $S_1 > Z_1$  and  $S_2 > Z_2$ , yielding  $Z = S_1 + S_2 > Z_1 + Z_2$ . Therefore  $Z_1 + Z_2 < Z$  is a lower bound for  $(P_1)$ .

Hence for the modified lower bound for unit weights is :

$$MLB = Z_1 + Z_2$$

**Theorem (2.8)**

If  $V_1, V_2$  and  $Z$  are the minimum objective function values of  $(P_5), (P_6)$  and  $(P)$  respectively then

$$V_1 + V_2 < Z$$

Where

$$(P_5) \begin{cases} V_1 = \text{Min} \sum_{i \in N} W_{\sigma(i)} C_{\sigma(i)} \\ \sigma \in \delta \\ \text{S.t} \\ C_{\sigma(i)} \geq P_{\sigma(i)} & i=1, \dots, n \\ C_{\sigma(i)} = C_{\sigma(i-1)} + P_{\sigma(i)} & i=2, \dots, n \end{cases}$$

$$(P_6) \begin{cases} V_2 = \text{Min} T_{\max}^w(\sigma) \\ \sigma \in \delta \\ \text{S.t} \\ T_{\sigma(i)} \geq 0 & i=1, \dots, n \\ T_{\sigma(i)} \geq C_{\sigma(i)} - d_{\sigma(i)} & i=1, \dots, n \end{cases}$$

where  $T_{\max}^w = \max_{\sigma \in N} \{W_{\sigma(i)} T_{\sigma(i)}\}$

**proof:** using the same techniques of the proof of theorem(2.7).  
Hence

MLBW= $V_1 + V_2$ , is the modified lower bound for (P).

It is clear that the modified lower bounds is better than the lower bounds given in section (2.4.1). In the following section we shall generalized the modified lower bound to be used for a general multiple objective function.

**GENERALIZATION OF THE LOWER BOUNDS**

In general, let the total cost  $Z(\sigma)$  is a function of  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , say  $g(f_1, f_2, \dots, f_n)$ . We assume, therefore, that no pair of the measures  $f_1, f_2, \dots, f_n$  are equivalent. Suppose the generalized objective function is:-

$$(P^*) \begin{cases} \text{Min } Z(\sigma) = \sum_{j \in N} f_j \\ \sigma \in N \\ \text{s.t} \\ \text{certain constraints on the objective functions} \end{cases}$$

Now by using the technique of section (2.5.2), this problem can be decomposed into  $n$  sub problems  $(p_1^*), (p_2^*), \dots, (P_n^*)$ . Hence there are two cases to be considered. the first case, if we can solve  $(P_1^*), (p_2^*), \dots, (P_n^*)$  directly to derive a lower bound for the generalized objective function.

**Theorem(2.9):**

If  $Z^*_1, \dots, Z^*_n$  and  $Z$  are the minimum objective function values of  $(P_1^*), (p_2^*), \dots, (P_n^*)$  and  $(P^*)$  respectively, then  $Z^*_1 + Z^*_2 + \dots + Z^*_n < Z$ .

**Proof:** By using the same techniques of the proof of theorem (2.7).

The second case , if we cannot solve  $(P^*_1), (P^*_2), \dots, (P^*_n)$  directly, then we can use the following Lemma to obtain a lower bound .

**Lemma (2.1) :** If  $LB_1$  is a lower bound for  $(P^*_1)$  and  $LB_2$  is a lower bound for  $(P^*_2)$ ..... $LB_n$  is a lower bound for  $(P^*_n)$ , then  $LB_1 + LB_2 + \dots + LB_n$  is a lower bound for the generalized problem.

**proof:** Since  $LB_1, \dots, LB_n$  are lower bounds for  $(P^*_1), \dots, (P^*_n)$  respectively, then  $LB_1 < Z^*_1, \dots, LB_n < Z^*_n$ .  
thus ,  $LB_1 + LB_2 + \dots + LB_n < Z^*_1 + Z^*_2 + \dots + Z^*_n$ .  
from theorem (2.9) , we have

$$Z^*_1 + Z^*_2 + \dots + Z^*_n < Z$$

Therefore

$$LB_1 + LB_2 + \dots + LB_n < Z$$

is a lower bound for the generalized problem.

## BRANCH AND ROUND ALGORITHMS

In this section we give a description of our branch and bound algorithm and its implementation. Our algorithm based on forward sequencing branching rule, prior to its application, the heuristic methods of section (2.3) are used to generate an upper bound (UB) on the cost of an optimal schedule. Also, at the root node of the search tree an initial lower bound on the cost of an optimal schedule is obtained from the procedure described in section (2.4.2). As was stated in the previous section, a node at level  $h$  of the search tree corresponds to an initial partial sequence in which jobs in the first  $h$  positions are fixed. This procedure has advantage that once a job has been sequenced, its completion time is immediately computed and it can be discarded from considered in all successor nodes.

## DOMINANCE THEOREMS (RULES)

If it can be shown that an optimal solution can always be generated without branching from a particular node of the search tree, then that node is dominated and can be eliminated. Dominance theorems usually specify that if certain conditions are satisfied, then job  $i$  precedes job  $j$  in at least one optimal solution. When such conditions are satisfied we say that job  $i$  is a predecessor of job  $j$  and that job  $j$  is a successor of job  $i$ . Applying such theorems results to construct as many relationships as possible between the jobs. Hence, if many precedence relations can be found, the number of partial schedules to be investigated can be considerably reduced.

Here we present a dominance theorem for problem  $(P_1)$ .

### Theorem (2.10):

If  $p_i \leq p_j$  and  $d_i \leq d_j$  for  $i, j \in N$ , then job  $i$  is sequenced before job  $j$  in each optimal schedule.

**Proof:** Let  $\sigma_{ij} \sigma'$  be a schedule, where  $\sigma$  and  $\sigma'$  are two partial schedules, let  $i, j$  be two jobs with  $p_i \leq p_j$  and  $d_i \leq d_j$  and consider the new schedule  $\sigma_{i,j} \sigma'$ . Now by using SPT - rule and EDD rule, we have

$$\sum_{i \in N} C_k(\sigma_{ij} \sigma') + T_{\max}(\sigma_{ij} \sigma') \leq \sum_{i \in N} C'_k(\sigma_{ji} \sigma') + T'_{\max}(\sigma_{ji} \sigma')$$

Therefore the cost of the schedule  $\sigma_{ij} \sigma'$  is less than the cost of the schedule  $\sigma_{ji} \sigma'$



Hence in each optimal schedule job  $i$  is sequenced before job  $j$ .

**Corollary (2.4)** : If  $p_i \leq p_j$  and  $d_i \leq d_j$ , for all  $j \in N - \{i\}$ , then job  $i$  is sequenced first in each optimal schedule .

**proof:** Consider the schedule of the form  $\sigma; \sigma'$ , where  $\sigma, \sigma'$  are partial schedule and  $\sigma$  is not empty. Clearly job  $i$  (has smallest  $p_i$  and  $d_i$ ) can be interchange with last job of  $\sigma$  without increase the total cost  $\sum C_i + T_{\max}$  (by theorem (2.10)). Repeat the process and we shall end up with job  $i$  sequenced first.

Note for the special case  $1// \sum W_i C_i + T_{\max}$  problem , the following dominance theorem is used .

**Theorem (2.11):**

If  $p_i \leq p_j$  ,  $w_i \geq w_j$  and  $d_i \leq d_j$  for  $i, j \in N$  . then job  $i$  is sequenced before job  $j$  in each optimal schedule .

**Proof:** By using the same arguments presented in the proof of theorem (2.10) , and let  $p_i/w_i \leq p_j/w_j$ , we obtain

$$\sum_{k \in N} W_k C_k(\sigma_{ij}\sigma') + T_{\max}(\sigma_{ij}\sigma') \leq \sum_{k \in N} W_k C'_k(\sigma_{ij}\sigma') + T_{\max}(\sigma_{ij}\sigma')$$

Hence in each optimal schedule job  $i$  is sequenced before job  $j$  .

**Corollary (2.5)** : If  $p_i \leq p_j$  ,  $w_i \geq w_j$  and  $d_i \leq d_j$  for all  $j \in N$ , then job  $i$  is sequenced first in each optimal schedule .

**Proof:** By theorem (2.11)

Before any node is created , the dominance rules above are checked .For all nodes that remain after applying the dominance theorems we can use the procedure described in section (2.4.2) to compute a lower bound LB .If LB for any node is greater than or equal to the value of a solution already computed UB , then this node is discarded . The lower bounding method described earlier . is applied to the unsequenced jobs .

Finally , the search strategy used in our algorithm is the newest active search , this selects a node form which to branch, which has the smallest lower bound amongst nodes in the most recently created subsets.

## COMPUTATIONAL EXPERIENCE WITH THE BRANCH AND BOUND ALGORITHMS

In this section, we report on the results of computational tests to assess the effectiveness of the branch and bound algorithms.

The branch and bound algorithms were tested on the  $1/\sum C_i + T_{\max}$  problem with 10, 20, 30, 40 and 50 jobs as well as on the  $1/\sum C_i + T_{\max}^w$  problem with 10, 20, 30 and 40 jobs.

The algorithms of section (2.5) run on a CUP-PENTIUM 133mhz, RAM 16 MB Computer, using a FORTRAN 77 Compiler. For the branch and bound algorithms computations are abandoned if a limit of 75000 nodes is exceeded for  $(P_i)$ , whereas 50000 nodes is exceeded for  $(P)$  and

$1/\sum W_i C_i + T_{\max}$  problem respectively. Data were generated at random as follows<sup>[1]</sup>

For job  $i(i=1, \dots, n)$ , an integer processing time  $P_i$  is generated from the uniform distribution<sup>[1,10]</sup>. An integer due date  $d_i$  is generated from the uniform distribution  $[0, \sum P_i]$ . For the problems  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}^w$  and  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}$  integer weight  $W_i$  is generated from the uniform distribution<sup>[1,10]</sup> for each job  $i$ .

For every value of  $n$ , twenty problems of  $1/\sum C_i + T_{\max}$   $1/\sum W_i C_i + T_{\max}^w$  and  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}$  respectively are generated.

Average numbers of nodes and numbers of unsolved problems are given in Table (2.1). Whenever a problem was not solved within the limit of 75000 nodes, computation was abandoned for that problem. Thus in some cases the figures given in Table (2.1) will be a lower bounds on the average numbers of nodes, table (2.1) shows that for 60 problems where

$n=10, 20$  and 30 jobs, the algorithm is capable of solving 55 problems in a considerably small time. Also Table (2.1) shows the numbers of solved problems that require not more than 100 nodes, that require over 100 nodes and not more than 1000 nodes and that require over 1000 nodes, for problem  $(p_i)$ .

Besides that, Table (2.1) shows the computational results with 10, 20, 30, 40 and 50 jobs, where for 10 and 20 jobs all problems are solved, whereas 5, 9 and 11 problems are unsolved for 30, 40, and 50 respectively.

The computational results for our problems have also shown the importance of the dominance theorems within a branch and bound algorithms. Table (2.2) gives the results of problem  $(p_i)$  without using dominance theorems.

Table (2.3) shows the computational results with 10, 20, 30, and 40 jobs for the problems  $1/\sum C_i + T_{\max}^w$  and  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}$  respectively.

As in Table (2.1) average number of nodes and details of numbers of nodes required and number of unsolved problems are given.

The results given in Tables (2.1) and (2.3) for problems  $1/\sum C_i + T_{\max}$  and  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}^w$  indicate that, This  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}^w$  problem is clearly much harder than  $1/\sum C_i + T_{\max}$  problem.

Table (2.1) : Average number of nodes for  $1/\sum C_i + T_{max}$  problem.

N	ANN	NPS1	NPS2	NPS3	NU
10	74.7	14	6	6	0
20	12.690	1	6	13	0
30	25*,244	2	2	11	5
40	41*,946	1	1	9	9
50	57*,279	0	0	9	11

Table (2.2) : Average number of nodes without dominance theorems for  $1/\sum C_i + T_{max}$  problem.

N	ANN	NPS1	NPS2	NPS3	NU
10	78	14	6	0	0
20	12,850	1	5	14	0
30	26*,115	0	0	15	5
40	44*,310	0	0	10	10
50	60*,430	0	0	7	13

ANN : average number of nodes in branch and bound search tree.

NPS1: number of solved problems that require not more than 100 nodes .

NPS2: number of solved problems that require over 100 nodes and not more than 1000 nodes .

NPS3: number of solved problems that require over 1000 nodes.

NU: number of unsolved problems , when the limit of 75000 nodes is reached

\*:average number of nodes on the lower bound because of the number of unsolved problems.

Table (2.3): Average number of nodes for the problems  $1/\sum W_i C_i + T_{max}^w$  and  $1/\sum W_i C_i + T_{max}$

N	The problem	ANN	NPS1	NPS2	NPS3	NU
10	P	2,623	6	7	7	0
	P'	85.8	14	6	0	0
20	P	27*,428	2	2	8	8
	P'	16,865	3	7	10	0
30	P	46*,447	0	0	5	15
	P'	34*,458	2	1	6	11
40	P	47*,754	0	0	1	19
	P'	42*,150	2	0	2	16

P:  $1/\sum W_i C_i + T_{max}^w$  problem

P':the  $1/\sum W_i C_i + T_{max}$  problem

ANN , NPS1 , NPS2 , NPS3 , \* as in Table (2.1)

**CONCLUDING REMARKS**

If the enumeration method to solve a scheduling problem is tedious, which is often the case, the first step we should make is to try to understand the structure of the problem considered and, using our intelligence and knowledge, try to find out an alternative method to solve the problem in a reasonable time. Hence, we either look for a polynomial algorithms, or we devise efficient branch and bound methods. Our study falls in these areas. All of the problems we considered are NP-hard, hence we use an implicit enumeration method. We proposed branch and bound in an attempt to solve them. We derived a lower bound based on the decomposition of the problem. Below we gave a summary of what has been achieved together with some results and concluding remarks.

The  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}^w$  problem, is one of the multiple objective function, which is often more difficult than the problem with single objective. The computational experience resulting from the branch and bound in Table (2.3) shows that the lower bound is extremely effective in problems of small sized.

Our results indicate that the problem  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}$  and  $1/\sum C_i + T_{\max}$  which are special case of  $1/\sum W_i C_i + T_{\max}^w$  problem are slightly easier. To our knowledge, this is first attempt to solve these particular problems. We have proposed a new branch and bound algorithms for these problems. All of our algorithms for the above problems are satisfactory for solving small and medium sized problems. The computational results for our problems also show the importance of the dominance rules within a branch and bound search tree.

As a final conclusion, it should be stated that the multiple objective problems are difficult for a large  $n$ , and some difficult cases of  $1/\sum C_i + T_{\max}$  problem have been arised. these cases have the property that the difference between  $\sum C_i$  (SPT) and  $\sum C_i$  (EDD) or  $T$ (SPT) and  $T$ (EDD) is big enough to allow the increase in the difference between the values of LB and the optimal.

An important area for future research is to design enumerative algorithms and local search heuristics for single machine problems with set-up times and with multiple objective functions ( $1/S_f/\sum C_i + T_{\max}$  problem).

**REFERENCES**

- [1] Van Wassenhove, L.N. and Gelders, L.F., Solving a bicriterion scheduling problem, *European J. Oper. Res.* 4(1980) 42-48.
- [2] Emmons, H., One - machine sequencing to minimize mean flow time with minimum number tardy, *Naval. Res. Logist. Quart.* 22(1975) 585-592.
- [3] Lawler, E.L., A pseudo polynomial algorithm for sequencing jobs to minimize total tardiness, *Ann Discrete Math.* 1(1977) 331-342.
- [4] Lenstra, J.K., Rinnooy Kan, A.H.G. and Brucker, P., Complexity of machine scheduling problems, *Ann. Discrete Math.* 1(1977) 343-362.

- [5] Kim, Y.D. and Yano ,C.A., Algorithms for a class of single – machine weighted tardiness and earliness problems. Technical Report 4(1989).
- [6] Abdul-Razaq , T.S. and Potts C.N., Dynamic programming state – space relaxation for machine scheduling ,J. Ope. Res. Soc. 39 (1988) 141-152.
- [7] زغير محمد كاظم: جدولة الماكنة الواحدة باستخدام خوارزميات التفرع والتقييد. جامعة البصرة، كلية العلوم، اطروحة ماجستير، ١٩٩٠.
- [8] Abdul-Razaq , T.S., Near optimal solution of scheduling problems using heuristic methods , J.Basrah Res. University of Basrah (1993).
- [9] Smith.W.E., Various optimizers for single - stage production ,Naval. Res. Legist, Quart.3(1956) 59-66.
- [10] Lawler.E.L., Optimal sequencing of a single - machine subject to precedence constraints ,Mgnt.Sci.19(1973)544-546.
- [11] Anderson ,E.Glass,C.A.and potts, C.N., Local Search in Combinatorial Optimization , edited by E.H.L.Aarts and J.K. Lensta, Wiley .(1997).
- [12] Crauwels , H.A.J., Potts, C.N.and Van Wassenhove , L.N., Local Search heuristics for Single machine scheduling with batch set-up times to minimize total weighted Ann.Oper.Res.70( 1997)261-279.
- [13] Glass,C.A.and Potts, C.N,A Comparison of local search method for flow- shop Scheduling, Ann.Oper.Res.63(1 996)489-509.
- [14] French ,S.,Hartley ,R., Thomas ,L.C. and White, D.J., Operational Reaserch Techniques ,Edward Arnold , London(1986).

## Modification Technique for Galaktionov's Method

INAAM A. MALLOKI, AND ABDULLAH G. AL-MUQRI

Department of Mathematics, College of Science, University of AL-Mustansiriyah

(Received Jan. 11, 2000; Accepted May 14, 2000)

### الخلاصة

ان احدى الطرق الحديثة لاختزال المعادلة التفاضلية الجزئية هي طريقة (Galaktionov) لفصل المتغيرات والتي طبقت على العديد من المعادلات المهمة. مثال (Galaktionov) الاساسي (البسيط) هي المعادلة

$$u_t = u_{xx} + (1+u) \ln^2(1+u), x \in \mathbb{R}, t > 0$$

والتي تنشأ في دراسة النقل الحراري. التحويل  $u = e^v - 1$  يؤدي الى المعادلة  $v_t = v_{xx} + v_x^2 + v^2$  التي لها الحل المضبوط  $V(x,t) = w_1(t) + w_2(t)\cos(x)$  حيث  $w_1, w_2$  تفي بالنظام  $w'_1 = w_1^2 + w_2^2, w'_2 = 2w_1w_2 - w_2$ . كما تناول (Glaktionov) معادلات اخرى. في هذا البحث قمنا باجراء تعديل في طريقة (Galaktionov) كما وقمنا بتطبيق الطريقة المعدلة على المعادلات التي استخدمها (Galaktionov) وعلى معادلات اخرى (المعادلات 23) ولقد وجدنا ان الطريقة المعدلة تعطي حلولاً اخرى اضافة الى حلول (Galaktionov).

### ABSTRACT

One of the recent methods of reduction of a partial differential equation (PDE) is Galaktionov's separation method, which is applied to certain evolution equations. Galaktionov main (simplest) example is the semilinear parabolic equation

$u_t = u_{xx} + (1+u)\ln^2(1+u), x \in \mathbb{R}, t > 0$ , which arises in the study of heat propagation. The transformation  $u = e^v - 1$  lead to the equation  $v_t = v_{xx} + v_x^2 + v^2$ . It has the exact solution  $v(x,t) = w_1(t) + w_2(t)\cos(x)$  where  $w_1, w_2$  satisfy the system  $w'_1 = w_1^2 + w_2^2, w'_2 = 2w_1w_2 - w_2$ . A modification of this method is presented in this paper with application of the modified method to Galaktionov's examples and other equations (equations(23)). We find that the modification technique gives more solutions including Galaktionov's solutions.

### INTRODUCTION

In Galaktionov<sup>[1]</sup> presented a method of construction of new exact blow-up solutions of quasilinear parabolic equations of nonlinear heat conduction with source.

1.  $v_t = v_{xx} + v^2_x + v^2$ ,  $x \in \mathbb{R}, t > 0$ .
2.  $v_t = (v + \gamma)v_{xx} + v^2$ ,  $x \in \mathbb{R}, t > 0$ .
3.  $v_t = (v + \gamma)v_{xx} + \sigma^{-1} v^2_x + \sigma v^2$ ,  $\sigma = \text{const.} > 0$ ,  $x \in \mathbb{R}, t > 0$ .
4.  $v_t = v v_{xx} - v^2_x - \delta$ ,  $\delta = \text{const.} \neq 0$ ,  $x \in \mathbb{R}, t > 0$ . and other equations.

It was shown that, in general, these equations admit explicit solutions, which can be constructed by the method of nonlinear separation., Namely substituting a solution of the form  $u(x,t) = w_1(t) + w_2(t)\theta(x)$  yields some over determined system of differential equations with free parameters for the function  $\theta(x)$ . Finally, he arrived at some system of ordinary differential equations (ODEs) for the functions  $w_1(t)$ ,  $w_2(t)$ . provided that such a  $\theta(x)$  exists<sup>[2]</sup>.

In this paper, we show how these solutions obtained by Galaktionov's-method can be obtained by modifying the method to find a general form of  $\theta(x)$  which gives more separable solutions. In section 2 we show the outline of the modified G-method (mGm). In section 3 we apply the mGm to two typical cases, one of them is the so called "Galaktionov's main (simplest) example".

The applications of the mGm to Galaktionov's examples and other equations are presented in tabular forms in section 4. In section 5 we present the result of applying the mGm to a particular class of equations which includes the equations studied in section 4.

### Outline of the modification technique

For existence of  $\theta(x)$  and to modify the G-method, we assume that the derivatives of  $\theta$  are infinite series of  $\theta$  as follows.

$$(\theta'(x))^r = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n \theta^n \dots\dots\dots (1)$$

where  $\alpha_n \in \mathbb{R}$ ,  $r \in \mathbb{N}$

It should be noted that this hypothesis is used in the method of classical separation<sup>[5]</sup>. If  $\alpha_n$ 's exist and are finite then the given PDE is separable. On the other hand if  $\alpha_n$ 's do not exist, or infinite, or all identically zero then either our original hypothesis is incorrect and the equation is not separable in this form, or else the trivial solution  $u(x, t) = w_1(t)$  is the only separable solution of the equation.

If the series (1) terminates it represents first-order equation which can be solved for  $\theta(x)$ , if the series does not terminate then the question of uniform convergence must be looked into [i.e. the differential equation (1) may exist for certain value of  $\theta$ , but not others].

**Typical cases**

**A. Galaktionov main (simplest) example:**

The equation

$$v_t = v_{xx} + (v_x)^2 + v^2 \dots\dots\dots(2)$$

is obtained from the semilinear parabolic eq.

$$u_t = u_{xx} + (1+u) \ln^2(1+u).$$

which arises in the study of heat propagation, by means of substitution  $v = \ln(1+u)$ .

When the statement:

$$v(x,t) = w_1(t) + w_2(t) \cos(x) \dots\dots\dots(3)$$

was made, Galaktionov, reduced (2) to a first order planar dynamical system. The solution (3) is derived also by Nucci<sup>[3]</sup> using the iterations of the nonclassical symmetries method.

For more separable solutions we substitute

$$v(x,t) = w_1(t) + w_2(t) \theta(x) \dots\dots\dots(4)$$

in equation (2), and using the assumption

$$\theta^2(x) = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n \theta^n(x) \dots\dots\dots(5)$$

we have

$$w'_1 + w'_2 \theta = w_2 \sum_{n=0}^{\infty} n \alpha_n \theta^{n-1} + 2w_2^2 \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n \theta^n + (w_1 + w_2 \theta)^2$$

Comparing coefficients of  $\theta^0$ ,  $\theta^1$  and  $\theta^2$  gives the following relations

$$w'_1 = \alpha_1 w_2 + 2\alpha_0 w_2^2 + w_1^2 \dots\dots\dots(6)$$

$$w'_2 = 2\alpha_2 w_2 + 2\alpha_1 w_2^2 + 2w_1 w_2 \dots\dots\dots(7)$$

$$3\alpha_3 w_2 + (2\alpha_2 + 1)w_2^2 = 0 \dots\dots\dots(8)$$

respectively. For nonconstant function  $w_2$  eq. (8) gives

$$\alpha_2 = -1/2 \text{ and } \alpha_3 = 0 \dots\dots\dots(9)$$

The coefficients of  $\theta^n$   $n \geq 3$  give

$$(n+1)\alpha_{n-1} w_2 + 2\alpha_n w_2^2 = 0 \dots\dots\dots(10)$$

Consequently

$$\alpha_n = 0 \quad \forall n \geq 3 \dots\dots\dots(11)$$

Then from (5) - (11) we have

$$\theta^2 = 2(\alpha_0 + \alpha_1 \theta - 1/2 \theta^2) \dots\dots\dots(12)$$

and

$$w'_1 = w_1^2 + \alpha_1 w_2 + 2\alpha_0 w_2^2 \dots\dots\dots(13)$$

$$w'_2 = 2w_1 w_2 - w_2 + 2\alpha_1 w_2^2 \dots\dots\dots(14)$$

where  $\alpha_0$  and  $\alpha_1$  are arbitrary constants.



clearly Galaktionov's solution of the eq. (2) is a special case of our solution above, if we set  $\alpha_0 = 1/2$  and  $\alpha_1 = 0 \Rightarrow w_1 = W_1^2 + w_2^2, w_2 = 2w_1w_2 - w_2$

**B. The equation**

$$u_t = u_{xx} + u_x^2 + \gamma, \gamma \neq 0 \dots\dots\dots (14)$$

This example shows that the series in (1) may be infinite. Substituting

$$u(x,t) = w_1(t) + w_2(t)\theta(x) \dots\dots\dots (15)$$

into (14) and using assumption

$$\theta'^2 = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n \theta^n \dots\dots\dots (16)$$

gives

$$w_1' + w_2' \theta = w_2 \sum_{n=0}^{\infty} n \alpha_n \theta^{n-1} + 2w_2^2 \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n \theta^n + \gamma \dots\dots\dots (17)$$

Comparing coefficients of  $\theta^n \forall n$  gives

$$w_1' = \alpha_1 w_2 + 2\alpha_0 w_2^2 + \gamma \dots\dots\dots (18)$$

$$w_2' = 2\alpha_2 w_2 + 2\alpha_1 w_2^2 \dots\dots\dots (19)$$

$$(n+1)\alpha_{n+1} w_2 + 2\alpha_n w_2^2 = 0 \forall n \geq 2 \dots\dots\dots (20)$$

**Case 1:** If  $w_2 \neq$  constant

then (20) gives  $\alpha_n = 0 \forall n \geq 2$  and then equation (14) has formal exact solution (15) if  $\theta(x)$  is any solution of the equation

$$\theta'^2 = 2 (\alpha_0 + \alpha_1 \theta)$$

and  $w_1, w_2$  are the solutions of the system

$$w_1' = \alpha_1 w_2 + 2\alpha_0 w_2^2 + \gamma$$

$$w_2' = 2\alpha_1 w_2^2$$

where  $\alpha_0$  and  $\alpha_1$  are arbitrary constants.

**Case 2:** If  $w_1 =$  constant  $= -\lambda/2 \neq 0$

then (20) gives

$$\alpha_{n+1} = \frac{\lambda \alpha_n}{n+1} \forall n \geq 2, \text{ and } 19 \text{ gives } \alpha_2 = \frac{\lambda \alpha_1}{2}$$

$$\text{Hence } \alpha_{n+1} = \frac{\lambda \alpha_n}{n+1} \forall n \geq 1 \dots\dots\dots (21)$$

From (16) and (21) we have

$$\theta'^2 = 2\alpha_0 + 2(\alpha_1 \theta + \frac{\alpha_1 \lambda \theta^2}{2!} + \frac{\alpha_1 \lambda^2 \theta^3}{3!} + \dots)$$

$$\begin{aligned}
 &= 2\alpha_0 - \frac{2\alpha_1}{\lambda} + \frac{2\alpha_1}{\lambda} \left(1 + \lambda\theta + \frac{(\lambda\theta)^2}{2!} + \frac{(\lambda\theta)^3}{3!} + \dots\right) \\
 &= 2\alpha_0 - \frac{2\alpha_1}{\lambda} + \frac{2\alpha_1}{\lambda} e^{\lambda\theta} \\
 &= \frac{2\alpha_0\lambda - 2\alpha_1 + 2\alpha_1 e^{\lambda\theta}}{\lambda}, \lambda = \frac{2\alpha_2}{\alpha_1} \dots\dots\dots(22)
 \end{aligned}$$

Therefore eq. (14) has formal exact solution

$$u(x,t) = w_1(t) - \frac{\lambda}{2} \theta(x)$$

where  $\theta(x)$  is any solution of (22) and  $w_1(t) = k_1t + k_2$ , where

$$k_1 = \alpha_1 \frac{-\lambda}{2} + 2\alpha_0 \frac{\lambda^2}{4} + \gamma, \text{ and } k_2 \text{ is arbitrary constant.}$$

If we choose  $\alpha_0\lambda - \alpha_1 = 0$  then (22) becomes

$$\theta'^2 = \frac{2\alpha_1}{\lambda} e^{\lambda\theta}, \lambda = \frac{\alpha_1}{\alpha_0}$$

which is solvable by classical methods.

**The results of the mGm**

In this section, we present our results of applying the mGm to the full set (of equations we wish to explore) in tabular form I Table I contains the ODE for  $\theta(x)$  and the system for  $w_1(t)$  and  $w_2(t)$  for the equations we investigated.

Table 1: the result of the mGm

The partial differential equation	The derivatives equation for $\theta(x)$	The system for $w_1(t)$ and $w_2(t)$
$v_t = v_{xx} + v_x^2 + v^2$	$\theta'^2 = 2(\alpha_0 + \alpha_1 \theta - 1/2 \theta^2)$	$w'_1 = w_1^2 + \alpha_1 w_2 + 2\alpha_0 w_2^2$
$U_t = u_{xx} + u_x^2 + \gamma$ $\gamma = \text{const.} \neq 0$	$\theta'^2 = 2(\alpha_0 - 2\alpha_1 + 2\alpha_1 \theta)$  $\theta'^2 = \frac{2\alpha_0 \lambda - 2\alpha_1 + 2\alpha_1 e^{i\theta}}{\lambda}$  $\lambda = 2\alpha_2 / \alpha_1$	$w'_1 = \alpha_1 w_2 - 2\alpha_0 w_2^2 + \lambda$ $w'_2 = 2\alpha_1 w_2^2$ $w_1' = \alpha_1 (-\lambda/2) + 2\alpha_1 (\lambda^2/4)$  $w_2 = -\lambda/2$
$v_t = (v+\gamma)v_{xx} + v^2$ $\lambda = \text{const.} > 0$	$\theta' = \alpha_0 - \theta$	$w'_1 = \alpha_0 w_2 (w_1 + \lambda) + w_1^2$ $w'_2 = w_1 w_2 - \lambda w_2 + \alpha_0 w_2^2$
$v_t = (v+\gamma)v_{xx} + \sigma^{-1} v_x^2 + \sigma v^2$ $\sigma = \text{const.} > 0$	$\theta'^2 = 2\alpha_0 + 2\alpha_1 \theta - (\sigma^2 / \sigma + 1) \theta^2$	$w'_1 = \alpha_1 w_2 (w_1 + \lambda) + (2\alpha_0 / \sigma) w_2^2 + \sigma w_1^2$ $w'_2 = \frac{-\gamma \sigma^2 w_2}{\sigma + 1} + \alpha_1 \frac{\sigma - 2}{\sigma} w_2^2 + \frac{\sigma(\sigma + 2)}{\sigma - 1} w_1 w_2$
$v_t = v v_{xx} - v_x^2 - \delta, \delta \neq 0$	$\theta'^2 = 2(\alpha_0 + \alpha_1 \theta + \alpha_2 \theta^2)$	$w'_1 = \alpha_1 w_1 w_2 - 2\alpha_0 w_2^2 - \delta$ $w'_2 = 2\alpha_2 w_1 w_2 - \alpha_1 w_2^2$
$u_t = u u_{xx} + u_x^2$	$\theta'^2 = 2(\alpha_0 + \alpha_1 \theta)$	$w'_1 = \alpha_1 w_1 w_2 - 2\alpha_0 w_2^2$ $w'_2 = 3\alpha_2 w_2^2$
$u_t = u_{xx} + 2u u_x$	$\theta' = \alpha_0$	$w'_1 = 2\alpha_0 w_1 w_2$ $w'_2 = 2\alpha_0 w_2^2$
$u_t = -u_{xxx} - u_{xx} - u_x^2 + u^2$	$\theta'^2 = 2(\alpha_0 + \alpha_1 \theta + 1/2 \theta^2)$	$w'_1 = -2\alpha_1 w_2 - 2\alpha_0 w_2^2 + w_1^2$ $w'_2 = -2w_2 - 2\alpha_1 w_2^2 + 2w_1 w_2$
$u_t = -u_{xx} + u_x^2 + u^2$	$\theta'^2 = 2(\alpha_0 + \alpha_1 \theta - 1/2 \theta^2)$	$w'_1 = w_1^2 + \alpha_1 w_2^2 + 2\alpha_0 w_2^2$ $w'_2 = 2w_1 w_2 - w_2 + 2\alpha_1 w_2^2$

The main result

In this section, we present the result of applying the mGm to a particular class of equations which includes the equations studied in the previous sections.

Let us consider the class of nonlinear evolution equations of the form

$$P(t; \partial/\partial t)u = Au + Q(t; \partial/\partial x)u + b_0(t), ((x,t) \in R \times R) \dots\dots\dots (23)$$

where

$$Au = \alpha(u_{xx})^2 + \gamma u u_{xx} + \delta u_x^2 + \epsilon u^2,$$

$\alpha, \gamma, \delta, \epsilon \in R$  are given real constants, be the second order operator  $A : C^2(R) \rightarrow C(R)$  with quadratic nonlinearities. And  $P(\cdot)$  and  $Q(\cdot)$  are linear polynomial operators with arbitrary coefficients of  $\{a_i(t)\}, \{b_j(t)\}$ , respectively, i.e.,

$$P(t, \partial/\partial t) = \sum_{i=0}^M \alpha_i (\partial/\partial t)^{(i)}$$

$$Q(t; \partial/\partial x) = \sum_{j=0}^K b_j (\partial^2/\partial x^2)^{(j)}$$

**Lemma (1):**

If  $\theta'^2 = 2(c_0 + c_1 \theta + c_2 \theta^2)$  then  
 $\theta^{(2j)} = (2c_2)^{j-1} \theta'$  for  $j=1, 2, \dots$  .....(24)

**Proof:** (By induction).

**Theorem (1):** The statement  $u(x, t) = w_1(t) + w_2(t) \theta(x)$ ,  $w_2(t) \neq 0$  reduces the class of equations (23) to the following system of ordinary differential equations for  $w_1(t)$  and  $w_2(t)$ :

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=0}^M a_i w_1^{(i)} &= \alpha c_1^2 w_2^2 + \gamma c_1 w_1 w_2 + 2c_0 \delta w_2^2 + \epsilon w_1^2 \\ &+ c_1 w_2 \sum_{j=0}^K b_j (2c_2)^{j-1} + b_0(t) \\ \sum_{i=0}^M a_i w_2^{(i)} &= 4c_1 \alpha w_2^2 + \gamma (2c_2 w_1 + c_1 w_2) w_2 + 2\delta c_1 w_2^2 \\ &+ 2\epsilon w_1 w_2 + 2c_2 w_2 \sum_{j=0}^K b_j (2c_2)^{j-1} \end{aligned} \right\} \dots (25)$$

if  $\theta'^2 = 2(c_0 + c_1 \theta + c_2 \theta^2)$ , where  $c_2$  satisfies the equation:

$$4\alpha c_2^2 + 2(\gamma + \delta)c_2 + \epsilon = 0 \dots \dots \dots (26)$$

and  $c_0, c_1$  are arbitrary constants.

**Proof:** Let  $u(x, t) = w_1(t) + w_2(t) \theta(x)$

and using lemma (1), implies that the operators A, P and Q will have the following forms:

$$\begin{aligned} A(u) &= \alpha T^2 \theta''^2 + \gamma (w_1 + w_2 \theta)(w_2 \theta'') + \delta w_2^2 \theta'^2 + \epsilon (w_1^2 + 2w_1 w_2 \theta + w_2^2 \theta^2) \\ &= \alpha w_2^2 (c_1 + 2c_2 \theta)^2 + \gamma (w_1 + w_2 \theta) (c_1 + 2c_2 \theta) w_2 + 2\delta w_2^2 (c_0 + c_1 \theta + c_2 \theta^2) + \epsilon (w_1^2 + 2w_1 w_2 \theta + w_2^2 \theta^2) \end{aligned} \dots (27)$$

and

$$\begin{aligned} P(u) &= \sum_{i=0}^M (a_i w_1^{(i)} + a_i \theta w_2^{(i)}), w_1^{(0)} = w_1, \\ w_2^{(0)} &= w_2 \end{aligned} \dots \dots \dots (28)$$

and

$$\begin{aligned}
 Q(u) &= \sum_{j=0}^K b_j (w_2 \theta^{(j)}) = w_2 \sum_{j=1}^K b_j \theta^{(2j)} \\
 &= w_2 \sum_{j=0}^K b_j (2c_2)^{j-1} \theta^{(j)} \\
 &= w_2 \theta^n \sum_{j=0}^K b_j (2c_2)^{j-1} \dots \dots \dots (29)
 \end{aligned}$$

Substituting (25), (26) and (27) into (23) gives

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=0}^M (a_i w_1^{(i)} + a_i \theta w_2^{(i)}) &= \alpha w_2^2 (c_1 + 2 c_2 \theta)^2 + \gamma w_2 (w_1 + w_2 \theta) (c_1 + 2 c_2 \theta) + 2 \delta \\
 w_2^2 (c_0 + c_1 \theta + c_2 \theta^2) &+ \varepsilon (w_1^2 + 2 w_1 w_2 \theta + \\
 w_2^2 \theta^2) &+ w_2 (c_1 + 2 c_2 \theta) \sum_{j=1}^K b_j (2 c_2)^{j-1} + b_0(t) \dots \dots \dots (30)
 \end{aligned}$$

Comparing coefficients of  $\theta^n$  in (30) for  $n=0, 1$  yields the system of ODEs (25) for  $w_1(t)$  and  $w_2(t)$ . For  $n=2$  we have

$$4 \alpha c_2^2 w_2^2 + 2 \gamma c_2 w_2^2 + 2 c_2 \delta w_2^2 + \varepsilon w_2^2 = 0,$$

which gives (26)

**Example:** The nonlinear heat conductivity equation with a logarithmic-type nonlinearity for  $u(x, t)$

$$u_t = u_{xx} + (\alpha + \beta \ln(u) - \gamma^2 (\ln(u))^2) u \dots \dots \dots (31)$$

Can be transformed to the equation with quadratic nonlinearities

$$v_t = v_{xx} + v^2_x + \alpha + \beta v - \gamma^2 v^2 \dots \dots \dots (32)$$

by means of the substitution  $u = e^v$ . We can apply theorem (1) to equation (32), in order to obtain an exact solution, it gives

$$\theta^2(x) = 2(c_0 + c_1 \theta + (\gamma^2/2) \theta) \dots \dots \dots (33)$$

and  $w_1, w_2$  satisfy the system

$$\left. \begin{aligned}
 w_1' &= 2 c_0 w_2^2 - \gamma^2 w_1^2 + 2 c_1 w_2 + \beta w_1 + \alpha \\
 w_2' &= 2 c_1 w_2^2 - 2 \gamma^2 w_1 w_2 + \gamma^2 w_2 + \beta w_2
 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (34)$$

where  $c_0$  and  $c_1$  are arbitrary constants. Consequently

$$u(x,t) = \exp.(w_1(t) + w_2(t)\theta(x)) \dots \dots \dots (35)$$

where  $\theta(x)$  is any solution of (33) and  $w_1(t), w_2(t)$  satisfy (31).

**Note:** By applying the iterations of the NSM, Nucci in 1996 derived the solution of (32), where  $w_1, w_2$  satisfy the system

$$\begin{aligned}
 w_1' &= \alpha + \beta w_1 - \gamma^2 w_1^2 \\
 w_2' &= (\beta + \gamma^2 - 2 \gamma^2 w_1) w_2,
 \end{aligned}$$

clearly this system is a special case of (34).

## REFERENCE

1. Galaktinov, V.A. On new exact blow-up solutions for nonlinear heat conduction equations with source and applications, *J. Diff, Int. Eqs.*, 3(5), 863-874, (1990).
2. Galaktinov, V.A. Invariant subspaces and new explicit solutions to evolution equations with quadratic nonlinearities. *Proc. Royal. Soc. Edinburgh*, 125A, 225-246, (1995).
3. Nucci, M.C., Iterating the nonclassical symmetries method, *physica D* 78, 124-134, (1994).
4. Nucci, M.C., Iterating of the nonclassical symmetries method and conditional Lie-Backland symmetries, *J. Phys. A: Math. Gen.* 29, 8117-8122, (1996).
5. Osborne, A.D., and Stuart, A.E.G., on the separability of the Sine-Gordon equation and other similar quasilinear partial differential equations, *J. Math. Phys.* 19(7), 1573-1579, (1978).



# مجلة علوم المستنصرية

مدير التحرير

الدكتور عبد الواحد باقر  
استاذ - احياء مجهرية

رئيس التحرير

الدكتور رشيد حمود النعيمي  
استاذ - فيزياء جو

## هيئة التحرير

استاذ - كيمياء

استاذ - علوم حياة

استاذ مساعد - رياضيات

استاذ مساعد - انواع جوية

استاذ مساعد - فيزياء

استاذ مساعد - حاسبات

الدكتور رضا ابراهيم البياتي

الدكتور احسان شفيق توفيق

الدكتور عبد السميع عبد الرزاق الجنابي

الدكتور قيس جميل لطيف

الدكتور هاشم حميد جواد

الدكتور محمد الشريفى على



تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مشاييم الابقار على الفعاليات الايضية لبكتريا البروسيللا  
المجهضة *Brucella abortus*

عبد الواحد باقر، رعد كاظم المصلح، سوسن حسن الكوره جي

قسم علوم الحياة، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية

(استلم بتاريخ ٢٠٠٠/٦/٢٠ وقبل للنشر في ٢٠٠٠/٩/٢٧)

### ABSTRACT

Due to the wide distribution of *Brucella abortus* in the cows placenta, effect of the chemical carbohydrate component of the placenta on bacterial growth was studied. Data shown that the average amounts of glycogen, glucose and erythritol were  $5.24 \pm 1.1 \text{mg}/100 \text{ml}$ ,  $380.2 \pm 5.7 \text{mg}/100 \text{ml}$ ,  $37.26 \pm 1.1 \mu\text{g}/\text{ml}$  respectively. It was found that erythritol was the most growth stimulator for *Brucella* when the isolates heavily grown in the concentration  $20-40 \mu\text{g}/\text{ml}$  erythritol. Unfortunately concentration of  $80-100 \mu\text{g}/\text{ml}$  decrease the bacterial growth. Glucose on the other hand followed erythritol in cocentration  $1-3 \text{mg}/\text{ml}$  in its effect on bacterial growth but decrease in concentration  $5 \text{mg}/\text{dl}$ . The growth decreased by  $4-10 \text{mg}/\text{ml}$  of glycogen.

### الخلاصة

لعدة تمركز بكتريا البروسيللا واستيطانها في مشاييم الابقار، درست المكونات الكيميائية الكربوهيدراتية للمشاييم وتأثيرها على نمو هذه البكتريا، وقد اظهرت الدراسة ان معدلات الكلايكوجين المستخلص من المشاييم تراوحت بين  $2.7 \pm 3.99$ :  $3.9 \pm 6.28$  ملغم/ذ.م. وبمعدل  $1.1 \pm 5.24$  ملغم/١٠٠ مل. وتراوحت معدلات الكلوكوز بين  $30.5 \pm 373.67$ :  $63.6 \pm 384.59$  ملغم / ١٠٠ مل. كم استخلص الارثريتول من المشاييم حيث تراوح بين  $1.1 \pm 36.09$  و  $6.1 \pm 38.30$  مايكروغرام/مل وبمعدل  $1.1 \pm 37.26$  مايكروغرام/مل. ووجد من خلال هذه الدراسة ان الارثريتول كان المادة الاكثر تحفيزا لنمو البروسيللا مقارنة بالمواد الكربوهيدراتية الاخرى، فقد اظهرت العزلات نموا جيدا عند التراكيز  $20, 40, 60, 80, 100$  مايكروغرام/مل من الارثريتول ثم سجلت انخفاضا بالنمو عند التراكيز  $80$  و  $100$  مايكروغرام/مل، وجاء تأثير الكلوكوز بعد الارثريتول عندما اظهرت العزلات نموا جيدا للتراكيز  $1$  و  $3$  ملغم/مل، لكن نموها انخفض عند التراكيز ( $5$  ملغم/مل) مقارنة بمعاملة السيطرة. ومن جهة اخرى اظهر الكلايكوجين تأثيرا سلبيا في نمو البروسيللا لاسيما عندما انخفض نموها عند التراكيز  $4-10$  ملغم/مل.

## المقدمة

يعد السخد (Placenta) من التراكيب الجسمية المهمة الحاوية على التراكيز المناسبة من المواد الكربوهيدراتية (الكلوكوز، ارثريتول، كلايوجين) وغيرها من المواد المغذية مما يجعلها من الأعضاء المهمة في رقد الجنين بما يحتاجه من مغذيات فضلا عن دوره في تشجيع نمو الاحياء المجهرية المختلفة ومنها بكتريا البروسيللا (Tysone et.al., 1968).

يشكل الكلايوجين حوالي 1% من العضلات و 1,5-4% من وزن كبد الانسان بالاضافة الى وجوده في انسجة اخرى كالقلب، الدماغ والسخد (الجنابي 1984). حيث قدر (Robb & Hytten 1976) نسبة الكلايوجين في سخد الأبقار فوجدها تراوحت بين 1,9-1,08 ملغم/غم سخد. وجد (Roelfzema et al 1988) ان معدل الكلايوجين في سخد الجرذان بلغ (0,24) ملغم/غم سخد.

ذكر (Payne 1957) زيادة معدل الكلايوجين في السخود المصابة عن غير المصابة، حيث بلغ (0,83) ملغم/غم و (0,72) ملغم/غم سخد وعلى التوالي.

وجد (Robb & Hytten 1976) ان نسبة الكلوكوز في سخود النساء الحوامل بلغ معدل (320) ملغم/100 مل من خلاصة السخد، ويمكن القول ان نسبة الكلوكوز في السوائل الجنينية والسخد تعكس مستوى الكلوكوز في دم الام كونه المجهز الوحيد لاحتياجات الجنين (Romen et al. 1995) اسما مركب الارثريتول (Erythritol) المكتشف في سخود الأبقار مع بداية الستينات من هذا القرن الحالي، فقد عرف بفعاليته في تحفيز نمو البروسيللا، حيث يبلغ معدله (30) مايكروغرام/مل من سخد الأبقار (Smith et al, 1962). فيما اكد (Keppie et al 1966) ان اضافة (1-5) مايكروغرام/مل من الارثريتول الى الوسط الزرعي تزيد من معدلات نمو البروسيللا، ولاسيما ان (Ewalt et al 1990) اشار الى وجود علاقة بين ضراوة البروسيللا واستغلالها للارثريتول، عندما وجد ان السلالات الضاربية تستغل 90,9% من الارثريتول مقارنة بالسلالات المضغفة (24,4)%.

في الوقت الحاضر تهدف البحوث الحديثة الى استخدام الجينات المسؤولة عن تحسسها للارثريتول في البروسيللا لتسيطرة على انتشار المرض (Sangari et al. 1994). اما هذه الدراسة فتهدف الى تحديد المكونات الكربوهيدراتية الموجودة في سخود الأبقار نوعيا وكميا لمعرفة تأثير هذه المكونات وكلا على افراد في نمو بكتريا البروسيللا مما يوضح المادة الكربوهيدراتية الأكثر اهمية في انتشار البروسيللا وتمركزها في السخد.

## المواد وطرق العمل

## جمع النماذج

جمعت نماذج سخذ الابقار من محطات الابقار المختلفة الواقعة في ضواحي محافظة ذي قار وواسط. حضرت بعد عملية الولادة الطبيعية مباشرة وذلك بتعبئة كل نموذج في كيس بلاستيكي نظيف ونقله الى المختبر تحت ظروف مبردة. جهز السخذ للتحليل باخذ نموذج ممثل لكل تحليل بصورة عشوائية وبعد الغسيل السطحي للنموذج باستخدام محلول ملحي فسلجي معقم، ثم قطع السخذ الى خمس قطع كبرى وبعد ازالة الحبل السري، وزنت كل قطعة ثم قطعت الى اجزاء صغيرة قبل فرمها باستخدام خاظر كهربائي. (Siler-Khodr et al. 1989).

## عزلات بكتريا البروسيللا

استخدمت في الدراسة عزلات من بكتريا البروسيللا معزولة محليا من مصادر مختلفة وكما في الجدول (١). وبعد ان تم تنقية العزلات البكتيرية بتكرار استنباتها، اجريت لها الاختبارات التاكيدية والفلسجية والمصلية واختبارات تصنيف البكتريا وتحديد نمطها الحيوي وحسب ما ورد عن Alton et al. (1988).

## استخلاص الكلايوجين من السخذ والكشف عن المستخلص

تم استخلاص الكلايوجين من سخذ الابقار وكما ورد في Calder 1991. ليتم الكشف عن المستخلص باستخدام كشف مزلش (Molisch) وكشف بيوريت (Biuret Test)

## تقدير الكلايوجين المستخلص

قدر الكلايوجين المستخلص من السخذ بطريقة الفينول-حامض الكيريتيك المذكورة من قبل Dubois et al (1956)

## تحلل الكلايوجين والكشف عن الكلوكوز

استخدم طريقة Diament et al (1982) في تحليل الكلايوجين باضافة ١ مل من حامض HCl ١,٢ مول/لتر الى ١ مل من نموذج الاستخلاص، سخن المزيج في حمام مائي مغلي لمدة ساعتين. بعد تبريد الانبوبة اضيفت قطرة واحدة من دليل احمر الفينول وتم التعادل ضد محلول هيدروكسيد الصوديوم (٠,٥) مول/لتر لحين تغيير اللون الاصفر. خفف المحلول الى (٥) مل باستخدام الماء المقطر. تم الكشف عن الكلوكوز الناتج من تحلل الكلايوجين باستخدام كشف بندكت (Benedict).

تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مشاييم الأبقار على الفعاليات الأيضية لبكتريا البروسيلا المجهضة *Brucella abortus*  
عبد الواحد باقر وجماعته

#### تقدير الكلوكوز في السخود

ابتعت الطريقة التي ذكرها (Hultman 1959) في تقدير الكلوكوز وباستخدام محلول O-

.toluidine

#### استخلاص الارثريتول من السخد

ابتعت الخطوات التي ذكرها (Pearce et al 1962) في استخلاص الارثريتول من سخد الأبقار والتي تركزت على عملية ديلازة (Dialysis) للمستخلص وتركيزه ومن ثم امراره في عمود المبادل الأيوني الكروماتوغرافي (Ion exchange chromatography) وباستخدام Amberlite IR-45 و Amberlite IR-400 و Zeokarb-225 والمجهزة من قبل شركة (BDH) الانكليزية.

#### الكشف عن الارثريتول المستخلص

استخدمت طريقة Ascending chromatography في الكشف عن الارثريتول وباستخدام

صفائح Silica gel مع استخدام المحلول الأرواني.

n-butanol:water:glacial acetic acid بنسبة ٦ : ٢٥ : ٧٥ وفحص البقع وكشفها باستخدام كاشف خاص (Kirk et al. 1982).

#### تقدير الارثريتول في السخود

قدر الارثريتول في سخد الأبقار بعد ازالة البقعة الناتجة من الكشف (بدون الكاشف) بإذابتها

وباستخدام الماء المقطر لتتبد في المنبذة بسرعة ٢٠٠٠ ولمدة ١٠ دقائق. فيما استخدم الراشح لتقدير

الارثريتول واتباع طريقة (Dubois et al 1956).

جدول ١: عزلات بكتريا البروسيلا المجهزة وحسب مصادر عزلها

رقم العزلة	نمطها الحيوي	مصدر عزلها	رقم العزلة	نمطها الحيوي	مصدر عزلها
١	١	محتويات معدة جنين بقرى مصاب/ مركز البروسيلا	١١	٩	حليب خام/محلي
٢	١	حليب خام/ محلي	١٢	٩	جنين طري/ محلي
٣	١	جنين طري /محلي	١٣	٩	مرضى/ مختبرات الصحة المركزية
٤	٤	حليب خام/ محلي	١٤	٩	مرضى/ دائرة مدينة صدام الطبية
٥	٤	مرضى/ مختبرات الصحة المركزية	١٥	١	مرضى/ مختبرات الصحة المركزية
٦	٤	مرضى/ دائرة مدينة صدام الطبية	١٦	٧	مرضى مختبرات الصحة المركزية
٧	٧	حليب خام محلي	١٧	٧	مرضى مختبرات الصحة المركزية
٨	٧	جنين طري/ محلي	١٨	٧	مرضى دائرة مدينة صدام الطبية
٩	٧	جنين طري/ محلي	١٩	٧	مرضى مختبرات الرازي
١٠	٩	حليب خام محلي	٢٠	٧	محتويات معدة جنين مصائب مركز البروسيلا

Sqq عزلة قياسية/ معهد المصون واللقاح

## تقييم تأثير المكونات الكربوهيدراتية في نمو بكتريا البروسيلا

## تأثير الكلايوجين

تحضير اللقاح البكتيري: نقلت مستعمرة واحدة من المستعمرات النامية على وسط اكار فول الصويا (Trypticase soy agar) المجهزة من شركة Biomerieux الفرنسية من عزلات بكتريا البروسيلا الى انبوبة اختبار حاوية على (١٠) مل من وسط Trypticase soy broth (TSB) وحضنت بتوفر ٥-١٠% من غاز CO<sub>2</sub> وبدرجة حرارة ٣٧م لمدة ٤٨-٧٢ ساعة. قرا طيف الامتصاص لكل انبوبة عند الطول الموجي ٦٥٠ نانوميتر. بحيث تصبح كثافة النمو (عكورة الوسط الزرع) مساوية لكثافة محل في السيطرة القياسية لكونريد الباريوم والتي قراتها ١,٥٠٠ والحوية على ١٠<sup>٨</sup> خلية/مل وحسب طريقة Metcalf etal (1986)

تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مشايخ الأبقار على الفعاليات الأيضية لبكتريا البروسيلا المجهضة *Brucella abortus*  
عبد الواحد باقر وجماعته

تحضير محلول الكلايوجين (Stock solution): حضر تركيز (١٠) ملغم/مل من المحلول الأساس للكلايوجين بإذابة ١٠ غم من الكلايوجين المجهز من شركة (BDH) الانكليزية في ١٠٠ مل من وسط (TSB) الدافئ مع المزج المستمر ولحين الذوبان مع ضبط الاس الهيدروجيني الى ٧: pH. وعقم بطريقة الترشيح.

تحضير الأوساط الزرعية: حضر وسط (TSB) مع ضبط الاس الهيدروجيني الى (٧: pH) ووزع في انابيب اختبار حجم ٢٥ مل وعقم بالموصدة. ثم اضيف الكلايوجين المعقم والمحضر في الفقرة (١٠-١) لكل انبوبة لتحضير تراكيز نهائية (١٠,٨,٦,٤,٢,٠,٠,٠٥) ملغم/مل.

تلقیح الأوساط الزرعية: لقت كافة الانابيب من المزارع النشطة بعمر ٤٨ ساعة بنسبة ١% وحضنت بدرجة حرارة ٣٧ م بتوفر ٥-١٠% من CO<sub>2</sub> ولمدة ٤٨ ساعة مع انابيب السيطرة.

التعداد الحي للخلايا: اجري التعداد الحي للخلايا التي لقت بها انابيب التجربة وبعد تحضير سلسلة التخافيف وحسب ما ورد عن (Alton et al (1975).

قياس طيف الامتصاص للخلايا البكتيرية: تم قياس طيف الامتصاص لانابيب المزارع البكتيرية والمحضرة في الفقرة (١٠-١-٤) عند الطول الموجي ٦٥٠ نانوميتر مقارنة بانابيب الكفي والمتكونة من التراكيز (١٠-٠,٠٥) ملغم/مل وبدون تلقیح (Metcalf et al, 1986).

#### تأثير الكلوكوز

تحضير المحلول الأساس (Stock solution): حضر المحلول الأساس للكلوكوز بتركيز (٥) ملغم/مل بإذابة (٥) غم من الكلوكوز المجهز من شركة (BDH) الانكليزية في ١٠٠ مل من وسط (TSB) وعقم بطريقة الترشيح لتحضر من تراكيز نهائية (٥,٤,٣,٢,١) ملغم/مل.

تحضير اللقاح البكتيري والأوساط الزرعية وتلقيحها واثتعداد الحي للخلايا وقياس طيف الامتصاص: لتحضير اللقاح البكتيري والأوساط الزرعية وتلقيحها واثتعداد الحي للخلايا وقياس طيف الامتصاص اتبعت الخطوات الواردة في الفقرات السابقة.

## تأثير الأثر يتول

تحضير المحلول الأساس: حضر تركيز (١٠٠) مايكروغرام/مل للارثريتول باذابة (٠,٠١) غم من الارثريتول المجهز من شركة (Fluka) الألمانية في (١٠٠) مل من وسط (TSB) وعقم بالترشيح تحتض منه تراكيز نهائية (٢٠, ٤٠, ٦٠, ٨٠, ١٠٠) مايكروغرام/مل.

تحضير اللقاح البكتيري والاسواط الزرعية وتلقيحها والتعداد الحي للخلايا وقياس طيف الامتصاص: لتحضير اللقاح البكتيري والاسواط الزرعية وتلقيحها ولإجراء التعداد الحي للخلايا وقياس طيف الامتصاص، اتبعت الخطوات الواردة في الفقرات السابقة.

## التحليل الاحصائي

استخدم في التحليل الاحصائي اختبار (ANOVA) One way analysis of variance لايجاد العلاقة بين تأثير التراكيز المختلفة من المواد الكربوهيدراتية في بكتريا البروسيلا واستخدام اختبار Least Significant Difference (LSD) لايجاد موقع التغيرات في تأثير السكريات على نمو البروسيلا (Zar, 1984).

## النتائج والمناقشة

## تقدير الكلايوجين المستخلص من سخذ الابقار

استخلص الكلايوجين من سخذ الابقار باستخدام القاعدة المركزة مع الحرارة (Calder, 1991) إذ يرتبط التأثير الكيمياوي للقاعدة في هضم أي بروتين مقترن بالكلايوجين وهذا ما يستند عليه اختبار بايوريت الخاص بالكشف عن الاواصر البيبتيرية إذ اعطى نتيجة سالبة، فيما دل الاختبار الخاص بمتعدد السكريد ان المستخلص هو كلايوجين وذلك عندما اعطى نتيجة ايجابية بالاضافة الى ايجابية اختبار مولش.

اظهرت النتائج ارتفاع نسب الكلايوجين في سخذ الابقار (جدول ٢) إذ تراوحت نسب الكلايوجين فيها بين ٣,٩٩ و ٦,٢٨ ملغم% وبمعدل (٥,٢٤) ملغم/١٠٠ مل مما يدل على افضلية طريقة الاستخلاص التي لا تؤثر على جزيئات الكلايوجين.

## تأثير الكلايوجين في نمو البروسيلا المجهضة

تشير النتائج في (الشكل ٢٠١) الى ازدياد نمو أكثر من نصف عدد العزلات عند اضافة الكلايوجين بتركيز ٢ ملغم/مل من الوسط وذلك عندما ازداد معدل اعداد الخلايا النمط الحيوي السابع الى  $1.0 \times 10^8$  خلية/مل في ثمان عزلات وفي النمط الحيوي الرابع الى  $1.0 \times 10^8$  خلية/مل للنم

تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مضايح الابقار على الفعاليات الايضية لبكتريا البروسيلة المجهضة *Brucella abortus*  
عبد الواحد باقر وجماعته

الحيوي (٧) و  $10 \times 100,1$  خلية/مل للتمط الحيوي (٤) من نفس العزلات. فيما اخذت معدلات اعداد الخلايا بالانخفاض تدريجيا بازياد نسب الكلايكوجين عن ٢ ملغم/مل.

ويمكن ان يعزى عدم امكانية استغلال البروسيلة لتكلايكوجين بالتركيز العالية الى ما تسببه هذه التراكيز من ظاهرة الانكماش للخلايا (الخفاجي، ١٩٧٨). تجدر الاشارة الى ان كبر حجم الجزيئة يلعب دورا في صعوبة دخولها اغشية الخلية لضعف فعالية الانزيمات الناقلة (Permeases) اتجاه هذه المركبات. وقد اكدت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية لتأثير التراكيز المستخدمة من الكلايكوجين  $0,05$  ( $F= 69,52, P <$  المجهضة  $(9,7,401)$  لوجود تراكيز الكلايكوجين في الوسط الزرع  $(F= 1,99, N.S., P > 0,05)$ .

### تقدير الكلوكوز المستخلص من سخذ الابقار

اظهرت نتائج الدراسة (جدول ٣) المعدلات العالية للكلوكوز في نماذج السخذ. حيث تراوحت معدلات الكلوكوز بين  $(329,99)$  و  $(384,59)$  ملغم/١٠٠ مل من المستخلص. وبمعدل  $(365,43)$  ملغم/١٠٠ مل مقياسة بطريقة O-toluidine. وهذا يتوافق مع النتائج الكلايكوجين التي كانت مرتفعة هي الأخرى في السخذ. وتأتي أهمية الكلوكوز لكونه احد اهم مصادر الطاقة الحيوية لنمو الجنين.

### تأثير الكلوكوز في نمو البكتريا البروسيلة المجهضة

استخدمت في هذه الدراسة تراكيز الكلوكوز من  $(1-5)$  ملغم/مل لتوازي تلك المعدلات التي قيست في السخذ. اظهرت النتائج الموضحة في الشكلين  $(3 و 4)$  زيادة ملحوظة في نمو العزلات عند التراكيز  $(3,2,1)$  ملغم/مل وللانماط الحيوية الاربعة مقارنة بعدد الخلايا الحية في معاملة السيطرة، اذ ازدادت اعداد الخلايا من  $10 \times 104,28$  خلية/مل الى  $(10 \times 144,10)$  خلية/مل ومن  $10 \times 101,77$  خلية/مل الى  $(10 \times 168,93)$  خلية/مل ومن  $(10 \times 121,25)$  خلية/مل الى  $(10 \times 182,13)$  خلية/مل ومن  $(10 \times 138,58)$  خلية/مل وللانماط الحيوية الاربعة  $(9,7,401)$  وعلى التوالي. فيما اظهرت العزلات انخفاضا كبيرا عند التركيز  $(5)$  ملغم/مل مقارنة بمعامل السيطرة. وقد توافق ذلك مع نتائج طيف الامتصاص لنمو الخلايا. مما يدل على ان النمو الامثل للبروسيلة كان عند التركيز ٣ ملغم/مل ويوازي هذا التركيز قيم الكلوكوز في السخذ مما يدل على ان السخذ يوفر المعدلات المثلى من المواد المغذية ومنها الكلوكوز لتنمية البروسيلة. توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما اشار اليه الباحثون Sanders et al (1953) و Alton et al (1975) من أهمية الكلوكوز في تنمية وعزل البروسيلة لكونه مركب ذو وزن جزيئي سهل امتصاصه وتوغله خلال الغشاء الخلوي البكتيري. وقد بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية  $(F= 16,24, P < 0,05)$  للتراكيز  $(5,4,3,2,1)$  ملغم/مل كلوكوز مقارنة بمعاملة السيطرة مع عدم وجود ارتباط معنوي بين الانماط الحيوية الاربعة  $(9,7,401)$  من البروسيلة المجهضة ووجود



التراكيز المختلفة من الكلوكوز في الوسط الزراعي مما يؤكد تشابه استجابة الانماط الحيوية المختلفة من البروسيلا لتأثير الكلوكوز في الوسط.

### تقدير الارثريتول المستخلص من سخذ الابقار

تم فصل الارثريتول المستخلص في انابيب عمود المبادل الايوني الكروماتوغرافي والمرقمة من ٣٢ الى ٤٣. وعند الكشف عن المستخلص بطريقة كروماتوغرافي الطبقة الدقيقة. تراوحت قيم Rf للبقع بين (٠,٥-٠,٥٣) وبمعدل ٠,٥١ مقارنة مع المحلول القياسي.

تراوحت كميات الارثريتول المستخلص بين (٣٦,٩) و (٣٨,٣٠) مايكروغرام/مل وبمعدل (٣٨,٢٧) مايكروغرام/مل. (جدل-٤) وتوافقت هذه القراءات مع ما توصل اليه (Smith et al (1962) عندما حصلوا على الارثريتول في سخذ الابقار بمعدل (٣٠) مايكروغرام/مل ومما تجدر الاشارة اليه ان وجود الارثريتول في خلايا سخذ الابقار ناتج عن استهلاك سكر D-Erythrose في المسلك الايضي الخماسي Pentose pathway ليرتبط كحلقة وصل بين (Williams et) Erythrose , D-Erythrulose (al., 1962).

### تأثير الارثريتول في نمو البكتريا لبروسيلا المجهضة

أكدت دراسات الباحثين على اهمية الارثريتول في تحفيز نمو البروسيلا. وجاءت نتائج الدراسات الحالية لتؤكد ذلك، إذ لوحظت زيادة في نمو عزلات البروسيلا للانماط الحيوية المستخدمة (٩,٧,٤,١) عند وجود الارثريتول بتركيز (٦٠,٤,٠,٢٠) مايكروغرام/مل، حيث بلغ معدلات نمو الخلايا فيها (١٤,٠,٨، ٩,١٧٤,٢,١٩٣)  $10 \times$  خلية/مل للنمط الحيوي الاول و (١٧٥,٩، ٢٠٤,٣، ٢٣٨,١)  $10 \times$  خلية/مل للنمط الحيوي السابع و (١٨٢,٨، ١٩٧,٤، ٢٥٢,٤)  $10 \times$  خلية/مل للانماط الحيوية (٩,٧,٤,١) وط التوالي. فيما انخفض عدد الخلايا عند التركيزين ٨٠ و ١٠٠ مايكروغرام/مل من الارثريتول. وبذلك ادى استخدام تركيز ٦٠ مايكروغرام/مل من الارثريتول الى الحصول على افضل نمو للبروسيلا ولجميع الانماط والعزلات. وقد تشابهت النتائج بطريقتي التعداد الحي وقرارات طيف الامتصاص الشكلين ٦,٥. وتجدر الاشارة الى ان نمو العزلات بوجود تراكيز الارثريتول كانت افضل في تحفيزها لنمو البروسيلا اذا ما قورنت مع النتائج التي امكن الحصول عليها بوجود الكلوكوز والكلايوجين. قد اكدت التحليل الاحصائية هذه التغيرات بين التراكيز المثلى لكل من الارثريتول، الكلوكوز والكلايوجين فيما اظهرت هذه التحالي وجود فروق معنوية ( $P < 0,05$ ) للتراكيز المدروسة من الارثريتول مقارنة بمعاملة السيطرة. وتبين عدم وجود فروق معنوية ( $P > 0,05$ ,  $F = 2,38$ , N.S.) بين الانماط الحيوية الاربعة في تأثيرها بوجود الارثريتول. وذلك بؤشر عدم تباين الفعاليات الايضية للانماط الحيوية المختلفة من البروسيلا المجهضة.

تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مشاييم الابقار على الفعاليات الايضية لبكتريا البروسيلا المجهضة *Brucella abortus*  
عبد الواحد باثر وجماعته

جدول ٢: معدلات الكلايوجين المستخلص من نماذج سخذ الابقار موزعة حسب اجزاءها

رقم النموذج	رقم الجزء	معدلات نسب الكلايوجين للملغم % للمستخلص	± الانحراف المعياري	معدلات نسب الكلايوجين (ملغم/غم) سخذ	± الانحراف المعياري
٨٨٥	١	١١,٣	± ٠,٣٥١	٠,٧٥٣	± ٠,٢٣١
	٢	٣,١	± ٠,٥١٣	٠,٢٠٧	± ٠,٠٣٤
	٣	٢,٧	± ٠,٨٧٤	٠,١٨٠	± ٠,٠٥٨
	٤	٩,٧	± ٠,٤٣٦	٠,٦٤٧	± ٠,٣٢٩
	٥	٤,٦	± ٠,٧٠٩	٠,٣٠٧	± ٠,٠٤٧
المعدل الكلي					
١١,١	١	٢,٣	± ٠,٧٧٧	٠,١٥٠	± ٠,٠٥٢
	٢	١,٨	± ٠,٣٤٦	٠,١٢٠	± ٠,٠٢٣
	٣	٩,٤	± ٠,٥٦٩	٠,٦٣٠	± ٠,٣١٠
	٤	٨,٣	± ١,٦٥٠	٠,٥٥٠	± ٠,١١٠
	٥	٥,٥	± ٣,٨٣٧	٠,٣٧٠	± ٠,٢٥٦
المعدل الكلي					
١٥٣٨	١	٢,٤	± ٠,٣٦١	٠,١٦٠	± ٠,٠٢٤
	٢	٣,٣	± ٠,٤٠٤	٠,٢٢٠	± ٠,٠٢٧
	٣	١,٦	± ٠,٣٠٦	٠,١١٠	± ٠,٠٢٠
	٤	٨,٦	± ١,٧٣٩	٠,٥٧١	± ٠,١١٦
	٥	٤,٠	± ٠,٥٠٠	٠,٢٦٧	± ٠,٠٣٣
المعدل الكلي					
المعدل العام					
		٣,٩٩	± ٢,٧٣٧	٠,٣٤٩	± ٠,٢٢٠
		٥,٢٤	± ٣,٣٠٨	٠,٣٤٩	± ٠,٢٢٠

جدول (٣) معدلات الكلوكوز المستخلص من سخذ الابقار موزعة حسب اجزاءها

رقم النموذج	رقم الجوف	معدلات الكلوكوز ملغم/١٠٠ مل	± الانحراف المعياري
٨٨٥	١	٤٦٦	٣٧,٣٦٣±
	٢	٣٣١,٣	٢٧,٤٢٩±
	٣	٣٢١,٣٠	٦,١١٠±
	٤	٤٢٣	٢٥,٩٤٠±
	٥	٣٩٥,٣	٤٠,٠٦٧±
المعدل الكلي			٦٣,٦٢٨±
١١,١	١	٣٧٤	٧,٤٥٩±
	٢	٣٢١,٣	٥٥,٤٧٤±
	٣	٤١٤,٧	٧١,٠٠٩±
	٤	٤٠٨,٧	٢٧,٠٦٢±
	٥	٣٩٠,٣	٨٣,٥٦٠±
المعدل الكلي			٣٧,٣٩٢±
١٥٣٨	١	٣١٦	٢٢,٦٠٥±
	٢	٣١٧,٣	٣١,٦٥٩±
	٣	٢٩٤	٤١,٠٧٣±
	٤	٣٧٣	٦٤,٥٨٣±
المعدل الكلي			٣١,١٨٢±
المعدل العام			٥٠,٠٧٨±

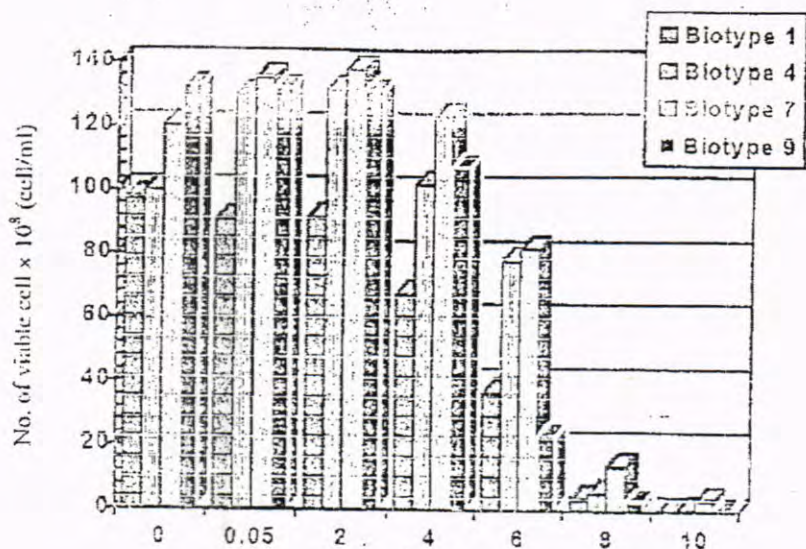
تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مشايخ الأبقار على الفعاليات الأيضية لبكتريا البروسيلا المجهضة *Brucella abortus*  
عبد الواحد باقر وجماعته

جدول (٤) معدلات الأثر يتول المستخلص من سخذ الأبقار موزعة حسب اجراءها

رقم النموذج	رقم الجزء	معدلات الأثر يتول (مايكروغرام/مل)	± الانحراف المعياري
٨٨٥	١	٤٥	١٥,٠٠±
	٢	٣٦	٤,٠٠±
	٣	٢٩	١٢,٧٧±
	٤	٤٠,٧	٩,٠١±
	٥	٤٠,٦	١٠,٠٢±
المعدل الكلي		٣٨,٣	٦,٠٨±
١١٠١	١	٣٦	٢٢,٢٧±
	٢	٣٠	١٦,٠٠±
	٣	٤٣	٩,٦٤±
	٤	٤٢	٧,٢١±
	٥	٣٦	١٥,٢٨±
المعدل الكلي		٣٧,٤	٥,٢٧±
١٥٣٨	١	٣٥,٧	٥,١٣±
	٢	٤٠,٧	٤,٠٤±
	٣	٣٠,٠٢	١٧,٣٠±
	٤	٤٤	١٤,٤٢±
	٥	٤٢,٧	٨,٧٤±
المعدل الكلي		٣٦,٠٩	١٠,٩٥±
المعدل العام		٣٨,٢٧	٥,٤٧١±

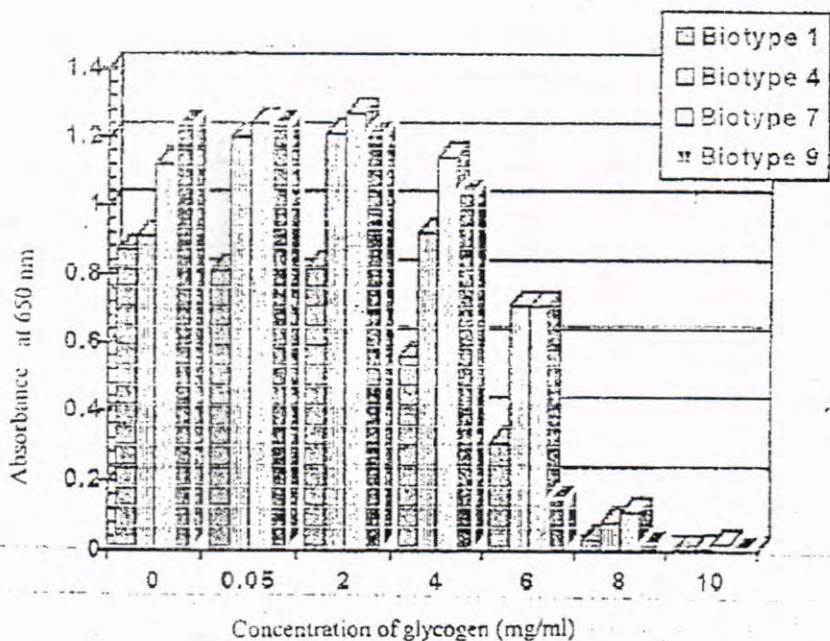
## REFERENCES

1. Alton, G.G.; Jones, L.M & Pietz, D.E. Laboratory Techniques in Brucellosis. W.H.O. Monograph, Series. No. 55, Geneva, Switzerland (1975).
2. Alton, G.G.; Jones, L.M.; Angus, R.O. & Verger, J.M. Techniques for the Brucellosis Laboratory. Institute National DELA Research Agronomie, Paris (1988).



شكل (1)

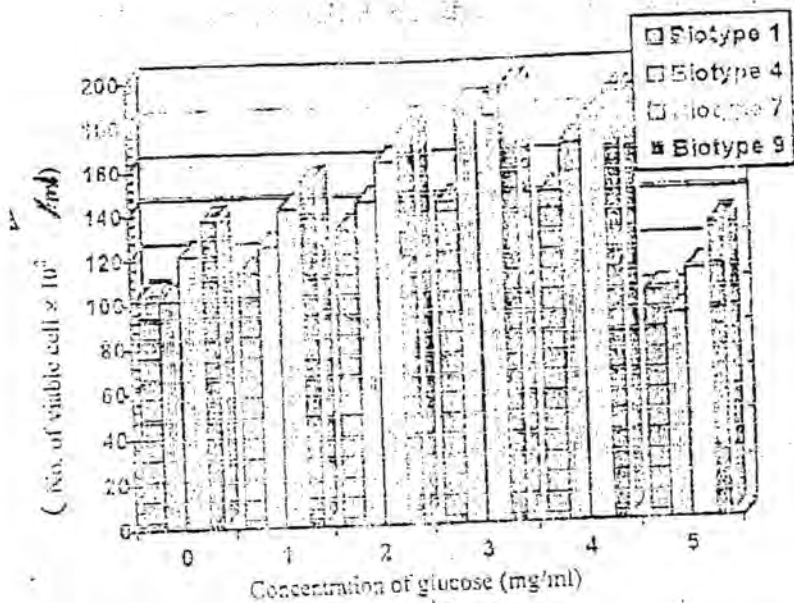
تأثير الكلايكرجين في نمو كتيبا البروسلا المحضه بتقدير معدلات اعداد الخلايا الحية



شكل (2)

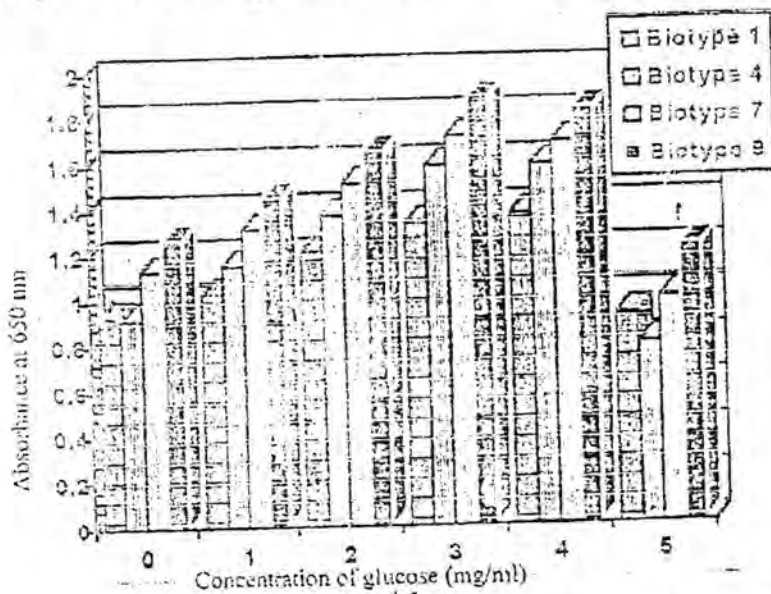
تأثير الكلايكرجين في نمو كتيبا البروسلا المحضه معبرا عنه بتقدير طيف الامصاص

تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مشايخ الابكار على الفعاليات الايضية لبكتريا البروسيلا المجهضة *Brucella abortus*  
 عبد الواط باقر وجماعته



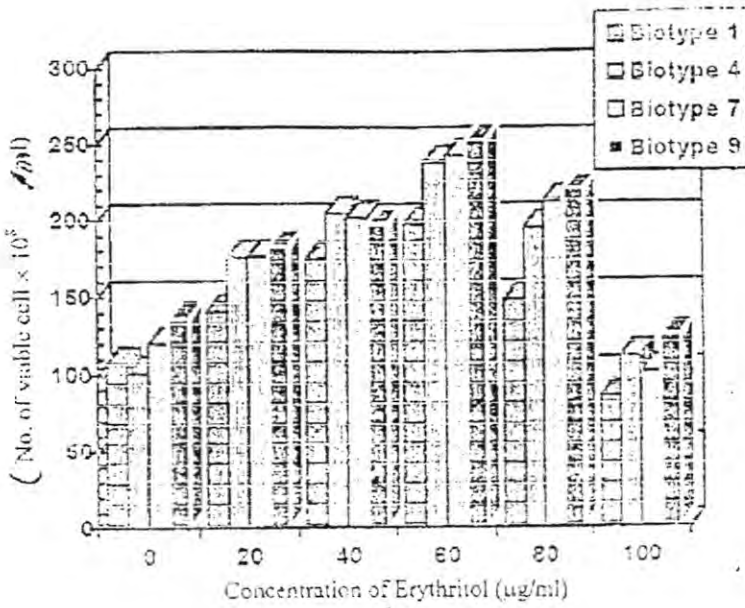
شكل ( ٣ )

تأثير الكلركوز في نمو بكتريا البروسيلا المجهضة بقدر معدلات اعداد الخلايا الحية



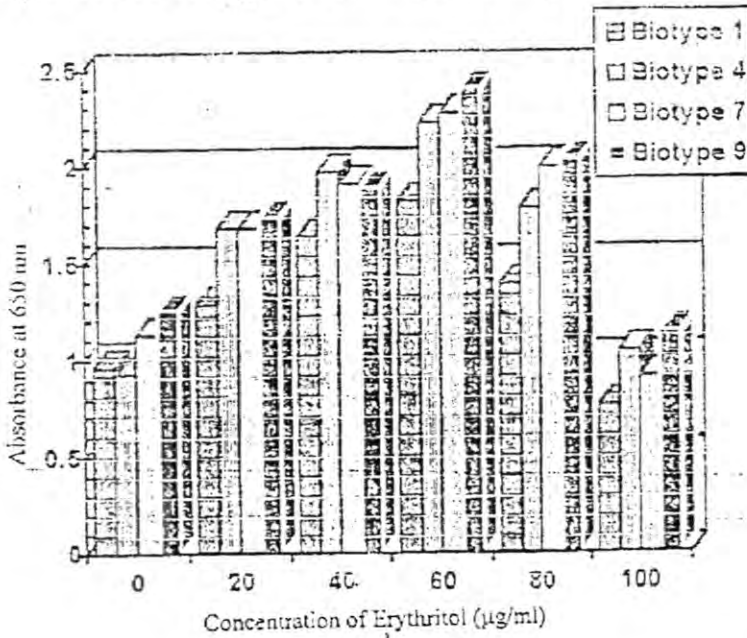
شكل ( ٤ )

تأثير الكلركوز في نمو بكتريا البروسيلا المجهضة معبرا عنه بقياس طيف ٠.١ خاص



شكل (5)

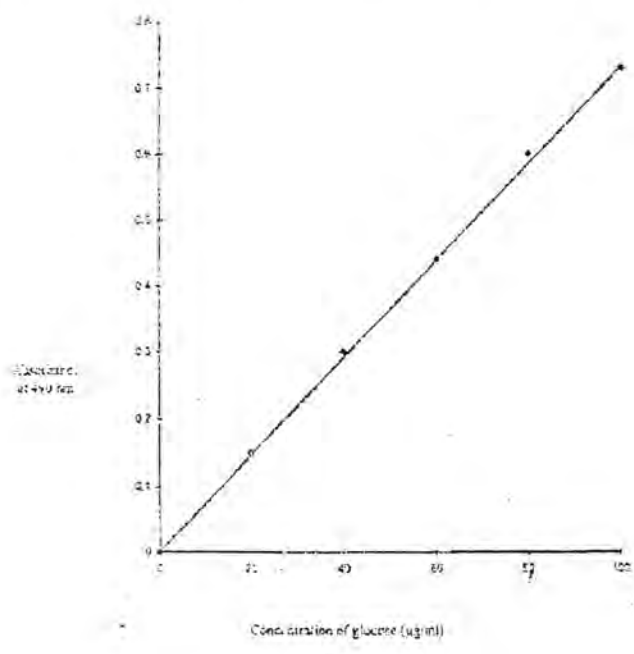
تأثير الاسفريثول في نمو بكتريا البروسيلاجنسة بتقدير معدلات اعداد الخلايا الحية



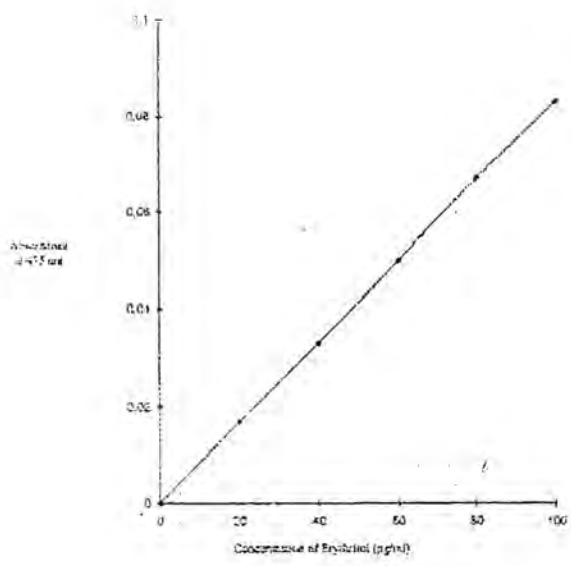
شكل (6)

تأثير الاسفريثول في نمو بكتريا البروسيلاجنسة بمعايير امتصاص طيف الامصاص

تأثير المكونات الكربوهيدراتية في مشاييم الابغار على الفعاليات الازيدية لبكتريا البروسيلا المجبضة *Brucella abortus*  
 عيد الواحد بأقر وجماعته



شكل (V)  
 المحيى التباينى لتقدير الكالركبيرن أسعد



شكل (A)  
 المحيى التباينى لتقدير الأستريزيتريتي أسعد



3. Calder, P.C. Review: Glycogen structure and Biogenesis. *Int. J. Biochem*, 23(12): 1335-1352 (1991).
4. Diamant, Y.Z.; Metzger, B.E.; Freinkel, N. and Shafir, E. Placental lipid and glycogen content in human and experimental diabetes mellitus. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 144(1-4): 5-11 (1982).
5. Dubois, M.K.; Gilles, K.A.; Hamilton, J.K.; Rebers, P.A. and Smith, F. Colorimetric Method for determination of sugars and related substance. *Anal. Chem.* 28: 350-356 (1956).
6. Ewalt, D.R.; Ross, P.E. and Payear, J.B. Identification of *Br. Abortus* strain 19 by decreased ability to utilize erythritol as determined by gas liquid chromatograph. *J. Vet. Diagn. Invest.* 2(2): 120-122 (1990).
7. Hultman, E. Rapid specific method for determination of aldosesaccharid in body fluids. *Nature*, 183:108-110 (1959).
8. Keppie, J.; Witt, K.A. and Smith, H. Early appearance of colonies of *Brucella* spp. On solid media containing erythritol. *J. Appl. Bact.* 29 (3): 556-558 (1966).
9. Kirk, G.J.C.; Peel, R.N.; James, K.R.; Lewis, K.S. and Waft, A.D. Basic Medical laboratory technology. 2nd-Ed. Pitman Books Limited, London (1982).
10. Metcalf, J.A.; Coallin, J.; Nauseef, W.M. and Root, R.K. Laboratory Manual of Neutrophil Function. Raven Press, New York (1986).
11. Payne, J.M. Changes in the rat placenta and foetus following experimental infection with *Br. abortus*. *J. Path. Bact.*, 78: 141-153 (1957).
12. Pearce, J.H.; Williams, A.E.; Patricia, W.H. and Smith, H. The chemical basis of the virulence of *Br. abortus*. II. Erythritol. A constituent of bovine foetal fluids which stimulates the growth of *Br. abortus* in bovine phagocytes. *Brit. J. Exp. Path.*, 43: 31-37 (1962).
13. Robb, S.A. and Hytten, F.E. Placental glycogen. *Brit. J. Obstet. Gyneco.* 83: 43-53 (1976).
14. Roelfzema, W.H., Roelofsen, A.M. and Van Noorden, C.J.F. Glycogen content of placenta and of foetal and maternal liver of cadmium exposed rats. II. A quantitative histochemical study. *Placenta*, 9(1): 39-45 (1988).
15. Romen, Y.; Loves, A.; Agam, G. and Leiberman, J.R. The temporal relationship between maternal blood and amniotic fluid glucose level. *Am. J. Obstet. Gyneco.* 168: 611-614 (1995).
16. Sanders, T.H.; Hiquchi, K. and Brewer, C.R. Studies on the nutrition of *Br. melitensis*. *J. Bact.*, 66: 294-298 (1953).
17. Sangari, F.J., Garcia, Lobo, J.M. and Aguero, J. The *Br. abortus* vaccine strain S19 carriers detection in the erythritol catabolic genes. *FEMS. Microbiol. Lett.* 121(3): 337-342 (1994).
18. Siler-Khodr, T.M.; Jones, M.A.; Khodr, G.S. and Rhode, J. Characterization and purification of placental that in activates GnRH, TRH and Angiotensin II Placental, 10: 283-296 (1989).

تأثير المكونات الكريوهيدراتية في مشايخ الابقار على الفعاليات الابضية لبكتريا البروسيلا المجهضة *Brucella abortus*

عبد الواحد باقر وجماعته

19. Smith, H.; Keppie, J.; Pearce, J.H. and Williams, A.E. The chemical basis of the virulence of *Br. abortus*. Isolation of *Br. abortus* from bovine foetal tissue. Brit. J. Exp. Path., 42: 631-637.(1962).
  20. Tyson, J.E.; Kinch, R.A. and Stevenson, J.A.E. Glucagon and fetal growth in rat. Am. J. Obstet. Gyneco, 101(6): 834 (1968).
  21. Williams, A.E.; Keppie, J. and Smith, H. The chemical basis of the virulence of *Br. abortus* III foetal erythritol a cause of the localization of *Br. abortus* in pregnant cow. brit. Exp. path., 43: 530-535 (1962).
  22. Zar, J.H. Biostatistical Analysis. 2nd Ed. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J. (1984).
٢٣. الجنابي، سلمان احمد سلمان. مقدمات في كيمياء الحياة. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة البصرة (١٩٨٤).
٢٤. الخفاجي، زهرة محمود. الفعاليات الحيوية للبكتريا. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة بغداد (١٩٨٧).

## دراسة عن الفطريات المصاحبة لبذور الطماطة ومرض سقوط بادراتها في حقول محافظة القادسية ومكافحته

عبد الرضا طه سرحان وجبار محسن جابر

قسم علوم الحياة، كلية التربية، جامعة القادسية

(استلم بتاريخ ١٢/١٣/١٩٩٩: قبل للنشر بتاريخ ١٤/٥/٢٠٠٠)

### ABSTRACT

The study is include isolation and identification of the fungi which are associated with tomato seeds in to two fields (Shamiya and Summer) in Al-Qadissiya province. The percentage of the infected seeds and seedlings were determined by taking the samples from two fields. The results are shown that the percentages of infection in Shamiya fields were higher than in Summer fields. The following fungi were isolated from tomato seeds and seedling and field soil: *Fusarium solani*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.* *Rhizopus stolonifer*, *Rhizoctonia solani*, *Helminthosporium satvium* and *Pythium sp.* *F. solani* and *R. solani* wer prevailed the other fungi which were responsible of tomato disease. Two fungicides, Benlate and Baytan, were used to protect the tomato seeds against fungal infection. Treatments of tomato seeds with the two fungicides separately gave significant reduction in the percentage of seed infection by the fungi, consequently both fungicides raised significantly the percentage of seed germination.

### الخلاصة

اجريت هذه الدراسة للتعرف على فطريات المصاحبة لبذور الطماطة ومرض سقوط بادراتها ف حقول محافظة القادسية في مناطق الشامية وسومر، وقد كانت نسب الاصابة في حقول الشامية اعلى مما هي عليه في حقول سومر. عزلت الفطريات لآتالية من بذور وبادرات الطماطة ومن تربة الحقول وبنسب متفاوتة: *Fusarium solani*, *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.* *Rhizopus stolonifer*, *Rhizoctonia solani*, *Helminthosporium satvium* and *Pythium sp.* اظهرت نتائج عزل الفطريات من البذور ومن البادرات ومن التربة بان الفطر *F. solani* هو الفطر السائد في الحقول المدروسة ويليه الفطر *R. solani* بالاضافة الى الفطر *Pythium sp* وهي من المسببات الرئيسية لمرض سقوط البادرات. اما الفطريات الاخرى فهي فطرايت مصاحبة لبذور الطماطة وقد ادت الى تعفن البذور. واختبرت كفاءة اثنان من المبيدات الفطرية هما البنابت والبايتان وذلك لحماية البذور من الاصابة بالفطريات وثبتت

كفاءتهما في خفض نسبة البذور المصابة بالفطريات المصاحبة وزيادة نسبة انباتها كما ادت الى خفض نسبة الاصابة بمرض سقوط البادرات.

## المقدمة

يتعرض محصول الطماطة (*Lycopersicon esculentum* Mill) في جميع مراحل النمو للعديد من الامراض التي تحدد انتاجه وتسبب خسائر كبيرة في الحاصل، حيث انه يزرع في معظم محافظات القطر بعروتين فضلا عن كونه احد محاصيل المزارع المحمية شتاء، ولعل من اهم هذه الامراض هي امراض سقوط البادرات وتعفن الجذور وتعفن البذور، وتعد الفطريات *R. solani* و *Pythium sp* من اهم الفطريات التي تسبب هذه الامراض<sup>(٢٠١)</sup>، فضلا عن انواع اخرى من الفطريات والبكتريا والفايروسات والديدان الثعبانية والتي تلعب ايضا دورا كبيرا في خفض كمية الانتاج<sup>(٢٠٣)</sup>. كما ان استخدام البذور غير المحسنة وغير المعاملة بالمواد الكيماوية الضرورية لحمايتها من الاصابة بالاحياء المجهرية التي تؤدي الى تعفنها وفشل انباتها والتي تؤدي ايضا الى انخفاض انتاجية الدونم الواحد من هذا المحصول. و اشار (٨) الى ان هذا مرض سقوط البادرات يصيب عددا كبيرا من المحاصيل ويسبب خسارة اقتصادية بالغة، ومن خلال الزيارات الحقلية لوحظ انتشار مرض تعفن البذور وموت بادرات الطماطة في معظم المناطق والحقول المرزوعة بهذا المحصول في محافظة القادسية، لذلك استهدفت الدراسة الحالية حصر الفطريات المسببة لمرض تعفن بذور الطماطة وموت بادراتها في حقول مناطق الشامية وسومر في محافظة القادسية والتي انتشر فيهما هذا المرض ودراسة امكانية مكافحتها كيميائيا باستخدام اثنان من المبيدات الفطرية هما البنليت والبايتان.

## طرائق العمل

جمعت بذور الطماطة من ثلاثة حقول من حقول الفلاحين لكل منطقة من المنطقتين التي اختيرت لاجراء الدراسة (الشامية وسومر) في محافظة القادسية لموسم الزراعي الخريفي ١٩٩٨ بعد زرعها في المشاتل الصغيرة (٢×٢م) والمرزوعة قرب الحقول الدائمة التي نقلت اليها البادرات من هذه المشاتل لتحديد نسبة الاصابة بالفطريات المصاحبة للبذور والتي سببت تعفن البذور النابتة قبل ظهورها فوق سطح التربة وذلك بتقدير عدد البذور المزروعة في كل متر وعدد البذور النابتة وعدد البادرات الظاهرة فوق سطح التربة. قدرت النسبة المئوية لبذور وبادرات الطماطة المصابة عندما كانت البادرات بعمر ٢-٣ اسابيع وذلك بحساب معدل النسبة المئوية للبذور والبادرات المصابة من خمسون عينة جمعت بشكل

عشوائى من كل حقل ونقلت الى المختبر وتم تقدير نسبة الاصابة للبذور والبادرات على مستوى الموقع وفق المعادلة التالية:

عدد البذور او البادات المصابة

$$\text{نسبة الاصابة} = \frac{\text{عدد البذور او البادات السليمة}}{100 \times}$$

عدد البذور او البادات السليمة

عزلت الفطريات من البذور المتعفنة والبادرات المصابة بعد غسلها تحت تيار من الماء الجارى وذلك لاغراض ازالة الاتربة العالقة بها ثم اخذت قطع صغيرة بطول ٣-٥ ملم من البادات من مناطق الجذور والتاج والساق والارراق الاولى وغمرت في محلول ١% هايپوكلورات الصوديوم لمدة دقيقتين وبعد ذلك غسلت القطع بماء مقطر معقم وجففت باستخدام اوراق ترشيع معقمة ونقلت بعدها الى اطباق بتري حاوية على الوسط الغذائي بطاطا-دكستروز-اكار (PDA) مضاف اليه بضع قطرات من حامض اللاكتيك قبل تصليه وبمعدل خمس قطع لكل طبق موزعة توزيعاً منتظماً (٤ قطع في المحيط وواحدة في المركز). وقد استخدمت الطريقة نفسها مع البذور، ثم حضنت الاطباق في درجة حرارة ٢٥م° ولمدة ثلاثة ايام بعده فحصت النوات الفطرية الناتجة من البذور والقطع المصابة (المعقمة سطحياً وغير المعقمة) وتم حسب النسب المئوية لوجود كل فطر وفي كل حقل من الحقول التي تم تقدير نسبة الاصابة بالمرض فيها وحسب المعادلة التالية

عدد مستعمرات الفطر النامية

$$\text{النسبة المئوية لكل فطر} = \frac{\text{العدد الكلي للقطع المصابة}}{100 \times}$$

العدد الكلي للقطع المصابة

ثم اجريت عملية تنقية الفطريات الناتجة عن العزل باستخدام طريقة العزل من الطرف النهائي للعزل الفطري<sup>(٩)</sup>، بعدها جرى فحص المستعمرات النامية باستخدام المجهر الضوئي المركب وتم تشخيص الفطريات المعزولة من البذور والبادرات وذلك اعتماداً على شكل المستعمرة الفطرية وتركيب الحوامل البوغية والابواغ والتراكيب الاخرى وباستخدام المفاتيح التصنيفية التي وردت في (١٠،١١).

ولغرض تحديد او تشخيص الفطريات الموجودة في تربة الحقول المدروسة ومدى علاقتها بالاصابة، اخذت عينات من حقول هاتين المنطقتين بمعدل ثلاث عينات من كل حقل ووزن كل منها كيلوغرام واحد موزعة توزيعاً عشوائياً في منطقة محددة من الحقل مساحتها ٢٥م<sup>٢</sup> وعلى عمق ١٠ سم مزجت العينات الثلاث جيداً (عينة مركبة) داخل كيس بلاستيكي ثم نقلت الى المختبر، قسمت كل عينة الى ثلاثة اجزاء متساوية تقريباً واستخدمت هذه الاجزاء لاعداد معلقات مائية من التربة (٢٥غم تربة/٢٥٠ مل ماء مقطر معقم). وقد استعملت التركيزات ١/١٠٠٠، ١/١٠٠٠٠، ١/١٠٠٠٠٠، استخدم نفس الوسط الغذائي PDA ولقحت الاطباق سطحياً بمعلق التربة حسب طريقة (١٢) وذلك بفرش مل واحد من معل

التربة على سطح كل طبق وحضنت بدرجة حرارة ٢٥م لمدة ثلاثة ايام بعدها فحصت النسوات الفطرية و عدت مستعمرات الفطريات وسجلت الاعداد كوححدات تكاثر/غم تربة.

اختبرت كفاءة اثنان من المبيدات الفطرية هما البنيت كميبيد جهازي والبايتان كميبيد تلامسي لحماية البذور من الفطريات الممرضة وذلك بغمر البذور بمحاليل المبيدات (بتراكيز ٠,٥، ١,٠، ١,٥ غم/لتر) لمدة نصف ساعة، اما بذور المقارنة فقد غمرت في ماء مقطر معقم ولنفس الفترة الزمنية، بعدها جففت لالبذور ونقلت الى اطباق بتري حاوية على وسط PDA لتحديد نسبة التلوث بالفطريات ونسبة الانبات وكما ورد اعلاه.

## النتائج والمناقشة

يتضح من الجدول (١) ان النسبة المئوية لاصابة البذور في الحقول القريبة من مدينة الشامية عالية حيث بلغت ٥٥% وهذا الارتفاع في معدل الاصابة يؤدي الى تعفن البذور وخفض الانبات، بينما كانت النسبة المئوية لاصابة البذور في الحقول القريبة من مدينة سومر اقل بكثير حيث بلغت ٣٠%. وقد انعكست هذه الحالة في حقول كلا المنطقتين على نسبة اصابة البادرات بمرض السقوط حيث بلغت النسبة المئوية في حقول الشامية ١٠,٢% وفي حقول سومر ٢٢,٧%. وان سبب انخفاض نسبة الاصابة في حقول سومر قد يعزى الى ان هذه الحقول قد تزرع لأول مرة بالطماطة، ويرجع سبب ارتفاع نسبة الاصابة في الحقول الاخرى من مناطق زراعة الطماطة الى ملائمة الظروف البيئية لنمو الفطريات المسببة للمرض وكذلك توفر المواد العضوية والعناصر المعدنية في الحقول الزراعية<sup>(١٣)</sup>.

اما النتائج في جدول (٢) و (٣)، توضح الفطريات التي تم عزلها وتشخيصها من لبذور وبادرات الطماطة المصابة ويظهر من لانتائج بان اعداد الفطريات في حقول الشامية اكثر مما هي عليها في حقول سومر وان سبب ذلك يعود الى ان هذه الحقول غالبا ما تكون اكثر عرضة للعمليات لآزرعية المختلفة والتي تؤدي بالنتيجة الى اضافة المواد العضوية للتربة وبشكل مستمر ولذلك ظهرت عدد من الفطريات الثانوية المصاحبة للبذور والتي كان نموها سطحيا على البذور وايضا على الاجزاء النباتية حيث ادى التعقيم السطحي الى ازالتها منها (جدول ٢)، اما بالنسبة للفطريات لأمراضية فمن الواضح جدا بان هذا الفطر الممرض *Fusarium solani* هو الفطر السائد على البذور وهذا يتفق مع النتائج التي حصل عليها (١٤) بخصوص الفطريات المصاحبة لبذور الباقلاء وهو ايضا من المسببات المرضية الرئيسية للكثير من المحاصيل والخضراوات وذات قدرة امراضية عالية بالاضافة الى الفطريات الممرضة الاخرى والتي ظهرت فقط في حقول الشامية مثل الفطر *Rhizoctonia solani* والفطر *Pythium sp*، وهذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه (١٣) من خلال المسح الذي اجراه عن الفطريات الممرضة في الحقول الزراعية في محافظة القادسية ومع (٢) الذي اكد بان هذه الفطريات تسبب مرض سقوط البادرات للعديد من النباتات.

كما اشار (١٥) الى ان هذه الفطريات هي من اهم الفطريات المصاحبة لبذور وبادرات القطن والتي تسبب لهما اضرار كبيرة.

اما الجدول (٤) فيظهر نتائج عزل الفطريات من تربة الحقول المزروعة بالطماطة والمصاب بمرض سقوط البادرات ويبدو ان الفطريات المعزولة من حقول الشامية اكثر وفرة من مثيلاتها في حقول سومر، وان اكثر الفطريات المرضية تكرارا هي في حقول الشامية حتى عند التركيز ١/١٠٠٠٠٠٠ هما الفطر *Fusarium solani* والفطر *Rhizoctonia solani* وفي حقول سومر هو الفطر *F. solani*. ان تعفن البذور واصابة البادرات قبل نموها فوق سطح التربة يعود الى موت البادرات وهي تحت سطح التربة اما اذا تمكنت البادرات المصابة من الظهور فوق سطح التربة فانها قد تسقط وتموت وذلك بعد فترة لا تتعدى الاسبوعين من ظهورها<sup>(١٢)</sup>.

اما جدول (٥) يوضح نتائج تأثير المبيدين بنليت وبايتان على اصابة بذور الطماطة بالفطريات لأمراضة والثانوية وعلى نسبة اباتها ويبدو من النتائج بان المبيدين ساعدا في مقاومة الفطريات وخفف نسبة البذور المصابة من ٧٠% في حالة المقارنة الى ٠.٠% في كلا المعاملتين عند التركيز ١.٥ غم/لتر، كما ارتفعت نسبة ابات البذور المعاملة بالمبيدين من ٤٥% في حالة المقارنة الى ١٠٠% في حالة للمعامل بالمبيدين عند التركيز ١.٥ غم/لتر، والذين لم يختلفا عن بعضهما سواء في خفض الاصابة او زيادة الانبات. وتتفق نتائج هذا البحث بالنسبة للمبيد بنليت مع ما توصل اليه كل من (١٦) في مقاومة فطريات بذور القطن وخفض نسبة لاصابة بمرض سقوط البادرات، ومع (١٧ و ١٨) في مقاومة مرض موت بادرات الباميا ومع (١٩) في تأثير البايتان على مقاومة الفطريات المصاحبة لبذور زهرة الشمس. وهذا يؤكد كفاءة طريقة معاملة البذور بالمبيدات الفطرية لغرض حمايتها من الاصابة بالفطريات المصاحبة وحماية البادرات من الاصابة بمرض السقوط.

جدول (١) النسبة المئوية لبذور وبادرات الطماطة المصابة بالفطريات في حقول محافظة القادسية

المنطقة	البذور المصابة (%)	البادرات المصابة (%)
	معدل ثلاثة حقول	معدل ثلاثة حقول
حقول قرب مدينة الشامية	* ٥٥,٠	* ٤١,٢
حقول قرب مدينة سومر	* ٣٠,٠	* ٢٢,٧

\* الرقم يمثل معدل ثلاثة حقول

جدول (٢) الفطريات المعزولة من بذور وبادرات الطماطة المصابة

البادرات		البذور		المنطقة
معقمة سطحيا	غير معقمة سطحيا	معقمة سطحيا	غير معقمة سطحيا	
<i>Fusarium solani</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Fusarium solani</i> , <i>Alternaria alternata</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium sp</i>	<i>Fusarium solani</i> , <i>Alternaria alternata</i>	<i>Fusarium solani</i> , <i>Alternaria alternata</i> , <i>Helminthosporium sativum</i> , <i>Pencillium sp.</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i>	حقول قرب مدينة الشامية
<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium solani</i> , <i>Alternaria alternata</i>	<i>Fusarium solani</i> , <i>Aspergillus niger</i>	<i>Fusarium solani</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Pencillium sp.</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i>	حقول قرب مدينة سومر

جدول (٣): معدلات عزل الفطريات من البذور والبادرات المصابة

المنطقة	الفطريات المعزولة من البذور	الفطريات المعزولة من البادرات	الفطريات المعزولة (%)
حقول قرب مدينة الشامية	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium solani</i>	19.90
	<i>Alternaria Alternata</i>	<i>Alternaria alternata</i>	1.75
	<i>Helminthosporium sativum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	9.20
	<i>Pencillium sp.</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i>	<i>Pythium sp.</i>	2.23
حقول قرب مدينة سومر	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium solani</i>	15.46
	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Alternaria alternata</i>	4.35
	<i>Pencillium sp</i>		
	<i>Rhizopus stolonifer</i>		



جدول (٤) الفطريات المعزولة من تربة حقول الطماطة في محافظة القادسية

التخفيف ١/١٠٠٠٠٠٠		التخفيف ١/١٠٠٠٠٠		التخفيف ١/١٠٠٠٠		المنطقة
معدل اعداد وحدات التكاثر /غم تربة	الفطريات المعزولة	معدل اعداد وحدات التكاثر/ غم تربة	الفطريات المعزولة	معدل اعداد وحدات التكاثر/غم تربة	الفطريات المعزولة	
22.4	<i>Fusarium solani</i>	30.9	<i>Fusarium solani</i>	52.3*	<i>Fusarium solani</i>	حقول
7.8	<i>Rhizoctonia solani</i>	10.2	<i>Rhizoctonia solani</i>	18.8	<i>Rhizoctonia solani</i>	قرب
		30.0	<i>Penicillium sp.</i>	9.4	<i>Pythium sp.</i>	مدينة
				40.2	<i>Penicillium sp</i>	الشامية
12.8	<i>Fusarium solani</i>	20.5	<i>Fusarium solani</i>	38.5	<i>Fusarium solani</i>	حقول
		38.9	<i>Penicillium sp</i>	19.3	<i>Alternaria alternata</i>	قرب
				65.5	<i>Penicillium sp</i>	مدينة
						سومر

\* الأرقام تمثل معدل ثلاث مكررات

جدول (٥) تأثير المبيدات الفطرية في المنبئية المنوية للبذور المصابة والنسبة المنوية للانبات

نوع المبيد	تركيز المبيد غم/لتر	البذور المصابة (%)	انبات لايبور (%)
بنليت	٠,٥	٤٥,٠*	٧٠,٠
	١,٠	٢٠,٠	٨٥,٠
	١,٥	٠,٠	١٠٠,٠
بايتان	٠,٥	٤٠,٠	٦٥,٠
	١,٠	٢٥,٠	٨٠,٠
	١,٥	٠,٠	١٠٠,٠
مقارنة	٠,٠	٧٠,٠	٤٥,٠

\* الأرقام تمثل معدل ثلاث مكررات لكل معاملة وخمسة بذور في كل مكرر

## المصادر

١. قاسم، نبيل عزيز، خالد حسن طه، ونضال يونس محمد. المكافحة الحيوية لمرض موت بادرات الطماطة. المجلة العراقية للعلوم الزراعية (زانكو)، المجلد (٥) العدد (١): ٢١٣-٢٢١ (١٩٨٧)
2. Lang, K.J. Experiments with fungi causing damping-off interrelation *T. viride* and races of pathogenic fungi of the genera *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*. European Journal of Forest Pathology 5(4): 225-240 (1975).
٣. اسطيفان، زهير عزيز وحازم عبد العزيز محمود. افات الطماطة. الطبعة الاولى، وزارة الثقافة والاعلام (١٩٩٨).
٤. مصطفى، فاضل حسين. قائمة بالامراض النباتية الشائعة في العراق. نشرة رقم (٧٤)، مديرية وقاية المزروعات العامة، وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي، العراق (١٩٧٤).
5. Barzan, Y.A., Sharif, F.M. and Sarhan, A.R.T. Effect of certain micronutrients on Fusarium wilt of tomato. J. Agric. Water Reso. Res. 6(1): 13-28 (1987).
6. Sarhan, A.R.T., Barna B. and Kiraly, Z. Effect of nitrogen nutrition on Fusarium wilt of tomato plants. Ann. Appl. Biol. 101: 245-250 (1982).
7. Rufner, R. and Barker, A.V. Ultrastructure of zinc-induced iron deficiency in mesophyll chloroplasts of spnach and tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(2): 164-168 (1984).
8. Holliday, P. Fungus diseases of tropical crops. Cambridge (1980).
9. Riker, A.J. and Riker, R.S. Introduction to research on plant disease. PP. 117. J.S. Swift Co. Inc., st. Louis and New York. (1936).
10. Barnett, H.L. Illustrated genera of imperfect fungi 2nd ed. Buiyess Publishing Comp. USA. 126 pp. (1965).
11. Domsch, K.H., Gams, W. and Anderson, T.H. Compendium of soil fungi (Vol. 1). Academic Press, A subsidiary of Harcourt Brace, Javanovich Publishers, London. (1980).
12. Ali, M.S.A.M. *Pythium* population in middle eastern soils relative to different cropping practices. Transactions of the British Mycological Society 84: 695-700 (1985).
١٣. سرحان، عبد لارضا طه. مسح كمي لفطريات التربة الممرضة للنبات في حقول محافظة القادسية. مجلة القادسية، المجلد (٣) العدد (١)، صفحة ٥-١١ (١٩٩٨).
14. Fayadh, M.S., Sarhan, A.R.T., Hegazi, A.M., Fatah, A.H., and Salam, M. Fungi associated with broad bean seed and their control. J. Univ. Kuwait (Sci.) 14: 331-336 (1987).
15. Aparecida, M. and Tanaka, D.S. Pathogens associated to cotton and damping-off their effects on seed germination at different temperatures. Fitopatologia Brasileira 19(1): 29-33 (1994).

16. Goulart, A.C.P. Effect of fungicides on the control of pathogens in cotton. (*Gossypium hirsutum*) seeds. Summa Phytopathologica 18(2): 173-177 (1992).
17. Al-Beldawi, A.S., Welled, B.K. and Shams Eldin, S. Efficacy of some fungicides in controlling *Rhizoctonia solani* on okra seedling Poljopriveda Znastvena Smotra-Agriculture Comspectum Scientificus, 39(49): 409-412 (1976).
١٨. الساعدي، هادي علوان محمد. دراسة تعفن بذور وسقوط بادرات الباميا في محافظة نينوى - العراق، رسالة ماجستير، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل (١٩٨٨).
١٩. سرحان، عبد لارضا طه وجبار محسن جابر. عزل الفطريات المصاحبة لبذور زهرة الشمس ومكافحتها. مجلة القادسية، المجلد (٣) العدد (١)، صفحة ١٢-١٧ (١٩٩٨).

المقاومة الاحيائية للمعقد المرضي بين ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica*  
والفطر *Fusarium solani* في الباذنجان

كامل سلمان جبر، رقيب عاكف العاني وفرقد عبد الرحيم الراوي

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد

(استلم بتاريخ 1999/3/23 وقبل للنشر في 1999/11/2)

## ABSTRACT

This study was conducted in the fields and laboratories of the college of Agriculture-University of Baghdad from 1995 to 1996 to evaluate the efficacy of biological control fungi *Paecilomyces lilacinus*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum* and *Acremonium butyri* against the fungus *F. solani* and the root-knot nematode *M. javanica*. The results showed a highly antagonistic effect by the fungi *P. lilacinus*, *A. niger* and *T. harzianum* against *F. solani*, while *A. butyri* revealed less antagonism than the above fungi on culture media. Significant effects were obtained when the biological control fungi *T. harzianum*, *P. lilacinus* and *A. butyri* were used against Fusarium-meloidogyne diseases complex under the greenhouse conditions. The use of *P. lilacinus* alone or in combination with the fungicide Benomyl was more effective on *F. Solani* and root-knot nematode *M. javanica* infection than the other treatments. Similar results were obtained under the field conditions. It was found that the addition of *A. butyri*, *T. harzianum* and *P. lilacinus* had significant positive effects on the disease complex, the larvae number was reduced 25, 190 and 1800 larvae/250 gm soil, respectively compared with 5293.8 larvae/250 gm soil when the nematode was used alone and 12406.3 larvae/250 gm soil when *F. solani* and nematode were used as a disease complex. In general, biological control agents had significant positive effect on the plant growth yield and longevity of harvest period of the crop.

## الخلاصة

اجريت هذه الدراسة في مختبرات وحقول كلية الزراعة/ جامعة بغداد وللفترة من 1995-1996 واستهدفت تقويم فعالية فطريات المقاومة الاحيائية *Paecilomyces lilacinus*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum* و *Acremonium butyri* ضد الفطر *Fusarium solani* والديدان الثعبانية *Meloidogyne javanica*. اظهرت نتائج هذه الدراسة وجود تأثير تضادى عال للفطريات *Paecilomyces lilacinus* و *Aspergillus niger* و *Trichoderma harzianum* ضد الفطر *Fusarium solani* اما الفطر *Acremonium butyri* فاطهر تضادا اقل من الفطريات اعلاه على

المقاومة الاحيائية للمعقد المرضي بين ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* والفطر *Fusarium solani* في  
البنانجان كامل سلمان جبر وجماعته

الايوساط الزرعية. وتم الحصول على تأثيرات مهمة احصائيا ضد اصابات الفطر *F. solani* وديدان تعقد الجذور *M. javanica* في المعقد المرضي تحت ظروف البيت الزجاجي عند المعاملة بفطريات المقاومة الاحيائية *A. butyri* و *P. lilacinus* و *T. harzianum* ولكن بمستويات متباينة تعتمد على فطر المقاومة الاحيائية المستخدم. وقد تفوق الفطر *P. lilacinus* لوحده او مع مبيد البنليت ضد اصابات الفطو *F. solani* وديدان تعقد الجذور *M. javanica* مقارنة بالمعاملات الاخرى. وتم الحصول على نتائج مماثلة في التطبيقات الحقلية. اذ وجد ان لاضافة عوامل المقاومة الاحيائية *A. butyri* و *T. harzianum* و *P. lilacinus* تأثيرات معنوية ايجابية في المعقد المرضي. اذ بلغت اعداد اليرقات ٢٥، ١٩٠، ١٨٠٠ يرقة/٢٥٠ غم تربة على التوالي مقارنة بمعاملة المقارنة التي بلغت فيها اعداد اليرقات ٥٢٩٣، ٨، ٢٥٠/٢٥٠ غم تربة في حالة وجود الديدان لوحدها و ٦،٣ ١٢٤/٢٥٠ غم تربة في حالة وجود الفطو *F. solani* ضمنا كمعقد مرضي. وبشكل عام انعكس تأثير عوامل المقاومة الاحيائية معنويا وايجابيا على نمو النبات والحاصل والفترة الانتاجية للمحصول.

## المقدمة

لعبت المبيدات الكيماوية دورا اساسيا في تقليل مخاطر العديد من الافات المرضية على المحاصيل الزراعية<sup>(١)</sup> الا ان مثل هذا الدور كان محط اتهام في العقدين الاخيرين لما ترتب على ادخال المبيدات من اساءة واضحة للبيئة وازدياد المخاطر الصحية اضافة الى فقدان فعالية هذه المبيدات لظهور صفة المقاومة بالعديد من الافات التي استخدمت ضدها<sup>(٢)</sup>. فاصبح التطلع الى طرق مقاومة اكثر امانا وفعالية شاغل العديد من المراكز البحثية في العالم. وكان التطلع لاعادة التوازن البيئي بين الاحياء احد الاساسيات في برامج المقاومة المتكاملة فتم الكشف عن العديد من الاحياء كالفطريات والبكتيريا والفايروسات والديدان الثعبانية تمتلك قدرة فعالة ضد مسببات المرضية<sup>(٣،٤،٥،٦،٧)</sup>. وقد تم توظيف قسم منها بشكل تجاري كالمستحضر Biocon كمبيد حيوي تجاري في الفلبين<sup>(٨)</sup> وفي العراق جرت عدة دراسات اوضحت فعالية بعض الفطريات لمقاومة مسببات المرضية كالفطر *T. harzianum* لمقاومة امراض الذبول على الخيار<sup>(٩)</sup> والفطريات *P. lilacinus* و *A. butyri* والبكتريا *Pasteuria peneirans* لمقاومة ديدان تعقد الجذور على الطماطة<sup>(١٠)</sup>. وبقدر تعلق الامر بموضوع المعقدات المرضية لم يتم العثور على اية دراسة سابقة لتقويم فعالية عوامل المقاومة الاحيائية ضد المعقدات المرضية. ولهذا هدفت هذه الدراسة الى تقويم فعالية بعض عوامل المقاومة الاحيائية ضد مسببات المعقد المرضي وكفائتها في مقاومة المرض ميدانيا.

## طرائق العمل والمواد المستخدمة

## الكائنات الحية الدقيقة ومصادرها

تم الحصول على فطريات المقاومة الاحيائية *Rifani Trichoderma harzianum* و *Acremonium butyri* (Beyma) Gams من مركز الهندسة الوراثية والتقانة الحيوية/ منظمة الطاقة الذرية العراقية. اما عزلات الفطريات *Fusarium solani* و *F. moniliforme* و *F. oxysporum* فقد عزلت من نباتات الباذنجان المصابة. وتم الحصول على ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* من نباتات باذنجان مصابة بتعقد الجذور وكثرت بصورة نقيه (من كيس بيض واحد) على نباتات فول اياما في اصص مدامة في البيت الزجاجي وكثرت على نباتات الباذنجان صنف Black beauty لغرض اجراء تجربة البيه الزجاجي.

وجمع لقاح ديدان تعقد الجذور للتجربة الحقلية من احد البيوت الزجاجية الموبوءة بديدان تعقد الجذور في مزرعة البيوت الزجاجية في النهروان حيث جرى تشخيص النوع باستخدام طريقة العوائل المشخصة North Carolina differential host وقطع المنطقة العجازية للاناث<sup>(10)</sup> وكانت من النوع *M. javanica*.

اختبار العلاقة التضادية بين الفطر *F. solani* وبعض فطريات المقاومة الاحيائية

اختبرت الفعالية التضادية للفطريات *T. harzianum* و *P. lilacinus* و *A. butyri* و *A. niger* مع الفطر *F. solani* بطريقة الزرع المزدوج على الوسط الغذائي لقرصين (قطر 5 ملم) من كل الفطرين الناميين على الوسط الغذائي PDA لمدة 10 ايام عند درجة حرارة 25 م. وضع قرصا النم الفطري على الوسط الغذائي مفصولان عن بعضهما بمسافة 4 سم، وكررت المعاملات سبع مرات على اطباق منفصلة لكل فطر من فطريات المقاومة الاحيائية. حضنت الاطباق الملقحة عند درجة حرارة 25 م. وبعد ستة ايام قدرت درجة التضاد بينهما باتباع التدرج:

1 = الفطر المضاد يغطي الطبق بكامله، 2 = الفطر المضاد يغطي 3/4 مساحة الطبق، 3 = يغطي كل مساحة الفطرين نصف مساحة الطبق، 4 = الفطر الممرض يغطي 3/4 مساحة الطبق و 5 = الفطر الممرض يغطي الطبق بكامله<sup>(11)</sup>. اعتبر الفطر الذي يظهر درجة تضاد اثنتين او اقل ذات قدرة تضادية عالية. كما فحصت الاطباق تحت المجهر وحضرت شرائح من نموات الفطريات من مناطق التقاء الفطريات المقاومة الاحيائية والفطر المرضي وفحصت تحت المجهر المركب لتحديد طبيعة التطفل.

المقاومة الاحيائية للمعقد المرضي بين ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* والفطر *Fusarium solani* في الباذنجان  
كامل سلمان جبر وجماعته

تأثير استخدام فطريات المقاومة الاحيائية في التداخل بين ديدان تعقد الجذور *M. javanica* والفطر *F. solani* في الباذنجان

نفذ هذا الاختبار في تجربتين احدهما في البيت الزجاجي التابع لقسم وقاية النبات / كلية الزراعة والآخرى في الحقل المجاور للبيت الزجاجي، باربعة مكررات لكل معاملة لكلا التجريبتين، وشملت المعاملات الآتية

1. *M. javanica* (Mj).

2. *F. solani* (Fs).

3. Mj-Fs.

4. *Mj-Fs+P. lilacimus* (PM).

5. *Mj+Fs+A. butyri* (Ac).

6. *Mj+Fs+T. harzianum* (Tr).

7. المبيد 40% Nemacur *Mj+Fs+Nemacur*.

8. المبيد 50% Benomyl *Mj+Fs+Benomyl*.

9. *Mj+Fs+Nemacur+Benomyl*.

10. *Mj+Fs+PM+Benomyl*.

11. *Mj+Fs+Tr+Benomyl*.

12. بدون معاملة (يفطر او ديدان)

### تجربة البيت الزجاجي

زرعت بذور الباذنجان (خمس بذور/ اصيص) في اصص بقطر ١٤ سم، تحتوي على الكغم تربة مزيجية وبتموس (١:٢) معقمة بغاز بروميد الميثيل. خفت البادرات بعد سبعة ايام من الانبات الى نبات واحد/ اصيص. جرى سقي النباتات بمحلول هوكلاندر المحور مرة كل ١٥ يوما والمحضر على النحو الآتي:

تتألف المحاليل المركزة من نترات البوتاسيوم (١٠١ غم) ونترات الكالسيوم (٢٣٦غم) وفوسفات الامونيوم (١١٥غم) وكبريتات المغنيسيوم المائبة (٦١,٥غم) والمغذيات الصغرى (المستحضر التجاري Green Z) (٤٠غم) كل في لتر من الماء. وحضر لتر من محلول السقي المغذي بخلط نترات البوتاسيوم (٢,٥سنتيمتر مكعب) ونترات الكالسيوم (٤ سنتيمتر مكعب) وفوسفات الامونيوم (٢ سنتيمتر مكعب) وكبريتات المغنيسيوم (٤سنتيمتر مكعب) والمغذيات الصغرى (٢,٥ سنتيمتر مكعب) مع لتر من الماء.

وبعد ٧٥ يوما من الانبات اضيفت فطريات المقاومة الاحيائية بمعدل ٤٠ سنتيمتر مكعب من عالق ابواغ كل فطر (١٠ × ٦١٠ بوغ/سنتيمتر مكعب) والنماعة على الوسط الغذائي المؤلف من ١٠٠ غم

بذور القمح الشبلي مضافا اليه ٢ غم من سكر الديكستروز في دورق حجم ٣٠٠ سنتيمتر مكعب. وقد حضر اللقاح باضافة ١٠٠ سنتيمتر مكعب من الماء المقطر المعقم لكل دورق وعرض لرج في رجاج كهربائي مدة عشر دقائق ورشح خلال طبقتين من ورق تنظيف العدسات. لوثت الاصص بديدان تعقد الجذور بعد ١٢ يوما من التلقيح بفطريات المقاومة الاحيائية (٣٠٠٠ بيضة/ اصيص). وبعد ثلاثة ايام من اضافة ديدان تعقد الجذور اضيف ٢,٥ سنتيمتر مكعب من مبيد النيماكيور تركيز ١١٠٠ جزء بالمليون لكل اصيص<sup>(١٢)</sup>. اضيف معلق ابواغ الفطر *F. Solani* بعد ١٠ ايام من التلقيح بالديدان ثم اضيف ٢,٥ سم مكعب من المبيد Benomyl بتركيز ١٢٥٠ جزء بالمليون لكل اصيص (حسب تعليمات شركة دوبون Dupont) المنتجة للمبيد) بعد ثلاثة ايام من اضافة معلق ابواغ الفطر. وضعت الاصص في البيد الزجاجي وفق التصميم تام التعشيه. قدرت شدة الاصابة والدليل المرضي لتعقد الجذور والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري والجذري بعد ٢٣ يوما من اخر معاملة.

### التجربة الحقلية

#### تحضير الشتلات وتلوئها بفطريات المقاومة الاحيائية

زرعت مساحة من الارض (١,٥×١,٥ م) ببذور الباذنجان بعد ١٥ يوما من التعقيم. نقلت النباتات بعد ٣٠ يوم الى اصص تحتوي ١ كغم تربة مزيجية وبتموس (١:٢) معقمة بغاز بروميد المثل وبمعلى نبات واحد لكل اصيص. لوثت تربة الاصص بفطريات المقاومة الاحيائية المنمأة على وسط غذائي مولف من ١٠٠ غم قمح شبلي و ٢غم سكر الديكستروز في دوارق سعة ٣٠٠ سنتيمتر مكعب لمدة ١٢ يوما عند درجة الحرارة ٢٥±١ م. استخدم ٥ غم/اصيص من الوسط الغذائي الحاوي على النمو الفطري وعطيت الاصص بالبلاستيك المنقّب لمدة ٤,٨ ساعة بعد اضافة اللقاح.

#### تحضير التربة والزراعة

حرثت ارض التجربة بصورة متعامدة وعدلت ونعمت وقسمت الى اربعة قطاعات شمل كل منها ١٢ لocha ابعاد كل منها ٣×٢ م وفتحت في داخل كل لوح ساقية ٣×١ م لتمثل الوحدات التجريبية. وكان اذ صفات التربة: ٤٢,٩% غرين و ٣٣,١% طين و ٢٤% رمل و ١,٦٨% مادة عضوية وكان مقدار الاس الهيدروجيني ٧,٧ والتوصيل الكهربائي ٣,١٤  $\text{dsm}^{-1}$ .

نقلت النباتات الى الحقل بعد ٢٨ يوما من معاملة الشتلات بفطريات المقاومة الاحيائية (١٠ نبات لكل ساقية) وزرعت على جهتي الساقية. اضيفت ديدان تعقد الجذور حول النباتات بمقدار ٥٠٠٠ بيضة/نبات ثم اضيف لقاح الفطر *F. solani* بعد خمسة ايام وقد استخدم ١٠٠ غم من لقاح الفطر المنمء على القمح الشبلي لكل مكرر (١٠ نباتات) وذلك بخلطه في ٨ لتر ماء.



اجريت معاملات النيماكيور والبينيوميل بعد يوم واحد من اضافة لقاح الفطر حيث استخدم الاول بمعدل ٥ سنتيمتر مكعب/متر مربع<sup>(١٣)</sup> والثاني بمعدل ٥ غم/متر مربع<sup>(١٤)</sup> سجلت النتائج اسبوعيا بعد مرور ٣٦ يوما من اخر معاملة، وشملت عدد النباتات الميتة وكمية الحاصل على مدى سبعة اسابيع وعدد الافرع والاوراق والازهار مرة كل ١٥ يوما ولمدة ١٠٠ يوم من اخر معاملة. قُلت خمسة نباتات من كل مكرر لحساب شدة الاصابة اعتمادا على الدليل المرضي لتعفن الجذور<sup>(١٥)</sup> باعتبار =٠ الجذور خالية من التفوح و =١ اقل من ١٠% من النظام الجذري متقرحا و =٢ =١١-٢٥% متقرحا و =٣ =٢٥-٥٠% متقرحا و =٤ =٥١-٧٥% متقرحا و =٥ =٧٦-١٠٠% متقرحا، وقد حسبت النسبة المئوية لشدة الاصابة<sup>(١٦)</sup> والدليل المرضي لتعقد الجذور<sup>(١٧)</sup> وعدد اليرقات في ٢٥٠ غم تربة<sup>(١٨)</sup> كما قدر الوزن الطري والجاف وطول المجموع الخضري لكل نبات.

## النتائج والمناقشة

### العلاقة التضادية بين الفطر *F. solani* وبعض فطريات المقاومة الاحيائية

يوضح الجدول (١) ان درجة التضاد بين فطريات مكافحة الاحيائية *P. lilacinus* و *A. niger* و *T. harzianum* والفطر *F. solani* المسبب لمرض تعفن الجذور وقواعد السيقان بعد ٧ ايام من التحضين كانت اقل من ٢ وهي درجة تضاد عالية كما اشار Bell واخرون<sup>(١٩)</sup> عند دراستهم النشاط التضادي لسبع وسبعين عزلة للفطر *T. harzianum* ضد عزلات ممثلة لخمسة انواع من الفطريات المرضية. حيث وضعوا تدرجا من ١-٥ درجات اعتبروا بموجبه عزلات الفطر *T. harzianum* التي تعطي درجات تضاد ٢ فما دون عالية التضاد. في حين لم يظهر الفطر *A. butyri* درجة تضاد عالية بعد سبعة ايام ولكن عند ترك الاطباق مدة ١٤ يوما اعطى هذا الفطر درجة تضاد ٢ في الوقت الذي غطت فيه الفطريات المقاومة الاحيائية الثلاثة الاخرى الاطباق بكاملها أي اعطت درجة التضاد ١. واستنادا الى طبيعة العلاقة التضادية بين فطريات المقاومة الاحيائية والفطر *F. solani* يبدو ان سلوك الفطر *A. butyri* مختلفا. ففي الوقت الذي اظهرت فيه الفطريات *P. lilacinus* و *A. niger* و *T. harzianum* علاقة تضادية من نوع biotrophic، حيث لوحظ نمو هذه الفطريات فوق مستعمرات الفطر *F. solani*. واظهر الفحص المجهرى التفاف عزل الفطر *T. harzianum* حول عزل الفطر *F. solani* واخترقه له كما لوحظت مناطق متحللة في عزل الفطر المرضي. وهذا مشابه لما ذكر سابقا عن كيفية تطفل الفطر *T. harzianum* على الفطرين المرضيين *P. aphanidermatum* و *R. stolonifer*<sup>(٢٠،٢١،٢٢)</sup>. واظهر الفطر *A. niger* نمطا مماثلا من التفاعل فقد اوضح الفحص المجهرى نموغزله الفطري ملاصقا لعزل الفطر *F. solani* في مواقع وملتقا عليه في مواقع اخرى وخلص عزل الفطر *F. solani* من الجروتوبلازم في مختلف مناطق التطفل. وهذا يتفق مع ما وجدته Venkatasubbiah و Safeeulla<sup>(٢٣)</sup> في دراسة مسبقه لهذا النوع.

جدول ١: تضاد فطريات المقاومة الاحيائية ضد الفطر *F. solani* في الزراعة المزدوجة على الوسـ  
الغذائي PDA عند درجة حرارة ٢٥ م

الفطر درجة التضاد بعد ٧ ايام \*

٢,٥ *Acremonium butyri*

١,٧ *Aspergillus niger*\*

١,٤ *Paecilomyces lilacinus*

١,٩ *Trichoderma harzianum*

\* ١= الفطر المضاد يغطي الطبقة بكامله، ٢= الفطر المضاد يغطي ٤/٣ مساحة الطبقة، ٣ = يغطي كله  
الفطرين نصف مساحة الطبقة، ٤= الفطر الممرض يغطي ٤/٣ مساحة الطبقة و ٥= الفطر الممرض يغطـ  
الطبقة بكامله

\* عزل من عقد جزيرية حديثة من نباتات باذنجان مصابة بديدان تعقد الجذور من مزرعة البيوت الزجاجية  
في النهروان.

لم يظهر الفطر *A. butyri* مثل هذا النوع من العلاقة حيث تكونت منطقة تحلل (هالة) بيـ  
المستعمرتين قطرها اسم مما يشير الى ان هذا الفطر من النوع Nectrotrophic. وقد وجد الخناجي<sup>(٢٠)</sup>  
حالة مماثلة من التغذية بالنسبة لتضاد ثلاث عزلات للفطر *T. harzianum* على الفطر *P.*  
*aphanidermatum*

يتضح من هذه النتائج ان جميع الفطريات التي خضعت للاختبار قد اظهرت درجات مختلفة مـ  
التضاد على الوسط الصناعي في المختبر كان افضلها الفطر *P. lilacinus*. وكان هدف هذا الاختبار  
تحديد الكفاءة التضادية لهذه الفطريات على الوسط الصناعي لامكانية استخدامها في تجارب المقاومة  
الاحيائية في البيت الزجاجي والحقل. وقد استبعد الفطر *A. niger* على الرغم من انه اظهر كفاءة تضادية  
عالية ضد الفطر *F. solani* لكونه لم يخضع لدراسات تحدد صلاحيته كعامل مقاومة احيائية على الديدان  
الشبانية<sup>(٢١)</sup>. ولم يستبعد الفطر *A. butyri* بالرغم من انه كان اقلها تضادا لكون الية تضاده تختلف عن ياق  
الفطريات حيث كان عن طريق افراز مضادات حيوية وهذه الحالة من التضاد تعرف *Antibiosis*. وقـ  
تكون طريقة التقويم المتبعة غير كافية لتحديد كفاءته. فقد يكون سلوكه في التربة تحسب تاثير درجته  
الحرارة والرطوبة والضوء والقاعدة الغذائية المتغيرة مختلفا.

## تأثير استخدام فطريات المقاومة الاحيائية في التداخل بين ديدان تعقد الجذور *M. javanica* والفطر *F. solani* في البانجان تجربة البيت الزجاجي

اوضحت نتائج هذه التجربة ان فطريات المقاومة الاحيائية وفرت حماية جيدة للنباتات ضد  
الاصابة المشتركة بديدان تعقد الجذور والفطر *F. solani*. فقد انخفضت شدة الاصابة بمرض تعفن  
الجذور وقواعد السيقان معنويا مقارنة بمعاملة الفطر والديدان، وقد تفوقت معاملة الفطر *P. lilacimus*  
لوحده ومع البينوميل على باقي المعاملات (جدول ٢). وجاءت هذه النتيجة مطابقة لما وجدته Shahzad و  
Ghaffar<sup>(١٩)</sup> فيما يتعلق بمقاومة الاصابة المشتركة بديدان تعقد الجذور *M. incognita* والفطر *M. phaseolina*  
في الباميا والماش. حيث حصلنا على اعلى خفض لشدة الاصابة عند استخدام الفطري *P. lilacimus*  
لوحده مقارنة مع معاملة استخدام مبيد الفيوردان. وقد انخفضت كفاءة الفطر *A. butyri*  
والفطر *T. harzianum* لوحده ومع البينوميل. وهذا قد يرجع الى تأثير عمليات ري الاصص، باضافة  
الماء مباشرة الى التربة مما يؤدي الى غسل او تخفيف المركبات الايضية الثانوية (بعضها الانزيمات  
والمضادات الحيوية) من منطقة حول الجذور وبذلك تضعف قدرتها التضادية. وقد اشارت دراسات سابقة  
الى ان الفطر *T. harzianum* اضافة الى قدرته التطفلية المباشرة فانه يفرز عددا من الانزيمات  
والمضادات الحيوية التي تؤدي دورا في قدرته التضادية مع احياء التربة المرضية<sup>(٢٥،٢٤،١٨،٦)</sup>. واوضحت  
التجربة السابقة جدول (١) ان الفطر *A. butyri* يقتل الفطر المرضي عن طريق انتاج مركبات ايضية  
ثانوية سامة ولهذا فان التأثير المباشر في هذه المركبات يضعف قدرته التضادية. وخفضت فطريات  
المقاومة الاحيائية لوحدها او متداخلة مع مبيد البينوميل الدليل المرضي لتعقد الجذور بشكل معنوي مقارنة  
بمعاملات الديدان لوحدها ومعاملة الديدان والفطر (Mj+Fs) ولم تختلف معنويا عن معاملة  
النيماتوكور+البينوميل. وهذا يظهر فعالية هذه الاحياء في التأثير في كثافة الديدان في التربة تحت ظروف  
انبيت الزجاجي. وقد جاءت هذه النتائج مطابقة لما وجدته Shahzad و Ghaffar<sup>(١٩)</sup> حيث اشار الى ان  
الفطر *P. lilacius* قد خفض الدليل المرضي لتعقد الجذور في الباميا والماش بشكل معنوي مقارنة بمعاملة  
المقارنة ومبيد الفيوردان.

كما ان اضافة الفطر *P. lilacimus* قبل اسبوع من اضافة الديدان قد ادى الى خفض الدليل  
المرضي لتعقد الجذور في الطماطة المصابة بديدان تعقد الجذور *M. javanica* بشكل معنوي<sup>(٢٦)</sup>. وتظهر  
النتائج ارتفاع شدة الاصابة في معاملات Mj:Fs:Momacur ومعاملة Mj+Fs+Nemacur+Benomyl مقارنة  
بمقارنة بالنباتات غير المعاملة. ويرجح ان يعود ذلك الى تأثير الديدان خلال الفترة الزمنية بين معاملة  
النباتات بالديدان ومعاملتها بمبيد النيماتوكور والتي امدتها ثلاثة ايام ربما تكون كافية لاحداث بعض الجروح  
والتغيرات الفسلجية في العائل تهيئه للاصابة بتراكيب الفطر *F. solani* الهاربة من تأثير مبيد البينوميل.  
وقد ظهر تأثير فطريات المقاومة الاحيائية بشكل واضح على مؤشرات النمو حيث ازداد طول النباتات

والوزن الطري والجاف في معاملات فطريات المقاومة الاحيائية بشكل ملموس مقارنة بمعاملات الديدان لوحدتها ومع الفطر *F. solani* وكذلك معاملات النيماتوكيور وكان معنوياً في البعض منها. وهذه النتائج مشابهة لما توصل اليه Ibrahim وآخرون<sup>(27)</sup> و Barker, Cabanialls<sup>(28)</sup> و Khan و Esphahani<sup>(29)</sup> و Zaki و Maqbool<sup>(30)</sup> و Ibrahim<sup>(31)</sup>. إذ اجمعت نتائج كل منهم على زيادة مؤشرات النمو المختلفة عند استعمال الفطر *P. lilacinus* لمكافحة الديدان في محاصيل مختلفة. ان الزيادة في مؤشرات النمو بتاثير فطريات المقاومة الاحيائية ناتجة عن مهاجمة هذه الفطريات للوحيدات الفعالة في احداث المرض (كالبيوض، اليرقات، الابواغ) للديدان والفطر مما يؤدي الى خفض كثافة اللقاح الذي يحدث الاصابة فـ النباتات. كما ان لهذه الفطريات تأثيراً ايجابياً في تحفيز النبات على النمو فقد وجد عبود وآخرون<sup>(32)</sup> ان الفطر *A. butyri* لوحدته حقق زيادة معنوية في طول وعدد الاوراق والوزن الطري والجاف للمجموع الخضري لنبات الباذنجان مقارنة بمعاملة الشاهد. وحصلوا على نتائج مماثلة عند استخدام الفطر *P. lilacinus* على الطماطة. كما يلاحظ من النتائج انخفاض مؤشرات النمو في معاملة النيماتوكيور ويرجع سبب ذلك الى ان المبيد الكيماوي احدث سمية للنبات (Phytotoxicity).

يستخلص في ضوء النتائج التي تم الحصول عليها من هذه التجربة ان استخدام الفطر *P. lilacinus* قد ادى الى خفض الدليل المرضي لتعقد الجذور بشكل كبير. ويعود ذلك بشكل رئيسي الى تطفل الفطر على الديدان الثعبانية كما يوضحه الجدول (2) وجاء تاثيره مماثلاً لتاثير مبيد الديدان Nemacur 40% اضافة الى انه ادى الى خفض شدة الاصابة بشكل كبير.

وهذا يشير الى امكانية الاستعاضة عن مبيد Nemacur 40% بفطريات المقاومة الاحيائية فـ كسر التداخل بين ديدان تعقد الجذور والفطر *F. solani* والتقليل بشكل كبير من الخسائر التي يسببها فتا قد تصل في كثير من الاحيان الى فقدان المحصول، كما ان استخدامها يؤدي الى التقليل من اسـ تخلم المبيدات وسلامة استهلاك الخضر عند تغادي متقيات المبيدات والتقليل من اخطار التلوث البيئي. وتتجـ الكثير من الدول المتقدمة حالياً الى محاولة الاستعاضة عن المبيدات بالمقاومة الاحيائية للعديد من الامراض المهمة لما سببه بعضها من اخطار كبيرة على الجنس البشري.

### التجربة الحقلية

اظهرت نتائج هذه الدراسة (جدول 3) بان فطريات المقاومة الاحيائية ادت الى خفض معنوي فـ شدة الاصابة بمرض تعفن الجذور وقواعد السيقان مقارنة بمعاملة الديدان والفطر (Mj+Fs) كما خفضـ الدليل المرضي لتعقد جذور بفارق احصائي معنوي ( $P=0.05$ ) مقارنة بمعاملة الديدان لوحدتها (Mj) والديدان مع الفطر (Mj+Fs). وقد تفوقت معاملة الفطر *A. butyri* والفطر *T. harzianum* لوحدته ومع البنوميل على باقي المعاملات في خفض شدة الاصابة والدليل المرضي لتعقد الجذور وهذا يشير الى كفاءتها تحت الظروف الحقلية في خفض الكثافة السكانية للمسببات المرضية. حيث انخفضت الكثافة العدي

المقاومة الاحيائية للمعقد المرضي بين ديدان تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* والفطر *Fusarium solani* في  
الباذنجان كامل سلمان جبر وجماعته

ليرقات ديدان تعقد الجذور في ترب النباتات المعاملة بهذه انطريات بفارق احصائي معنوي ( $P=0.05$ ) مقارنة بمعاملة الديدان لوحدها ومعاملة الديدان والفطر المرضي معا (Mj+Fs) ولم تختلف معنويًا عن معاملة اضافة المبيدين الكيماويين معا (Mj+Fs+Nemacur+Benomyl). ومن الملاحظ ان نتائج التجربة الحقلية اظهرت بعض الاختلافات عن تجربة البيت الزجاجي في كفاءة فطريات المقاومة الاحيائية. حيث تخلف الفطر *P. lilacinus* نسبيًا عن الفطرين *T. harzianum* و *A. butyri* في خفض شدة الاصابة بمرض تعفن الجذور وقواعد السيقان والدليل المرهني لتعقد الجذور ورفع مؤشرات النمو. في الوقت الذي كان متفوقًا عليهما في تجربة البيت الزجاجي. وربما يعود ذلك الى ان الكثافة السكانية لهذا الفطر تبقى عالية فقط في الطبقة السطحية للتربة وعلى عمق لا يتجاوز ١٥ سم<sup>(٣١)</sup>. ولهذا فان هذا الفطر لم يظهر الكفاءة المطلوبة في المحاصيل المتعمقة الجذور ومنها محصول الباذنجان لذل يمكن الفطر من استيطان (Colonization) الطبقات العميقة من التربة بشكل كاف. ولهذا فان هذا الفطر يظهر فعالية اكبر في المحاصيل ذات الجذور غير المتعمقة. فقد اشار Shahzad و Ghaffar<sup>(٣٢)</sup> في تجاربهما الحقلية الى فعالية الفطر *P. lilacinus* في خفض الدليل المرضي لتعقد الجذور وخفض مقدار الاستيطان والاصابة بالفطرين *M. phaseolina* و *R. solani* مقارنة بمعاملة المقارنة والى تفوقه على مبيد الفيوردان في مقاومة ديدان تعقد الجذور والفطرين في محصول الماش.

وجاءت نتائج هذه التجربة مؤكدة لما ثبتته دراسات سابقة عن فعالية فطريات المقاومة الاحيائية *T. harzianum* و *P. lilacinus* في خفض الاصابة بفطريات التربة في محاصيل خضر مختلفة تحت ظروف الزراعة المحمية والمكشوفة<sup>(٣٣,٣٤,٣٥,٣٦,٣٧,٣٨,٣٩)</sup>. وفعالية فطريات المقاومة الاحيائية الثلاثة المستخدمة في هذه التجربة في خفض الدليل المرضي لتعقد الجذور<sup>(٤٠,٤١,٤٢,٤٣,٤٤,٤٥)</sup>.

وانعكس تأثير فطريات المقاومة الاحيائية على مؤشرات النمو حيث ازداد حجم المجموع الخضري ممثلًا في زيادة عدد الافروع وعدد الاوراق ورافق ذلك زيادة في عدد الازهار (جدول ٤) وكذلك معدل الوزن الطري و الجاف وطول المجموع الخضري ومعدل وزن الثمار للنبات الواحد (جدول ٣). وقد تفوقت معاملة الفطر *T. harzianum* بشكل معنوي على باقي المعاملات في زيادة الحاصل حيث حققت زيادة مقدارها ٥٠,٥% تلتها المعاملة المشتركة لنفس الفطر مع البينوميل (٣٢,٢%) ومعاملة الفطر *A. butyri* (٢٣,٨%) في حين حقق المبيد الكيماوي نيماكور زيادة في الحاصل مقدارها ٧,٨%. وهذه النتائج تتفق مع نتائج سابقة<sup>(٤٦,٤٧,٤٨,٤٩,٥٠)</sup>. وحدث انخفاض في الحاصل في معاملة المبيدين معا (Mj+Fs+Nemacur+Benomyl) وربما نتج ذلك عن الاجهاد الذي احدثه استخدام المبيدين معا في المراحل الاولى من عمر النبات حيث ظهر تأثير ذلك واضحا في مؤشرات النمو (جدول ٤) وانعكس ذلك على الانتاج. كما حدث انخفاض واضح في الحاصل في معاملة الفطر *P. lilacinus* لوحده ومع البينوميل في حاصل الجنيات السبع التي تضمنتها الدراسة وهذا يختلف عن ما ذكره صالح<sup>(٥١)</sup> حيث انه حصل على زيادة في الحاصل في معاملة هذا الفطر. وربما كان ذلك ناتجا عن اختلاف طريقة المعاملة حيث انه اعتمد

على اللقاح الطبيعي لديدان تعدد الجذور ومهما تكن كثافته فهي اقل من اللقاح الذي استخدم في هذه التجربة (5000 بيضة/نبات) اضافة الى اختلاف العائل والظروف البيئية.

كما وجد ان فطريات المقاومة الاحيائية ومعاملة مبيد النيماكيور قد اسهمت بشكل واضح في زيادة العمر الانتاجي للنبات. ففي الوقت الذي توقف الانتاج ووصل الى الصفر في معاملة الديدان لوحدها ومعاملة الديدان لوحدها ومعاملة الديدان والفطر (Mj+Fs) ومعاملة المبيد الكيماوي البينوميل بعد الجنيب السابعة نجد ان جميع معاملات فطريات المقاومة الاحيائية ومعاملة النيماكيور استمرت بالانتاج ولم تتوقف حت انخفاض درجات الحرارة في شهر تشرين الثاني. وبذلك تكون فطريات المقاومة الاحيائية قد اسهمت بشكل فعال في زيادة الانتاج كما اسهمت فطريات المقاومة الاحيائية في تحسين نوعية الحاصل فقد كان اذ الثمار الناتجة من هذه المعاملات كبيرة الحجم ومنتظمة الشكل وذات لون اسود لامع في حين كان معظم الثمار في معاملة الديدان لوحدها والديدان مع الفطر (Mj+Fs) صغيرة الحجم متجمعة وذات الوان متدرج من البنفسجي المشوب بخضرة والبنفسجي المخطط بالاصفر والبنفسجي المبيض اضافة الى كونه ذات طعم مر لاذع وغير صالحة للتسويق.

## REFERENCES

1. Stirling, G.R. Biological control of plant parasitic nematodes, progress, problems and prospects. CAB Internatioanl 282 (1991).
2. Ogawa, J.M., Manji, B.T. and El-Behadli, A.H. Tolerance of plant pathogens to fungicides and bactericides. The American Phytopathological Society, 31:3-8(1975).
3. Jatala, P. Biological control of plant parasitic nematodes. Ann. Rev. Phytopathol. 24: 453-489 (1986).
4. Kerry, B.R. Nematophagous fungi and the regulation of nematode population in soil. Helminthological Abstracts (series B) plant Nematology, 53: 1-14 (1984).
5. Mankau, R.C. Biological control of nematode pests by natural enemies. Ann. Rev. Phytopathol. 18: 415-440 (1980).
6. Papavizas G.C. Trichoderma nad Gliocladium: biology, ecology and potential for biocontrol. Ann. Rev. Phytopathol. 23: 23-54 (1985).
7. Poinar, Jr. G. and Jenson, H. Diseases o nematodes. Volume II CRC Press, 150 (1988).
8. طه، خالد حسن. المقاومة المتكاملة لمرض ذبول الخضراوات الوعائي المتسبب عن الفطر *Verticillium dahliae*. اطروحة دكتوراه-كلية الزراعة-جامعة بغداد (1990).
9. صالح، حمود مهدي. تقويم كفاءة الفطرين *Paecilomyces lilacinus* و *Acremonium butyri* والبكتريا *Pasteuria penetrans* لمكافحة ديدان العقد الجذرية *Meloidogyne javanica*. اطروحة دكتوراه -كلية الزراعة-جامعة بغداد (1996).

10. Taylor, A.L. and Sasser, J.N. Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.). International Meloidogyne Project. North Carolina State University Graphics III pp (1980).
11. Bell, D.K., Wells, H.D. and Markhan, C.R. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens *Phytopathology* 72: 379-382 (1982).
12. Sipes, B.S. and Shmitt, D.P. Effect of planting date, Alachlor and Fenamiphos on *Heterodera glycines* development. *Journal of Nematology*, 21: 33-41 (1989).
13. Stephan, Z.A., Shams, Al-Din, S. and Anton, B.J. Physiological and biological studies on the fungus *Paecilomyces lilacinus*. *Iraqi J. Agric. Sci.* 20: 175-190 (1989).
14. El-Behadli, A.H. Stephan, Z.A. and Al-Zahroon, H.H. Effects of chemical control on the *Fusarium-Meloidogyne* disease complex of eggplant. *Iraqi J. Agric. Sci.* 22: 40-46 (1991).
15. Powell, N.T., Melende'z, P.L. and Batten, C.K. Disease complexes in tobacco involving *Meloidogyne incognita* and certain soil borne fungi. *Phytopathology*, 61: 1332-1337 (1971).
16. McKinney, H.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedling by *Helminthosporium sativum* J. *Agric. Research*, 26: 195-217.
17. Barker, K.R., Carter, C.C. and Sasser, J.N. An advanced treatise on *Meloidogyne*. Volume II Methodology. Edited by R.K. Barker, C.C. Carter and J.N. Sasser, 223pp (1985).
18. Elad, Y., Cher, I., Boyle, P. and Hensis, Y. Parasitism of *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*. Scanning electron microscopy and fluorescence microscopy. *Phytopathology*, 73: 85-88 (1983).
19. Sharif, F.M., Okasha, A.M. and Kazem, K.T. *Penicillium stipitatum* and *Trichoderma harzianum* in the biological control of cucumber damping-off disease caused by *Pythium aphanidermatum*. *J. Univ. Kuwait. (Sci)*, 15: 107-113 (1988).

٢٠. الخفاجي، هادي مهدي. دراسة بايولوجية ووقائية للفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson)Fitz المسبب المرضي لسقوط بادرات الخيار في البيوت الزجاجية والبلاستيكية. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد (١٩٨٥).

٢١. شريف، فياض محمد وفضل عبد الحسين واحد محمد عكاشة. المقاومة الحيوية للفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson)Fitz على الخيار في البيت البلاستيكي. مجلة البحوث الزراعية والموارد المائية: ٧: ٩٩-١٠٩ (١٩٨٨).

٢٢. شريف، فياض محمد وفضل عبد الحسين ووفاء ناجي. المقاومة الحيوية لمرض تعفن اطراف الزهري على القرع تحت ظروف الانتاج التجاري في البيت الزجاجي. وقائع بحوث المؤتمر العلمي الخامس لمجلس البحث العلمي - بغداد ٧ تشرين الاول ١: ٥٢-٥٩ (١٩٨٩).

23. Venkatasubbaiah, P. and Safeeulla, K.M. *Aspergillus niger* for biological control of *Rhizoctonia solani* on coffee seedlings. Tropical pest Management, 30: 401-406. (1984).
24. Harmann, G.E., Hages, C.K., Lorito, M. Broadway, R.M., Dipietro, A., Peterbauer, C. and Tronsmo, A. Chitinolytic enzymes of *Trichoderma harzianum*: Purification of chitobiosidase and endochitinase. Phytopathology, 83: 302-306 (1993).
25. Lorito, M., Harman, G.E., Hayes, C.K., Broadway, R.W., Tronsmo, A., Wo, O.S.L., and Dipietro, A. Chitinolytic enzymes produced by *Trichoderma harzianum*: antifungal activity of purified endochitinase and chitobiosidase. Phytopathology, 83: 302-307 (1993).
26. Khan, N.W. and Esfahani, M.N. Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* for controlling *Meloidogyne javanica* on tomato in greenhouse in India. Pak. J. Nematol. 8: 95-100.
27. Ibrahim, I.K.A., Rezki, M.A., El-Seedy, M.A. and Ibrahim A.A.M. Control of *Meloidogyne incognita* on corn, tomato and okra with *Paecilomyces lilacinus* and the nematicide aldicarb. Nematol. Medit. 15: 265-268 (1987).
28. Cabanillas, E. and Barker, K.R. Impact of *Paecilomyces lilacinus* inoculum level and application time on control of *Meloidogyne incognita* on tomato. Journal of Nematology, 21: 115-120 (1989).
29. Zaki, M.J. and Maqbool, M.A. Combined efficacy of *Pasteuria penetrans* and other biological agents on the control of root knot nematode on okra. Pak. J. Nematol 9: 49-51. (1991).
30. Ibrahim, A.A.M. Effect of cadusafos, *Paecilomyces lilacinus* and Nemout (R) on reproduction and damage potential of *Meloidogyne javanica*. Pak. J. Nematol. 12: 141-147.
31. عبود، هادي مهدي وحمود ميدي صالح وفرقد عبد الرحيم الراوي. بعض عوامل مكافحة الالحائية كعوامل محفزة لنمو النبات. المجلة العراقية للحياء المجهرية: 1: 178-181 (1989).
32. Hewlett, T.E., Dickson, D.W., Michell, D.J. and Kannwisler-Michell, M.E. Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* and Nemout (R) on reproduction and damage potential of *Meloidogyne javanica*. Pak. J. Nematol. 12: 141-147 (1988).
33. Shahzad, S. and Ghaffar, A. Use of *Paecilomyces lilacinus* in the control of root rot and root knot disease complex of okra and mungbean. Pak. J. Nematol. 7: 47-53 (1989).
34. Datnoff, L.E., Nemecek, S. and Pochronezy, K. Biological control of Fusarium crown and root rot of tomato. Phytopathology, 83: 1046-1047 (1993).
35. Hader, Y., Chet, I. and Henis, Y. Biological control of *Rhizoctonia solani* damping off with wheat bran culture of *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 69: 64-68 (1979).
36. Wells, H.D., Bell, D.K. and Jaworski, C.A. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biocontrol for *Sclerotium rolfsii*. Phytopathology, 62: 442-446 (1972).



٣٧. السامرائي، فاضل حسين ياسين. مقارنة انماط مختلفة من تعقيم الترب ودور الفطريات اللامرضية في مقاومة بعض امراض الجذور. رسالة ماجستير-كلية الزراعة-جامعة بغداد (١٩٨٦).
38. Cubreath, A.K., Rodriguez-Kabana, R. and Morgan-Jones. Chitin and *Paecilomyces lilacinus* for control of *Meloidogyne arenaria*. Nematotropica, 6: 153-166 (1986).
39. Jatala, P., Salas, R., Kaltenbach, R. and Bocange, I.M. Multiple application and long-term effect on *Paecilomyces lilacinus* in controlling *Meloidogyne incognita* under field condition. J. Nematol. 13: 445 (1981).
40. Shahzad, S. and Ghaffar, A. Use of *Paecilomyces lilacinus* in the control of root rot and root knot disease complex of okra and mungbean. 5th Int. Congress of plant pathology (20-27 August, Kyoto, Japan) (Abst.) (1988).
41. Dube, B. and Smart, G.C. Jr. Biological control of *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans*. J. Nematol. 19: 222-227 (1987).
42. Jatala, P., Kaltenbach, R. and Bocangel, M. Biological control of *Meloidogyne incognita arita* and *Globodera pallida* on potatoes. J. Nematol. II: 303 (Abst.) (1979).
43. Stephan, Z.A., Michbass, A. II, Al-Maamoury, I.K. and Anton, B.G. Control of root-knot nematode *Meloidogyne javanica* with nematocides, solar sterilization and the fungus *Paecilomyces lilacinus* on cucumber and eggplant. Zanco 6: 69-76 (1988).

تأثيرات المستخلص المائي لاوراق النيم (*Azadirachta indica* A. Juss) ومنظم النمو الحشري ابلود في بعض الاطوار اليرقية لبعوض *Culex pipiens* L.

بدر محمد العزاوي\* وحسن محمد حسن الرهوي\*\*

\*قسم علوم الحياة، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية

\*\* قسم علوم الحياة، كلية العلوم والتربية (زنجبار) - جامعة عدن، اليمن

## ABSTRACT

The efficacy of IGR applaud and neem leaves aqueous extract against larvae of 2nd and 4th instars of mosquito *Culex pipiens* L. was investigated under laboratory conditions. Larvae were exposed to Applaud at concentrations of 0, 0.01, 0.1 and 1 ppm and aqueous extract at concentrations of 0, 10, 100 and 1000 ppm. The results showed that Applaud was effective against 2nd and 4th larva instars. Higher concentration gave 100% mortality in all exposure periods: continuous exposure and exposure for 24 or 48h. The lower concentration was less effective on the same instar but the cumulative mortality was high. Aqueous extract had pronounced effects on larvae at higher concentration in all exposure periods. The lower concentration was the least in effect comparing with the higher one and with applaud at all concentrations used.

## الخلاصة

درست كفاءة منظم النمو الحشري ابلود (Applaud) والمستخلص المائي لاوراق النيم في ظروف المختبر ضد يرقات بعوض *Culex pipiens* اذ عرضت يرقات الطورين الثاني والرابع الى ابلود بتركيز صفر، ٠.٠١، ٠.١، ١ ppm والمستخلص المائي لاوراق النيم بتركيز صفر، ١٠، ١٠٠، ١٠٠٠ ppm. اظهرت الدراسة ان ابلود كان مؤثرا في طوري اليرقة الثاني والرابع اذ اعطى اعلى تراكيز هلاكات بنسبة ١٠٠% لجميع فترات التعريض المستمرة و ٢٤ و ٤٨ ساعة، وكان التركيز الواطئ اقل فعالية في طور المعاملة نفسه ولكن الهلاكات التراكمية كانت عالية. اعطى المستخلص المائي لاوراق النيم تأثيرات ملحوظة في يرقات الطورين في اعلى تركيز مستخدم ولجميع فترات التعريض وكانت التراكيز الادنى ذات فعالية قليلة بالمقارنة مع التركيز الاعلى ومع ابلود.

## المقدمة

يعد البعوض المنزلي (*Culex pipiens L.*) احد مصادر الازعاج والقلق للانسان مع انه لم يسجل في العراق على انه ناقل للمسببات المرضية ولكنه مسجل في العديد من دول العالم كناقل للطفيليات والرواشح المختلفة.

يكافح البعوض في اماكن تربيته وكانت المكافحة في السابق مقتصرة على استخدام المبيدات الكيماوية الصناعية، غير ان الآثار السلبية على الكائنات الحية الاخرى ومشاكل التلوث الناجمة عن زيادة استخدام هذه المبيدات جعلتها في بعض الاحيان ادوات غير فعالة في برامج المكافحة فضلا عن قدرة بعض انواع البعوض على اكتساب المقاومة ضد بعض هذه المبيدات مما دفع المشتغلين في مجال المكافحة الى البحث عن وسائل جديدة وبديلة ذات تأثير فعال، ومن تلك الوسائل استخدام منظمات النمو الحشرية (Insect growth regullators) (IGRs)<sup>(١)</sup>، وهي مجموعة جديدة نسبيا من المركبات الكيماوية لا تقتل مباشرة، ولكنها تؤثر في النمو والتطور وتسبب انحرافات او تغييرات فيهما، واول هذه المركبات المكتشفة هرمون الصبا (Juvenile hormone) ومشابهاته وهرمون الانسلاخ (Ecdyson hormone)<sup>(٢)</sup>.

لهذه المواد تأثيرات في التطور الجنيني واليرقي فضلا عن تداخلاتها مع الية الانسلاخ وتأثيراتها بشكل رئيسي في البالغات<sup>(٣)</sup>، ومن هذه المركبات منظم النمو الحشري ابلود (Applaud) وهو الاسم التجاري لمثبط النمو ببرفيزين (Buprofezin) الذي انتجته شركة Nihon Nhyaku اليابانية. يعمل هذا المركب على تثبيط الية الانسلاخ ويؤدي الى حدوث خلل في عملية تنظيم<sup>(٤٠٠٧)</sup> تحوي على العديد من المركبات ذات الفعالية البيولوجية ضد الحشرات واتجه اهتمام الباحثين نحو استخلاص هذه المركبات وتقدير فعاليتها ضد الحشرات ومنها البعوض وقد اصبحت المبيدات النباتية في الوقت الحاضر تشغل حيزا مهما في مجال مبيدات الحشرات<sup>(٤)</sup>.

اظهرت مستخلصات اجزاء مختلفة من شجرة النيم *Azadirachta indica A. Juss* فعالية عالية ضد الكثير من انواع الحشرات وادخلت في تطبيقات المكافحة الواسعة في بعض مناطق العالم واعطت نتائج ايجابية في برامج المكافحة<sup>(٥٠٠٨)</sup>، ويمتاز المستخلص المائي لأوراق النيم بسهولة تحضيره وامتلاكه للفعالية البيولوجية ضد الحشرات.

كان الاهداف من هذه الدراسة ايضا توضح تأثيرات منظم النمو الحشري ابلود المستخلص المائي لأوراق النيم في يرقات الطورين الثاني والرابع للبعوض المنزلي في ظروف المختبر.

## المواد وطرق العمل

## منظم النمو الحشري

استخدم ابلود بشكل مسحوق قابل للبلل تركيز المادة الفعالة فيه ٢٥% وحضرت التراكيز ٠،٠١، ٠،٠١، ١ ppm) باذابة وزن معين من مسحوق المادة في الحجم المطلوب من الماء المقطر.

## المستخلص المائي لاوراق النيم

تم تحضير المستخلص المائي لاوراق النيم من مسحوق الاوراق المجففة التي جمعت من منطقة ابين (اليمن) بوساطة الباحث، واتبعت في الاستخلاص طريقة (١٩٨٠)<sup>(٤)</sup> حيث وزن ٥٠ غرام من مسحوق الاوراق المجففة واذيف الى لتر واحد من الماء المقطر وترك في جو المختبر ٢٤ ساعة. رش المزيج بقماش الململ وحفظ في الثلاجة. خفف المستخلص بالماء المقطر للحصول على تركيز ٠،١٠، ١،٠٠، ١٠٠٠ ppm.

## جمع البعوض وتربيته

اخذ البعوض من خزانات مياه التصريف في كلية الزراعة-جامعة بغداد ونقلت الاوعية البلاستيكية الحاوية على الاطوار غير البالغة الى البيت الحيواني في كلية العلوم. الجامعة المستنصرية وربي البعوض بنفس ماءه الى خروج البالغات في اقفاص مشبكة بابعاد ٥٠×٤٠×٤٠ سم. غذيت الاناث بالدم بادخال طير حمام الى القفص مدة ليلة واحدة وضع المحلول السكروز (١٠%) في قطعة من القطن مشبعة بالمحلول موضوعة في جفنة بلاستيكية صغيرة.

بعد ان وضعت الاناث البيوض نقلت طوافات البيض الى اوعية بلاستيكية سعة ٥٠٠ مل تحوي ٤٠٠ مل من ماء الحنفية وتركت حتى الفقس وغذيت اليرقات بعلف الارانب<sup>(٦)</sup>، وشخصت المستعمرة في متحف التاريخ الطبيعي، بغداد.

## المعاملات

استخدمت في كل المعاملات اوعية بلاستيكية سعة ١٢٥ مل تحوي ١٠٠ مل من كل تركيز من ابلود والمستخلص المائي لاوراق النيم ونقل الى كل وعاء بلاستيكي ٢٠ يرقة من يرقات الطور الثاني او الرابع، وقد اجريت كل معاملة (تركيز) بثلاثة مكررات، وغذيت اليرقات بعلف الارانب على دفعتين الاولى عند بدء المعاملة والثانية بعد ٣ ايام، وتمت متابعة اليرقات الى ظهور البالغات وسجلت الهلاكات لكل طور، وصححت النسب المئوية للهلاكات لكل الاطوار وفقا لمعادلة (٣):

تأثيرات المستخلص المائي لاوراق النيم (*Azadirachta indica A. Juss*) ومنظم النمو الحشري ابلود في بعض الاطوار اليرقية لبعوض *Culex pipiens L.*  
 بدر محمد العزاوي وحسن محمد حسن البرهوي

% للهلاكات - % لهلاكات السيطرة

$$\% \text{ للهلاكات المصححة} = \frac{\% \text{ للهلاكات السيطرة}}{100} \times 100$$

١٠٠ - % لهلاكات السيطرة

اجريت التجارب لفترات تعريض مختلفة شملت التعريض المستمر والتعريض لفترات مختلفة شملت التعريض المستمر والتعريض مدة ٢٤ و ٤٨ ساعة.

### التحليل الاحصائي

اخضعت البيانات الى التحليل الاحصائي باستخدام تحليل التباين واستخدام اختبار اقل فرق معنوي (L.S.D.) لفصل المتوسطات واختبار المعنوية وفق البرنامج الاحصائي S.P.S.S.<sup>(١٧)</sup>.

### النتائج والمناقشة

#### تأثيرات منظم النمو الحشري ابلود

ادت معاملة يرقات الطور الثاني بابلود بالتركيز العالي (١ ppm) الى هلاك ١٠٠% ليرقات هذا الطور، وادى التركيزان الادنى الى نسب اقل في الهلاك لهذا الطور وحسب التركيز وفترة التعريض (جدول ١)، واعطت جميع التراكيز نسبة تثبيط خروج البالغات ١٠٠% ولجميع فترات التعريض ماعدا ادنى التراكيز (٠,٠١ ppm) حيث بلغت ١٠٠، ٩٤، ٩١,٤% لفترات التعريض المستمرة، ٢٤ و ٤٨ ساعة على التوالي.

تشير هذه النتائج الى ان فعل ابلود القاتل ليرقات الطور الثاني ظهر مباشرة في الطور نفسه عند استخدامه بالتركيز العالي وكانت تأثيرات التركيز الواطي تراكمية لم تظهر كاملة في الطور نفسه وقد اشار الباحثون الى ان استخدام منظم النمو الحشري بتراكيز واطنة لا يؤدي الى قتل اليرقات في طور المعاملة وانما ينتج الهلاك بصورة تراكمية أي ان التأثيرات يمكن ان تمتد الى العذراء والبالغة<sup>(١٨)</sup>.

القيم المعروضة في الجدول (٢) توضح تأثيرات ابلود في يرقات الطور الرابع اذ ادى تركيز ١ ppm الى هلاكها بصورة كاملة اما التركيزان الادنى فقد اظهر فعالية اقل في هلاكات الطور الرابع حيث بلغت ٣٠,٩-٧٨,١% لتركيز ٠,٠١ ppm و ٩١,٤-٩٨,٢% لتركيز ٠,١ ppm اعتمادا على فترة التعريض. على العموم كانت الهلاكات التراكمية عالية، وتنبط خروج البالغات بنسبة ١٠٠% لاعلى تركيزين بغض النظر عن طول فترة التعريض وسبب ٠,٠١ ppm تثبيط لخروج البالغات بنسبة تزيد عن ٩٠% بغض النظر عن طول فترة التعريض ايضا.

تدل هذه النتائج على حساسية يرقات الطور الرابع لابلود وتطابق هذه لانتاج مع ماهو معروف عن تأثير منظمات النمو الحشرية في يرقات البعوض<sup>(١٩)</sup> وتؤكد النتائج على امكانية استخدام ابلود في

برامج مكافحة لفعاليتها العالية الى جانب ثباتيتها العالية وسميته المنخفضة للباثن والكائنات المفصلية غدي المستهدفة بعمليات مكافحة.

الجدول ١: تأثيرات ابلود في الهلاكات التراكمية والنسب المئوية لتثبيت خروج البالغات الناتجة عن يرقات الطور الثاني لفترات مختلفة

الفترة	التركيز ppm	% للهلاك في			% تثبيط
		الطور الثاني	الطور الثالث	الطور الرابع	
المستوى	٠	٠.٠	١.٧	١.٧	٣.٣
	٠.٠١	٥٨.٣	٧٨.١	٩٨.٣	١.٠٠
	٠.١	٨٠.٠	٩٤.٩	٩٨.٣	١.٠٠
	١.٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١.٠٠
	L.S.D.	٨.٦	٨.٨	٤.٦	٣.٨
٢٤ ساعة	٠	٣.٣	٥.٠	٥.٠	٥
	٠.٠١	٣٢.٨	٤٩.٢	٥٦.١	٩٤
	٠.٠١	٦٥.٥	٩٨.٣	١٠٠	١٠٠
	١.٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
	L.S.D.	٥.٠	٣.٩	٣.٩	٢.٩
٤٨ ساعة	٠	٠.٠	٠.٠	٠.٠	٣.٣
	٠.٠١	٤٦.٧	٦١.٧	٧٦.٧	٩١.٤
	٠.١	٧٥.٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
	١.٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
	L.S.D.	١٣.٦	٧.٢	٢.٧	٣.٨

- القيم في ضمن كل فترة تعريض لكل عمود يمثل طوراً من اطوار البعوض تتابع باحرف متشابهة تشير الى عدم وجود فرق معنوي عند ٥% L.S.D.

- استخدمت ثلاث مكررات لكل تركيز ومثل المكرر الواحد ٢٠ يرقة من يرقات الطور الثاني.

تأثيرات المستخلص المائي لاوراق النيم (*Azadirachta indica A. Juss*) ومنظم النمو الحشري ابلود في بعض الاطوار اليرقية لبعوض *Culex pipiens L.*  
 بدر محمد العزاوي وحسن محمد حسن الرهوي  
 الجدول ٢: تأثيرات ابلود في الهلاكات التراكمية والنسب المئوية لتثبيت خروج البالغات الناتجة عن تعريض يرقات الطور الرابع لفترات مختلة

% لتثبيت	% للهلاكات في		التركيز ppm	الفترة
	الغذاري	الطور الرابع		
خروج البالغات				
١,٧	١,٧	١,٧	٠	المستمرة
٩٤,٩	٩٣,٢	٧٨,١	٠,٠	
١٠٠	١٠٠	٩٨,٢	٠,١	
١٠٠	١٠٠	١٠٠	١,٠	
٢,٧	٣,٨	٧,٩	L.S.D	
٣,٣	٣,٣	٣,٣	٠	٢٤ ساعة
٨٩,٧	٨٤,٤	٣٠,٩	٠,٠١	
١٠٠	١٠٠	٩١,٤	٠,١	
١٠٠	١٠٠	١٠٠	١,٠	
٢,٧	٥,٩	٩,٧	L.S.D.	
٣,٣	٣,٣	٣,٣	٠	٤٨ ساعة
٩٤,٨	٩٣,١	٤٤,٨	٠,٠	
١٠٠	١٠٠	٩٤,٩	٠,١	
١٠٠	١٠٠	١٠٠	١,٠	
٢,٧	٣,٧	٩,٢	L.S.D	

- القيم في ضمن كل فترة تعريض لكل عمود يمثل طورا من اطوار البعوض تتابع باحرف متشابهة تشير الى عدم وجود فرق معنوي عند ٥% L.S.D.  
 - استخدمت ثلاث مكررات لكل تركيز ومثل المكرر الواحد ٢٠ يرقة من يرقات الطور الثاني.

#### تأثيرات المستخلص المائي لاوراق النيم

اثر اعلى تركيز (١٠٠٠ ppm) من المستخلص المائي لاوراق النيم بصورة كبيرة في يرقات الطور الثاني وبلغت هلاكات هذه الطور ٩٨,٣% لفترة التعريض ٢٤ ساعة و ١٠٠% لفترة التعريض ٤٨ ساعة والمستمرة، وكان التركيزان الادنى اقل فعالية في التأثير على يرقات الطور الثاني اذ بلغت هلاكات هذا الطور ١١,٨-١٦,٧% و ٣٨,٣-٥٣,٣% لتركيز ١٠ و ١٠٠ ppm على التوالي اعتمادا على فترة التعريض (الجدول ٣)، وبلغت نسبة تثبيت خروج البالغات ١٠٠% لاعلى تركيز وتركيز ١٠٠ ppm لفترة

التعرض المستمرة فقط، على اية حال لم يكن ١٠ ppm من المستخلص المائي لاوراق النيم فعالا في مكافحة يرقات الطور الثاني لبعوض *C. pipiens*.

عند تعريض يرقات الطور الرابع الى تراكيز مختلفة من المستخلص المائي لاوراق لوحظ ان اعلى تركيز (١٠٠٠ ppm) فقط كان فعالا حيث اعطى تثبيطا تاما لخروج البالغات بينما لم يكن التركيزان الادنى فعالين في تثبيط خروج البالغات اذ بلغت النسبة ٢٧,٥-٣٠% لتركيز ١٠ ppm و ٦٣,٨-٦٥% لتركيز ١٠٠ ppm (الجدول ٤).

يبدو ان يرقات الطور الثاني اكثر حساسية من يرقات الطور الرابع وهذا يتفق مع ما ذكره (١٨) من ان يرقات الطور الرابع كانت اكثر تحملا لمنتجات النيم من الاطوار الثلاثة الاولى الى مستوى قد يبطل الضعف تقريبا، وتعود تأثيرات المستخلص المائي لاوراق النيم في هلاك اليرقات الى احتوائه على بعض المركبات ذات الفعالية البيولوجية منها Nimocinolide, Isonimocinolide اضافة الى الالكانات<sup>(١٥،١٦)</sup>، ولهذه المركبات عدة تأثيرات بيولوجية منها الاخلال بالتوازن الهرموني، تضاد التغذية وتأثيرات اخرى منظمة للنمو<sup>(١٣)</sup>.

الجدول ٣: تأثير المستخلص المائي لاوراق النيم في الهلاكات التراكمية والنسب المئوية لتثبيط خروج البالغـ الناتجة عن تعرض يرقات الطور الثاني لفترات مختلفة

الفترة	التركيز ppm	% للهلاك في			% تثبيط خروج البالغات
		الطور الثاني	الطور الثالث	الطور الرابع	
المستمرة	٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠
	١٠	١٦,٧	٢٨,٣	٥٣,٠	٤٠,٣
	١٠٠	٥٣,٣	٨٨,٣	٩٨,٣	١٠٠
	١٠٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠
	L.S.D	١٠,٢	٦,١	٢,٧	٣,٨
٢٤ ساعة	٠	١,٧	١,٧	١,٧	١,٧
	١٠	١١,٨	١٥,٢	٢٢,٠	٣٠,٤
	١٠٠	٤٠,٥	٥٠,٨	٦٠,٩	٦٤,٣
	١٠٠٠	٩٨,٣	١٠٠	١٠٠	١٠٠
	L.S.D	٩,٨	٦,٤	٩,٠	١٠,١
٤٨ ساعة	٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠	٠,٠
	١٠	١٦,٧	٢٥,٠	٣١,٧	٣٨,٣
	١٠٠	٣٨,٣	٥١,٧	٦٣,٣	٧٥,٠



تأثيرات المستخلص المائي لاوراق النيم (*Azadirachta indica A. Juss*) ومنظم النمو الحشري ابلود في بعض الاطوار اليرقية لبعوض *Culex pipiens L.* بدر محمد العزاوي وحسن محمد حسن الراهوي

١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠٠	
٤,٧	٥,٤	٦,١	٥,٤	٧,٧	L.S.D	

- القيم في ضمن كل فترة تعريض لكل عمود يمثل طورا من اطوار البعوض تتابع باحرف متشابهة تشير الى عدم وجود فرق معنوي عند ٥% L.S.D.
- استخدمت ثلاث مكررات لكل تركيز ومثل المكرر الواحد ٢٠ ورقة من يرقات الطور الثاني.

الجدول ٤: تأثير المستخلص المائي لاوراق النيم في الهلاكات التراكمية والنسب المئوية لتثبيت خروج البالغات عن تعريض يرقات الطور الرابع لفترات مختلفة

% لتثبيت خروج البالغات	% للهلاكات في		التركيز ppm	الفترة
	الغذاري	الطور الرابع		
٠	٠,٠	٠,٠	٠	المستمرة
٣٠	٣٠,٠	٢٦,٧	١٠	
٦٥	٦١,٧	٥٨,٣	١٠٠	
١٠٠	١٠٠	٩٠,٠	١٠٠٠	
٩,٤	٨,٦	٦,١	L.S.D	
٣,٣	٣,٣	٣,٣	٠	٢٤ ساعة
٢٧,٥٥	٢٧,٥	٢٠,٧	١٠	
٦٣,٨	٦٠,٣	٤٦,٤	١٠٠	
١٠٠	١٠٠	٨٩,٦	١٠٠٠	
٦,٦	٨,٦	١١,٤	L.S.D	
٠	٠,٠	٠,٠	٠	٤٨ ساعة
٣٠	٢٨,٣	١٨,٣	١٠	
٦٥	٦١,٣	٤٣,٣	١٠٠	
١٠٠	١٠٠	٨٨,٣	١٠٠٠	
٩,٤	٤,١	٦,٧	L.S.D	

- القيم في ضمن كل فترة تعريض لكل عمود يمثل طورا من اطوار البعوض تتابع باحرف متشابهة تشير الى عدم وجود فرق معنوي عند ٥% L.S.D.
- استخدمت ثلاث مكررات لكل تركيز ومثل المكرر الواحد ٢٠ ورقة من يرقات الطور الثاني.

## المصادر

١. الدجوي، علي. موسوعة النباتات الطبية والعطرية. المكتبة الزراعية (مكتبة مدبولي). الكتاب الاول. ١١٣-١٢٥ (١٩٩٦).
٢. قريشي، سعيد. مكافحة الكيمولوجية: تأثيراتها على الاقتصاد والبيئة والانتخاب الطبيعي. هاني ج — بها العطار (مترجم). دار الحكمة للطباعة والنشر. الموصل ٣٦٢ (١٩٩٠).
3. Abbott, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267 (1925).
4. Adhirary, S. The Togo experience in moving from neem research to its practical application for plant protection. Proc. 1st. Int. Neem Conf. H. Schmutterer, K.R.S. Ascher and H. Rembold (eds). Rottach-Egern, Germany 16-18 June, 251-252 (1980).
5. Al-Azawi, B. Efficiency of insect growth inhibitors Alsystin and NTN 33893 on different larvae instars of *Anopheles superpictus*. J. Ibn-Al-Haitham Pure and Appl. Sci. 5(2) 16-20.
6. Al-Faisal, A.H. and Zayia, H.H. Effect of different temperatures on some various biological aspects of *Culex quinquefasciatus* Say. J. Biol. Sci. Res. 17: 69-76 Baghdad (1986).
7. Asai, T.; Fukuda, M.; Maekawa, S.; Ikeda, K. and Kannd, H. Studies on the mode of action of buprofezin. I. Nymphicidal and ovicidal activities on the brown rice plant hopper, *Nilaparvata lygens* Stal. (Homoptera; Delphacidae). Appl. Ent. Zool. 18: 550-552 (1983).
8. Baumgart, M. Practical uses for neem and neem-based products within the scope of rural development in Benin GTZ Study 1-8 (1991).
9. Chavan, S.R. Chemistry of alkanes separated from leaves of *Azadirachta indica* and their larvicidal insecticidal activity against mosquitoes. Proc. 2nd. Int. Neem Conf. (Rauischholzhausen, Germany) 1983. H. Schmutterer and K.R.S. Ascher (eds). GTZ Eschborn, Germany (1984).
10. Kannot, H.; Ikeda, K.; Asai, T. and Maekawa, S. 2-tert-butylimino-3-isopropyl-5-phynyl per-hydro-1, 3,5-thiadiazin-4-one (NNI-750). A new insecticide. Proc. Crop. Prot. Conf. Pests and diseases. pp 59-66 (1981).
11. Mulla, M.S. Insect growth regulators for the control of mosquito pests and disease vectors. Chinese J. Entomol. Special Publ. No. 6: 81091 (1991).
12. Mulla, M.S. The future of insect growth regulators in vector control. J. Am. Mosq. Cont. Assoc. 15:133-152 (1995).
13. Mulla, M.S. and Su, T. Activity and biological effects of neem products against arthropods of medical and veterinary importance. J. Am. Mosq. Cont. Assoc. 15: 133-152 (1999).
14. Radwanski, S.A. Multiple land utilization in the tropics: an integrated approach with proposals for an integrational neem tree research and development

- تأثيرات المستخلص العشبي لاوراق النيم (*Azadirachta indica* A. Juss) ومنظم النمو الحشري البلود في بعض  
الاطوار اليرقية لبعوض *Culex pipiens* L. بدر محمد العزاوي وحسن محمد حسن الرمهي
- program. Proc. 1st. Int. Neem Conf. H. Schmutterer, K.R.S. Ascher and H. Rembold (eds). Rottach-Egern, Germany pp 267-277 (1980).
15. Siddiqui, S.S.; Faizi, S.; Mahmood, T. and Siddiqui, B.S. Two new insect growth regulators, Meliacins from *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae). J. Chem. Soc. Perkin Trans. 1: 1021-1023 (1986).
16. Staal, G.B. Insect growth regulators with juvenile hormone activity. Ann. Rev. Entomol. 20: 417-420 (1975).
17. Statistical Package for Social Sciences Ver. 7.5, (1996).
18. Su, T. and Mulla, M.S. Antifeedancy of neem products containing azadirachtin against *Culex tritaeniorhynchus* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). J. Vector Ecol. 23: 114-122. (1998 a).

## Nuclear Structure of Pt(A=180-198) Even-Even Isotopes Using IBM-1

KHALID S. IBRAHEIM, IMAN T. AL-ALAWY AND  
HUDA T. SULEMAN

Department of Physics, College of Science, Al-Mustansiriya University

### ABSTRACT

The sign of the mixing ratio of the radiation either to be +ve (i.e. emitted radiation) or -ve (i.e. absorbed radiation). This sign depends on the sign of reduced matrix elements for E2 & M1. The present work has carried out using IBM-1 to calculate the  $\delta(E2/M1)$ ,  $\Delta(E2/M1)$  and multipolarity of  $\gamma$ -transitions for Pt(A=180-198) even-even isotopes. The limits of these isotopes are classified into the following, Pt(A=180-186) have SU(3)-O(6) limit, Pt(A=188-194) have O(6)-SU(3) limit, Pt(A-194) has also O(6) limit as well as Pt(A-196) & Pt(A-198) has O(6)-SU(3)-U(5) limit. Our results are compared with the available experimental results, where they show good agreement in the most of them.

### الخلاصة

ان اشارة نسب الخلط للاشعاع اما ان تكون موجبة (اشعاع منبعث) او سالبة (اشعاع ممتص). هذه الاشارة تعتمد على اشارة عناصر المصفوفة المختزلة لكل من E1, M1. استخدم نموذج IBM-1 في البحث الحالي لحساب كل من  $\delta(E2/M1)$ ,  $\Delta(E2/M1)$  وتعدد القطبية لانتقالات اشعة كاما بين مستويات النظائر الزوجية-زوجية لنظائر البلاتينيوم ذات الاعداد الكتلية 180-198. صنفت هذه النظائر حسب حدود التناظر الديناميكي لكل منها، فالنظائر ذات الاعداد الكتلية 180-186 تقع ضمن حدود SU(3)-O(6) والنظائر ذات الاعداد الكتلية 188-194 تقع ضمن حدود O(6)-SU(3) والنظائر ذات الاعداد الكتلية 194-198 تقع ضمن حدود O(6) و Pt-196 و Pt-198 تقع ضمن حدود O(6)-SU(3)-U(5) اما النظير Pt-194 له تصرف اخر يقع ضمن حدود O(6) وكذلك النظير Pt-196 يقع في حدود التصرف O(6). اما النظير Pt-198 فانه يقع في حدود التصرف O(6)-SU(3)-SU(5) حيث تمت مقارنة النتائج الحالية مع ما هو متوفر من النتائج لعملية فكانت متوافقة في معظمها.

### المقدمة

ان نموذج IBM-1 يفترض ان المستويات الجماعية الواطئة Low lying collective states في الانوية المتوسطة والثقيلة الزوجية-زوجية لا قرب غلاف مغلق (Closed shell) والتي يطلق عليها

بالاعداد السحرية (Magic Numbers) والتي هي (2,8,20,28,50,82,126,184) هي التي تلعب دورا رئيسيا في تهيج البروتونات (النيوترونات) التكافؤية (Valance protons (Neutrons)) هذا من ناحية ومن ناحية اخرى فان خصائص توزيع المستويات الواطنة Low lying states تعتمد على جعل كل اثنان من الجسيمات المتشابهة أي زوج من البروتونات (النيوترونات) Pair of protons (Neutrons) لتعامل معاملة بوزون واحد، بحيث ان بوزونات البروتون (النيوترون) (proton (neutron) boson) لها زخما زاويا يساوي ( $I=0$ ) تعرف بـ  $S_{\pi}(S_{\nu})$  وتسمى بوزونات من نوع (S) (S-bosons) في حين ان البوزونات التي تمتلك زخما زاويا ( $I=2$ ) تعرف  $d_{\pi}(d_{\nu})$  وتسمى بوزونات من نوع (d-boson)(d) اخذين بنظر الاعتبار عدد الأزواج التكافؤية من البروتون (النيوترون) والمعروفة بـ  $N_{\pi}(N_{\nu})$  اذ انها تحسب لا قرب غلاف مغلق، فاذا كان اقل من نصف غلاف مملوء فيكون عدد البوزونات من نوع أزواج من الجسيمات Particles Pairs اما اذا كان اكثر من نصف الغلاف مملوء فيكون عدد البوزونات من نوع أزواج الفجوات (Holes Pairs).

ان نموذج البوزونات المتفاعلة الاول (IBM-1) الذي استخدم في هذا البحث لايميز بين بوزونات البروتونات وبوزونات النيوترونات لذلك فان تعامله يعتمد على العدد الكلي للبوزونات حيث ان  $(N=N_{\pi}+N_{\nu})$ .

ان انحلال المستويات النووية المتهيبة يؤدي الى انبعاث اشعة كاما الكهرومغناطيسية وحسب قواعد الانتقاء للبرم النووي والتماثل يتحدد نوع الاشعاع المنبعث فيما اذا كان متعدد قطب كهربائي او متعدد قطب مغناطيسي او خليط من كليهما. ونظرا لاهمية نسب الخلط (Delta Mixing Ratios) لسيده الانتقالات الكامية في وصف سلوك التركيب النووي للنظائر فقد تمت دراستها من قبل علماء كثيرين (13-10) ولكن الاختلاف في الدراسة كان في تحديد الاشارة لنسب الخلط فيما اذا كان الاشعاع منبعث او ممتص، كما ان اشارة نسب الخلط  $\delta(E2/M1)$  تتغير من نواة الى اخرى ومن مستوي الى اخر في النواة نفسها وذلك لاعتماد اشارة  $\delta$  على اشارة المصفوفة المختزلة للانتقالين الكهربائي رباعي القطب (E2) والمغناطيسي ثنائي القطب (M1).

## الجزء النظري

مؤثر دالة هاملتون في المناطق الانتقالية

### Hamiltonian Operator in a Transitional Regions

المنطقة الانتقالية  $O(6) \rightarrow SU(3)$

#### Transitional Region $O(6) \rightarrow SU(3)$

يمكن كتابة مؤثر دالة هاملتون في المنطقة الانتقالية للتناظرين  $O(6) \rightarrow SU(3)$  بالشكل

التالي (14):

$$H = \alpha_0 P^+ \cdot P + \alpha_2 Q \cdot Q \quad \dots (1)$$

حل المعادلة اعلاه يعتمد على النسبة  $(\alpha_0/\alpha_2)$  فعندما تكون النسبة كبيرة فان الحد  $\alpha_0 P^+ . P$  الذي يعود الى حدود التناظر الديناميكي  $O(6)$  هو السائد بينما يكون الحد  $\alpha_2 Q . Q$  الذي يعود الى التناظر الديناميكي  $SU(3)$  هو السائد عندما تكون النسبة صغيرة.

### المنطقة الانتقالية $SU(3) \rightarrow U(5)$

#### Transitional Region $SU(3) \rightarrow U(5)$

ان مؤثر دالة هاملتون في هذه المنطقة الانتقالية يمكن كتابته بالشكل التالي<sup>(١٥٣)</sup>:

$$H = \epsilon n_d + \alpha_1 I . I + \alpha_2 Q . Q \quad \dots (2)$$

ويعتمد حل هذه المعادلة على النسبة  $(\epsilon/\alpha_2)$  فعندما تكون النسبة كبيرة فانها تعود الى حدود التناظر الديناميكي  $U(5)$  وان حد الطاقة  $\epsilon n_d$  هو السائد وتكون النسبة اعلاه صغيرة عنما يكون الحد  $\alpha_2 Q . Q$  هو السائد والذي يعود الى حدود التناظر الديناميكي الدوراني  $SU(3)$ .

### المنطقة الانتقالية $O(6) \rightarrow U(5)$

#### Transitional Region $O(6) \rightarrow U(5)$

تكتب المعادلة العامة لمؤثر دالة هاملتون في المنطقة الانتقالية لهذين التناظرين بالشكل

التالي<sup>(١٦٣)</sup>:

$$H = \epsilon n_d + \alpha_0 P^+ . P + \alpha_1 I . I \quad \dots (3)$$

وعتمد حلها على النسبة  $(\epsilon/\alpha_0)$  فعندما تكون هذه لانسبة كبيرة فان التناظر الديناميكي  $U(5)$  يكون هو السائد وعندما تكون النسبة صغيرة فان التناظر الديناميكي  $O(6)$  هو السائد.

### نسب الخلط $\delta(E2/M1)$

#### Delta Mixing Ratios $\delta(E2/M1)$

ان نسب الخلط  $\delta(E2/M1)$  تحدث بين مستويات الطاقة في النواة عندما يكون الانتقال من المستوى الابتدائي  $(I_i)$  الى المستوى النهائي  $(I_f)$  وبتمثل  $\pi_i$  و  $\pi_f$  على التوالي، وان  $(\delta^2)$  يمكن تعريفه من خلال احتمالية الانتقال المختزل كما في المعادلة التالية<sup>(١٨،١٧)</sup>:

$$\delta^2(E2/M1; I_i - I_f) = \frac{\text{No. of E2 transitions } s^{-1}}{\text{No. of M1 transitions } s^{-1}} \quad \dots (4)$$

$$= \frac{3}{100} q^2 \frac{B(E2; I_i - I_f)(eb)^2}{B(M1; I_i - I_f)(\mu N)^2} \quad \dots (5)$$

$$= \frac{3}{100} q^2 \frac{\langle I_f || T^{(E2)} || I_i \rangle^2}{\langle I_f || T^{(M1)} || I_i \rangle^2} \quad \dots (6)$$

حيث ان

(Photon wave Number) للفوتون  $q=E\gamma/hc$  تمثل العدد الموجي للفوتون

$$\delta(E2/M1: I_i - I_f) = 0.835 E_\gamma (\text{MeV}) \frac{\langle I_f \| T^{(E2)} \| I_i \rangle (\text{eb})}{\langle I_f \| T^{(M1)} \| I_i \rangle (\mu\text{N})} \dots (7)$$

والنسبة بين عناصر المصفوفة المختزلة للانتقال الكهربائي رباعي القطب والانتقال المغناطيسي ثنائي القطب يمثل نسبة الخلط المختزلة (Reduced Mixing Ratios) ويمكن كتابتها بالشكل الاتي<sup>(٢)</sup>:

$$\Delta(E2/M1: I_i - I_f) = \frac{\langle I_f \| T^{(E2)} \| I_i \rangle (\text{eb})}{\langle I_f \| T^{(M1)} \| I_i \rangle (\mu\text{N})} \dots (8)$$

حيث استخدمت الاشارة الموجبة للجذر التربيعي<sup>(١٧)</sup> وان نسب الخلط التي تم تعريفها كانت بشكل عناصر مصفوفة الانبعاث المختزلة (Emission Reduced Mixing Elements)

### قواعد الانتقاء Selection Rules

ان عملية انتقال اشعة كاما بين مستويات الطاقة المتهیجة تخضع لقواعد انتقاء محددة لذلك فان شروط الانبعاث متعدد الاقطاب التي يمكن حدوث انتقاله بين الزخم الزاوي للحالة الابتدائية  $I_i$  والزمخ الزاوي للحالة النهائية  $I_f$  يجب ان تخضع للعلاقة الاتية:

$$I_i - I_f = L \dots (9)$$

حيث ان قيم  $L$  التي نحقق هذه العلاقة هي  $|I_i - I_f| \leq L \leq |I_i + I_f|$

ولتحديد نوع الاشعاع المنبعث كهربائيا كان ام مغناطيسيا فيتم ذلك بواسطة تحديد التماثل (Parity) للمستوى الابتدائي والنهائي حيث ان<sup>(١٩)</sup>

$$\pi(E) = \pi_i \times \pi_f = (-1)^L$$

$$\pi(M) = \pi_i \times \pi_f = (-1)^{L+1}$$

وطبقا لقواعد التماثل (Parity Rules) فان الاشعاع المتعدد القطب الكهربائي ذو المرتبة  $(L)$  يكون معكوس نسبة الى اشعاع مغناطيسي له نفس متعدد القطبية  $(L)$ <sup>(٢٠،١٩)</sup> ولهذا فان الاشعاع متعدد القطب  $(EL)$ ،  $(ML)$  ذو التماثل الزوجي الموجب يكون:

$$E1, M2, E3, M4 \dots (\text{أي يوجد تغيير في التماثل}) \dots$$

ومن قواعد التماثل المرتبطة بقواعد الانتقاء يتبين بان الانتقالات المتعددة الاقطاب الاكثر حدوثا هي من نوع  $E(L+1), E(L), M(L+1), M(L)$  لذا فان الانتقالات الكامية بين مستويين لهما  $I_i = I_f = 0$  غير مسموح بها لان الفوتون المنبعث يحتاج على الاقل الى وحدة واحدة من الزخم الزاوي  $(I=h)$ <sup>(٢١)</sup> وحسب قواعد الانتقاء للزمخ الزاوي والتماثل فان الانتقالات  $(M1)$  المصاحبة الى انتقالات  $(E2)$  هي السائدة اكثر من انتقالات  $(E2)$  المصاحبة الى انتقالات  $(M1)$ .

### الانتقالات الكهرومغناطيسية وعناصر المصفوفة المختزلة

#### Electromagnetic Transitions and Reduced Matrix Elements

ان مؤثر الانبعاث الكامي  $T_{LM}^{(\pi)}$  لمتعدد القطب الكهرومغناطيسي حيث  $(\pi=E)$  متعدد القطب الكهربائي و  $(\pi=M)$  متعدد القطب المغناطيسي هو  $J_N A_{LM}^{(\pi)}$  حيث  $J_N$  يمثل مؤثر التيار النووي (Nuclear Current Operator) وان  $A_{LM}^{(\pi)}$  يمثل مجال متعدد القطب الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Multipole field) ويعتبر مهما لتعريف نسب الخلط<sup>(٢٢)</sup>:

$$A_{LM}^{(E)}(K, r) = \frac{i^L \nabla \times L}{K[L(L+1)]^{1/2}} j_L(Kr) Y_{LM}(r) \quad \dots(10)$$

$$A_{LM}^{(M)}(K, r) = \frac{i^L L}{K[L(L+1)]^{1/2}} j_L(Kr) Y_{LM}(r) \quad \dots(11)$$

حيث  $j_L(Kr)$  تمثل دالة بزل الكروية (Spherical Bessel Function) و  $K$  يمثل طاقة الانتقال و  $Y_{LM}$  التوافق الكروي (Spherical Harmonics) والمعادلة (١٠) و (١١) تحقق العلاقة الاتية<sup>(٢٣)</sup>:

$$A_{LM}^{(\pi)*} = (-1)^{L-M+1} A_{L-M}^{(\pi)}$$

وان عناصر مصفوفة الانبعاث الكامي المختزلة (Reduced Matrix Elements) يمكن تعريفها بالصيغ التالية<sup>(٢٣)</sup>:

$$\langle I_f m_f | j_N A_{LM}^{(\pi)*} | I_i m_i \rangle = (-1)^{L-M+1} \langle I_f m_f | j_N A_{L-M}^{(\pi)} | I_i m_i \rangle \quad \dots(12)$$

$$\langle I_f m_f | j_N A_{LM}^{(\pi)*} | I_i m_i \rangle = (-1)^{L-M+1} \begin{pmatrix} I_f & L & I_i \\ -m_f & -M & m_i \end{pmatrix} \langle I_f || j_N A_{L-M}^{(\pi)} || I_i \rangle$$

$$\langle I_f m_f | j_N A_{LM}^{(\pi)*} | I_i m_i \rangle = (-1)^{L-M+1} (-1)^{I_f - m_f} \begin{pmatrix} I_f & L & I_i \\ -m_f & -M & m_i \end{pmatrix} \langle I_f || j_N A_{L-M}^{(\pi)} || I_i \rangle \quad \dots(13)$$

حيث ان  $\begin{pmatrix} I_f & L & I_i \\ -m_f & -M & m_i \end{pmatrix}$  تمثل (Wigner 3j Symbol) ويلاحظ ان المستوي الابتدائي للانقفا

يكتب دائما على الجهة اليمنى من المصفوفة وان المعادلتين (١) و (١٢) تشير الى الانبعاث الكهرومغناطيسي حيث ان  $E_i > E_f$  وان عناصر المصفوفة المختزلة الحقيقية تشير الى عناصر مصفوفة متعددة القطب المختزلة (Reduced Multipole Matrix Elements)<sup>(٢٤,١٨)</sup> حيث ان:



$$\langle I_f \| j_N A_L^{(E)} \| I_i \rangle = \frac{K^L}{(2L+1)!!} \left( \frac{L+1}{L} \right)^{1/2} \langle I_f \| i^{L-1} M(EL) \| I_i \rangle BM \dots (14)$$

$$\langle I_f \| j_N A_L^{(M)} \| I_i \rangle = \frac{-K^L}{(2L+1)!!} \left( \frac{L+1}{L} \right)^{1/2} \langle I_f \| i^{L-1} M(ML) \| I_i \rangle BM \dots (15)$$

$$\delta(\gamma) = \frac{\langle I_f \| j_N A_L^{(\pi^*)} \| I_f \rangle}{\langle I_f \| j_N A_L^{(\pi)} \| I_i \rangle} = \frac{\sqrt{3}}{10} K \frac{\langle I_f \| T^{(E2)} \| I_i \rangle}{\langle I_f \| T^{(E2)} \| I_i \rangle} \dots (16)$$

$$\frac{E\gamma}{\hbar c} = q = K \text{ حيث}$$

## النتائج والمناقشة

### نسب الخلط $\delta(E2/M1)$

بعد ان تم حساب عناصر المصفوفة المختزلة للانتقال الكهربائي رباعي القطب  $\langle I_f \| T^{(E2)} \| I_i \rangle$  وعناصر المصفوفة المختزلة للانتقال المغناطيسي ثنائي القطب  $\langle I_f \| T^{(E2)} \| I_i \rangle$ . قمنا بحساب نسب الخلط  $\delta(E2/M1)$  ونسب الخلط المختزلة  $\Delta(E2/M1)$  وذلك بالاعتماد على المعادلتين (٧) و (٨) ومقارنتها مع القيم العملية المتوفرة للانتقالات الكامية المختلفة ولجميع نظائر البلاتينيوم Pt(A=180-198) الزوجية-زوجية، زيادة على حساب تعدد القطبية للانتقالات الكهرومغناطيسية (Multipolarity Electromagnetic Transitions) للانتقالين (E2 و M1) كونها اهم انتقالين مغناطيسيين، بغض النظر عن تعدد القطبية للانتقال الكهربائي احادي القطب (E0) المحسوبة عمليا<sup>(٢٥)</sup>.

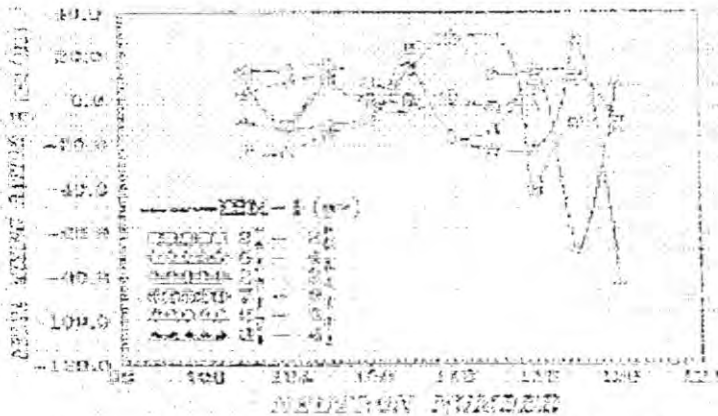
الجداول (١-١٢) تبين نسب الخلط ونسب الخلط المختزلة وتعدد القطبية للانتقالين (E2 و M1) وقد تمت اضافة قطبية الانتقال (E0) بناء على قواعد الانتقاء في الفقرة (٢-٣). لقد تمت مقارنة النتائج الحالية مع النتائج العملية وهذا ما يظهر في الجداول (٧-١١) والتي كانت متوافقة في اغلبها. اما الجداول (١-٦، ١٢) فهي تخلص من المقارنة مع النتائج العملية وذلك لعدم تمكننا من ايجادها في الادبيات الخاصة بالموضوع.

الشكل (١) يوضح علاقة نسب الخلط  $\delta(E2/M1)$  كدالة لعدد النيوترونات لنظائر Pt(N=102-120) لعدد من الانتقالات الكامية النظرية (pw)( $2_2^- - 2_4^-$ ) و ( $5_1^- - 4_1^-$ ) و ( $2_3^+ - 2_1^+$ ) و ( $7_1^+ - 8_1^+$ ) و ( $6_3^+ - 6_1^+$ ) فقط لعدم توفر القيم العملية. نلاحظ ان قيم نسب الخلط للانتقالات اعلاه للنظائر ذات الاعداد النيوترونية Pt(N=102-114) تكون اقل من قيمها للنظائر ذات الاعداد النيوترونية Pt(N=116-120) هذا يعني ان عناصر المصفوفة المختزلة للانبعاثات كهربائية رباعي القطب للاعداد النيوترونية Pt(102-114) تكون ذات قيم قليلة. اما النظائر ذات الاعداد النيوترونية Pt(116-120) فنجد ان قيم نسب الخلط لها تكون اكبر وذلك لزيادة قيم عناصر المصفوفة المختزلة للانبعاثات الكهربائية رباعي القطب.

الشكل (٢) يبين علاقة نسب الخلط المختزلة وطاقة الانتقالات الكامية  $E\gamma(\text{MeV})$  للانتقالات  $(\gamma-\gamma)$ ,  $(\beta-g)$ ,  $(\gamma-g)$  على الترتيب وللقيم النظرية فقط.

والشكل (٣) توضح علاقة نسب الخلط  $\delta(E2/M1)$  كدالة لعناصر المصفوفة المختزلة لمؤثر الانتقال الكهربائي رباعي القطب  $\langle I_f || T^{(E2)} || I_i \rangle$  لنظائر Pt(A-180-198). حيث يبين الشكلان (٣،٢) هذه الانتقالات  $(\beta-g)$  و  $(\gamma-g)$  ومنهما نلاحظ ان نسبة الخلط تزداد مع زيادة عناصر المصفوفة المختزلة لمؤثر الانتقال الكهربائي رباعي القطب وهذا يتفق مع المعادلة (٧). اما الشكل (٢) فيبين العلاقة ذاتها للانتقالات  $(\gamma-\gamma)$ ، ونجد ان نسبة الخلط تبدأ بالانخفاض مع زيادة عناصر المصفوفة المختزلة لمؤثر الانتقال الكهربائي رباعي القطب.

اما الشكل (٤) فيوضح علاقة نسب الخلط كدالة لعناصر المصفوفة المختزلة للانتقال المغناطيسية ثنائية القطب  $\langle I_f || T^{(M1)} || I_i \rangle$  النظرية (pw) فقط لنظائر Pt (A=180-198) لعدم توفر لقيء العملية. حيث يمثل الشكل (4A) العلاقة اعلاه للانتقالات الكامية  $(\beta-g)$ . ونلاحظ من الشكل ان قيم نسب الخلط تزداد مع زيادة قيم عناصر المصفوفة المختزلة للانتقالات المغناطيسية ثنائية القطب. اما الشكل (4B,C) يوضح العلاقة ذاتها للانتقالات  $(\gamma-g)$  و  $(\gamma-\gamma)$  ونجد ان نسبة الخلط تقل عند زيادة عناصر المصفوفة المختزلة للانتقالات المغناطيسية ثنائية القطب.



الشكل (1): تغير نسب الخلط  $\delta(E2/M1)$  كدالة لعدد النيوترونات لنظائر البلاتينيوم Pt(N=102-120).

جدول (1) نتائج حسابات نموذج IBM-1 للنواة الزوجية زوجية نظائر البلاتين (Pt) A=180-198 باستخدام نموذج IBM-1. (SU(2) × U(6))

Spin (SU(2))	Energy (MeV)	Wavefunction (SU(2) × U(6))	Wavefunction (SU(2) × U(6))
0 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.1538	0c	0c
2 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.2623	0.1183	0.1183
0 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.2146	0c	0c
0 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.4092	0	0
2 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.5123	18.5292	18.6154
4 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.6874	0c	0c
0 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	0.2561	23.2360	23.1916
4 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.3331	0c	0c
2 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.7061	12.0949	12.2086
2 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	0.8353	0c	0c
2 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	0.2746	20.9681	21.3373
2 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	0.1211	17.5767	17.8376
2 <sup>+</sup> <sub>7</sub>	0.7571	12.1033	12.1661
4 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.2661	20.3628	20.7061
4 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	0.8188	11.0211	11.0111
0 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	1.0957	0	0
4 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	0.2195	15.0210	15.1131
4 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	1.0261	21.8760	21.2250
2 <sup>+</sup> <sub>8</sub>	0.5183	11.3329	11.6153
4 <sup>+</sup> <sub>7</sub>	0.4136	12.8319	13.1153
2 <sup>+</sup> <sub>9</sub>	0.2159	2.0414	10.4873
4 <sup>+</sup> <sub>8</sub>	0.2712	18.0103	18.2766
4 <sup>+</sup> <sub>9</sub>	0.2694	17.1886	17.2815
4 <sup>+</sup> <sub>10</sub>	0.2322	13.6234	13.6682
4 <sup>+</sup> <sub>11</sub>	0.8123	11.9328	12.2915
4 <sup>+</sup> <sub>12</sub>	0.5771	10.9636	11.1719
6 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.5151	8.1222	7.1182
6 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	1.0711	21.9501	24.3000
6 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.6812	12.7255	21.0611
6 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	1.1371	10.0209	10.2100
6 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	0.6577	11.0201	11.0217
6 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	1.2098	10.2591	10.2161
6 <sup>+</sup> <sub>7</sub>	0.2141	7.7179	7.7400
6 <sup>+</sup> <sub>8</sub>	1.0184	11.8369	12.2100
6 <sup>+</sup> <sub>9</sub>	1.0795	17.1337	17.9528
6 <sup>+</sup> <sub>10</sub>	0.4579	6.1192	11.6307
6 <sup>+</sup> <sub>11</sub>	0.6461	12.4771	12.4771
6 <sup>+</sup> <sub>12</sub>	0.6729	10.3510	10.1292

جدول (2) نتائج حسابات نموذج IBM-1 للنواة الزوجية زوجية نظائر البلاتين (Pt) A=180-198 باستخدام نموذج IBM-1. (SU(2) × U(6))

Spin (SU(2))	Energy (MeV)	Wavefunction (SU(2) × U(6))	Wavefunction (SU(2) × U(6))
2 <sup>+</sup> <sub>10</sub>	0.1600	0c	0c
4 <sup>+</sup> <sub>12</sub>	0.2409	19.3121	19.1120
0 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	0.4603	0c	0c
0 <sup>+</sup> <sub>7</sub>	0.6215	0	0
2 <sup>+</sup> <sub>11</sub>	0.3166	17.0511	16.9212
2 <sup>+</sup> <sub>12</sub>	0.6164	0c	0c
2 <sup>+</sup> <sub>13</sub>	0.1666	0c	0c
2 <sup>+</sup> <sub>14</sub>	0.3397	-11.2218	-27.3624
2 <sup>+</sup> <sub>15</sub>	0.6991	12.9211	12.8212
2 <sup>+</sup> <sub>16</sub>	0.2397	0c	0c
2 <sup>+</sup> <sub>17</sub>	0.2912	-12.6877	-25.5201
2 <sup>+</sup> <sub>18</sub>	0.4008	0.0000	0.0000
2 <sup>+</sup> <sub>19</sub>	0.8018	-21.3818	-21.1909
0 <sup>+</sup> <sub>8</sub>	0.3032	0c	0c
0 <sup>+</sup> <sub>9</sub>	0.4108	0c	0c
0 <sup>+</sup> <sub>10</sub>	0.9207	0	0
2 <sup>+</sup> <sub>20</sub>	0.4242	11.1750	11.2219
0 <sup>+</sup> <sub>11</sub>	0.6970	-11.0172	-11.7723
0 <sup>+</sup> <sub>12</sub>	0.2243	-10.9066	-10.0912
0 <sup>+</sup> <sub>13</sub>	0.5021	-12.2122	-26.0206
0 <sup>+</sup> <sub>14</sub>	0.6810	-18.0543	-11.6146
0 <sup>+</sup> <sub>15</sub>	1.0281	-11.3921	-11.0909
0 <sup>+</sup> <sub>16</sub>	0.3183	-1.5276	-13.9000
2 <sup>+</sup> <sub>21</sub>	0.5212	-0.8070	-15.6111
0 <sup>+</sup> <sub>17</sub>	0.9866	-21.2910	-21.2961
0 <sup>+</sup> <sub>18</sub>	0.5715	0.0000	0.0000
0 <sup>+</sup> <sub>19</sub>	0.9572	-18.6279	-22.7221
2 <sup>+</sup> <sub>22</sub>	0.7866	-23.4914	-23.7661
2 <sup>+</sup> <sub>23</sub>	0.5248	0.0000	0.0000
4 <sup>+</sup> <sub>13</sub>	0.7855	-18.6979	-12.7212
4 <sup>+</sup> <sub>14</sub>	1.0168	12.5233	11.1020
4 <sup>+</sup> <sub>15</sub>	0.5118	9.6471	21.2151
4 <sup>+</sup> <sub>16</sub>	1.2025	0.4280	0.4001
0 <sup>+</sup> <sub>20</sub>	0.6113	12.7126	21.1320
0 <sup>+</sup> <sub>21</sub>	0.5206	17.2122	27.1721
2 <sup>+</sup> <sub>24</sub>	0.2710	2.3953	-12.1722
6 <sup>+</sup> <sub>13</sub>	0.9311	-10.2982	-11.8815
6 <sup>+</sup> <sub>14</sub>	0.7916	15.8122	15.8116
6 <sup>+</sup> <sub>15</sub>	0.5151	0.2163	11.6151
6 <sup>+</sup> <sub>16</sub>	0.6151	11.2952	22.2111
6 <sup>+</sup> <sub>17</sub>	0.6817	21.3301	21.4151

Year	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Year	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

...

جدول (6) نسب الطاقة  $E(2/1^+)$  ونسب الطاقة المستقرة  $E(2/1^+)/E(0/1^+)$  ونسب الطاقة  $E(2/1^+)$  ونسب الطاقة المستقرة  $E(2/1^+)/E(0/1^+)$

Spin-Parity	$E(2/1^+)$ (keV)	$E(2/1^+)/E(0/1^+)$	Reference	
0 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0	0	0	
2 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	2353	0	0	
2 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.3019	-72.3197	232.9474	E2
4 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.3927	0	0	E2
4 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.4481	33.4318	90.7116	E2
6 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.1781	-2.6532	-17.3724	E2
6 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.3189	-81.2073	-712.1611	E2
6 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.4708	-13.0203	-13.2316	E2
8 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.3273	0	0	E2
8 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.6233	0	0	E2
8 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.2710	0	0	E2
8 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	0.2118	62.7256	324.5567	E2
10 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.2811	-24.2676	-104.2321	E2
10 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.5103	-24.2108	-79.5110	E2
10 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.8121	-49.5574	-71.9300	E2
10 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	0.2270	0	0	E2
10 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	0.2464	-179.9380	-715.0000	E2
10 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	0.4639	-71.3114	-136.1000	E2
12 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.6031	131.0124	261.2160	E2
12 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.9012	270.127	34.3000	E2
12 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	1.2010	0	0	E2
12 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	0.5365	37.0774	111.1177	E2
12 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	0.1013	-24.437	-104.6047	E2
12 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	0.4737	-249.7421	-261.3000	E2
12 <sup>+</sup> <sub>7</sub>	0.3380	-1.3720	-1.3000	E2
12 <sup>+</sup> <sub>8</sub>	0.7770	26.9253	70.1256	E2
14 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	1.0915	-1.0723	-1.0000	E2
14 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	1.3211	0	0	E2
14 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.2073	212.0171	431.4200	E2
14 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	1.6647	-49.2404	-46.3000	E2
14 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	0.1631	-4.1422	-21.3103	E2
14 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	0.2223	72.5867	274.1200	E2
14 <sup>+</sup> <sub>7</sub>	0.5321	12.4617	72.4111	E2
14 <sup>+</sup> <sub>8</sub>	0.1776	-16.3300	-27.4220	E2
14 <sup>+</sup> <sub>9</sub>	0.6572	1469.110	2327.1110	E2
14 <sup>+</sup> <sub>10</sub>	1.0722	0	0	E2
16 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	1.1743	0	0	E2
16 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	1.6790	0	0	E2
16 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	1.6154	0	0	E2
16 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	1.1593	-0.0322	-0.0310	E2
16 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	0.6676	-23.1043	-43.2143	E2
16 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	1.4591	-0.7470	-0.9261	E2
16 <sup>+</sup> <sub>7</sub>	0.4441	14.4152	79.4513	E2
16 <sup>+</sup> <sub>8</sub>	0.4341	-0.0326	-0.0311	E2
16 <sup>+</sup> <sub>9</sub>	1.3179	0.4241	0.3750	E2
16 <sup>+</sup> <sub>10</sub>	0.6237	23.1201	121.1015	E2
16 <sup>+</sup> <sub>11</sub>	1.4031	10.3496	30.6000	E2
16 <sup>+</sup> <sub>12</sub>	0.8367	-17.7491	-77.4500	E2
16 <sup>+</sup> <sub>13</sub>	1.4355	-2.7478	-44.2513	E2
16 <sup>+</sup> <sub>14</sub>	2.0517	1.1109	39.2511	E2
16 <sup>+</sup> <sub>15</sub>	0.4096	72.1341	01.0000	E2
16 <sup>+</sup> <sub>16</sub>	1.6174	-116.9116	-113.5000	E2
16 <sup>+</sup> <sub>17</sub>	1.1750	0.0017	0.0044	E2
16 <sup>+</sup> <sub>18</sub>	1.2513	0.0071	0.0019	E2
16 <sup>+</sup> <sub>19</sub>	1.7203	1.1173	1.2054	E2
16 <sup>+</sup> <sub>20</sub>	2.0020	0.9271	0.9100	E2
16 <sup>+</sup> <sub>21</sub>	0.9471	20.2064	21.1811	E2
16 <sup>+</sup> <sub>22</sub>	1.0166	0	0	E2
16 <sup>+</sup> <sub>23</sub>	1.2839	0.0536	0.0100	E2
16 <sup>+</sup> <sub>24</sub>	2.0583	-19.4339	-46.0000	E2
16 <sup>+</sup> <sub>25</sub>	2.3522	0	0	E2
16 <sup>+</sup> <sub>26</sub>	0.9700	8.7463	70.2111	E2
16 <sup>+</sup> <sub>27</sub>	0.9881	10.1793	24.8000	E2
16 <sup>+</sup> <sub>28</sub>	0.6573	-15.1132	-105.0174	E2

جدول (7) نسب الطاقة  $E(2/1^+)$  ونسب الطاقة المستقرة  $E(2/1^+)/E(0/1^+)$  ونسب الطاقة  $E(2/1^+)$  ونسب الطاقة المستقرة  $E(2/1^+)/E(0/1^+)$

Spin-Parity	$E(2/1^+)$ (keV)	$E(2/1^+)/E(0/1^+)$	Reference	
0 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0	0	0	
2 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.2658	0	0	
2 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.3100	59.19130	148.2115	E2
4 <sup>+</sup> <sub>1</sub>	0.6039	0	0	E2
4 <sup>+</sup> <sub>2</sub>	0.4032	-23.6241	-73.9370	E2
4 <sup>+</sup> <sub>3</sub>	0.3228	0	0	E2
4 <sup>+</sup> <sub>4</sub>	0.9483	0	0	E2
4 <sup>+</sup> <sub>5</sub>	0.3207	23.2038	31.0172	E2
4 <sup>+</sup> <sub>6</sub>	0.4704	-11.5293	-12.0130	E2
4 <sup>+</sup> <sub>7</sub>	0.1428	-43.0281	-114.9000	E2
4 <sup>+</sup> <sub>8</sub>	0.4130	-45.4104	-131.4220	E2
4 <sup>+</sup> <sub>9</sub>	0.4002	-21.1641	-82.8133	E2
4 <sup>+</sup> <sub>10</sub>	0.4303	-43.8646	-94.8133	E2
4 <sup>+</sup> <sub>11</sub>	0.3101	0	0	E2
4 <sup>+</sup> <sub>12</sub>	0.4432	-22.0400	-92.3000	E2
4 <sup>+</sup> <sub>13</sub>	0.4900	-21.6457	-72.9000	E2
4 <sup>+</sup> <sub>14</sub>	1.1146	0	0	E2
4 <sup>+</sup> <sub>15</sub>	0.3115	40.1100	37.5400	E2
4 <sup>+</sup> <sub>16</sub>	1.2749	0	0	E2
4 <sup>+</sup> <sub>17</sub>	0.2100	149.7189	477.0000	E2
4 <sup>+</sup> <sub>18</sub>	0.4443	-11.2404	-21.0000	E2
4 <sup>+</sup> <sub>19</sub>	0.7064	15.1127	32.2100	E2
4 <sup>+</sup> <sub>20</sub>	1.0481	52.4216	60.0000	E2
4 <sup>+</sup> <sub>21</sub>	1.1130	0	0	E2
4 <sup>+</sup> <sub>22</sub>	0.2232	4.9592	21.3572	E2
4 <sup>+</sup> <sub>23</sub>	0.5197	-30.1420	-249.1278	E2
4 <sup>+</sup> <sub>24</sub>	0.3073	26.1108	42.1000	E2
4 <sup>+</sup> <sub>25</sub>	0.2321	-14.7741	-32.3101	E2
4 <sup>+</sup> <sub>26</sub>	0.9137	441.2100	3170.2331	E2
4 <sup>+</sup> <sub>27</sub>	1.2104	-9.2730	-4.8213	E2
4 <sup>+</sup> <sub>28</sub>	0.6940	146.0000	609.4100	E2
4 <sup>+</sup> <sub>29</sub>	0.9591	2.6012	1.6016	E2
4 <sup>+</sup> <sub>30</sub>	1.3173	-0.0061	-0.4120	E2
4 <sup>+</sup> <sub>31</sub>	0.4515	-17.0284	-48.1719	E2
4 <sup>+</sup> <sub>32</sub>	1.1140	0.1216	0.1003	E2
4 <sup>+</sup> <sub>33</sub>	1.2031	-1.0730	-1.4400	E2
4 <sup>+</sup> <sub>34</sub>	1.5103	0.1897	0.1304	E2
4 <sup>+</sup> <sub>35</sub>	0.2794	70.2121	37.7211	E2
4 <sup>+</sup> <sub>36</sub>	1.2396	0.0711	0.0713	E2
4 <sup>+</sup> <sub>37</sub>	0.4268	33.2107	143.8012	E2
4 <sup>+</sup> <sub>38</sub>	1.2032	1.3193	1.2100	E2
4 <sup>+</sup> <sub>39</sub>	1.2101	-0.9228	-0.2074	E2
4 <sup>+</sup> <sub>40</sub>	1.2383	-0.1312	-0.3111	E2
4 <sup>+</sup> <sub>41</sub>	0.8310	-1.0221	-1.4000	E2
4 <sup>+</sup> <sub>42</sub>	0.9126	87.4173	-124.2331	E2
4 <sup>+</sup> <sub>43</sub>	0.2362	-0.3073	-1.3194	E2
4 <sup>+</sup> <sub>44</sub>	0.4640	0.2339	24.8400	E2
4 <sup>+</sup> <sub>45</sub>	1.0943	0.0123	-0.0112	E2
4 <sup>+</sup> <sub>46</sub>	0.4000	2.0516	2.9558	E2
4 <sup>+</sup> <sub>47</sub>	1.4022	-2.0041	-3.0000	E2

جدول (7) : نسب فلكية  $K(E2/E1)$  ونسب قطب الاختلاف  $d(E2/E1)$  ونسب قطبية ومقارنتها مع القيم المعيارية للتغير من 1911 حتى الآن من القطب الاكبر  $O(6)-SU(3)$ .

Spin	$K(E2/E1)$	$d(E2/E1)$	$K(E2/E1)$	$d(E2/E1)$	Reference	Reference
2 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.3145	6.5000 (20) 8.5000 (22) 7.7000 (23) 6.5000 (24) 10.0000 (25) 9.1000 (26) 8.0000 (27)	0.60	0.60	[20]	[20]
2 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.1950	13.0000 (28) 13.0000 (29) 6.0000 (30) 1.0000 (31) 1.0000 (32) 1.0000 (33) 1.0000 (34) 1.0000 (35)	-27.9148	-110.5229	[28]	[28]
2 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.6125	10.0000 (36)	0.60	0.60	[36]	[36]
2 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.4681	10.0000 (37)	10.0000	10.0000	[37]	[37]
2 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.1381	10.0000 (38)	-2.6278	-32.4034	[38]	[38]
3 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.2034	11.0000 (39) 11.0000 (40) 9.0000 (41) 6.0000 (42) 7.0000 (43) 1.0000 (44) 4.0000 (45) 1.0000 (46) 1.0000 (47) 1.0000 (48)	13.4241	52.1683	[39]	[39]
3 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.6944	13.0000 (49) 13.0000 (50) 13.0000 (51) 13.0000 (52) 13.0000 (53) 13.0000 (54) 13.0000 (55) 13.0000 (56) 13.0000 (57) 13.0000 (58)	-19.9299	-39.2672	[49]	[49]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.9957	13.0000 (59)	0.60	0.60	[59]	[59]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.8282	13.0000 (60)	0.60	0.60	[60]	[60]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.1974	13.0000 (61)	0.60	0.60	[61]	[61]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.2882	13.0000 (62)	28.0238	119.7823	[62]	[62]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.4163	13.0000 (63) 13.0000 (64) 13.0000 (65) 13.0000 (66)	23.5517	82.8832	[63]	[63]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.3426	13.0000 (67)	-21.1811	-83.1093	[67]	[67]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.8816	13.0000 (68)	13.0000	13.0000	[68]	[68]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.6197	13.0000 (69)	4.8215	14.6587	[69]	[69]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.2458	13.0000 (70)	0.60	0.60	[70]	[70]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.3181	13.0000 (71)	-23.7369	-74.7920	[71]	[71]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.8261	13.0000 (72)	-49.0187	-78.0532	[72]	[72]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.1221	13.0000 (73)	11.7039	13.5374	[73]	[73]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.1390	13.0000 (74)	0.60	0.60	[74]	[74]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.1650	13.0000 (75)	4.3111	-14.6918	[75]	[75]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.2945	13.0000 (76)	-1.3012	-21.6692	[76]	[76]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.5010	13.0000 (77)	16.6718	55.4620	[77]	[77]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.6957	13.0000 (78)	-23.0714	-39.6444	[78]	[78]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.6554	13.0000 (79)	0.60	0.60	[79]	[79]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.2221	13.0000 (80)	0.60	0.60	[80]	[80]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.5130	13.0000 (81)	0.60	0.60	[81]	[81]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.1811	13.0000 (82)	0.60	0.60	[82]	[82]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.6334	13.0000 (83)	31.7090	34.1658	[83]	[83]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.9028	13.0000 (84)	28.4515	38.9747	[84]	[84]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.1395	13.0000 (85)	3.8464	2.5099	[85]	[85]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.2781	13.0000 (86)	0.60	0.60	[86]	[86]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.0044	13.0000 (87)	0.60	0.60	[87]	[87]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	1.0081	13.0000 (88)	0.60	0.60	[88]	[88]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.1670	13.0000 (89)	0.60	0.60	[89]	[89]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.7641	13.0000 (90)	35.9345	31.8162	[90]	[90]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.1189	13.0000 (91)	119.0187	100.0111	[91]	[91]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.9931	13.0000 (92)	11.0000	11.0000	[92]	[92]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	1.0033	13.0000 (93)	-10.7203	-11.1670	[93]	[93]

جدول (7) (مستمر)

Spin	$K(E2/E1)$	$d(E2/E1)$	$K(E2/E1)$	$d(E2/E1)$	Reference	Reference
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.2745	13.0000 (94)	7.4016	4.8082	[94]	[94]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.7345	13.0000 (95)	-7.3051	-9.8987	[95]	[95]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.1302	13.0000 (96)	0.60	0.60	[96]	[96]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.7810	13.0000 (97)	8.7841	5.8672	[97]	[97]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	2.0590	13.0000 (98)	8.2053	1.0020	[98]	[98]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	2.1754	13.0000 (99)	0.60	0.60	[99]	[99]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	1.1549	13.0000 (100)	-24.2001	-22.5775	[100]	[100]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.9155	13.0000 (101)	13.7574	3.8118	[101]	[101]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.9083	13.0000 (102)	60.7521	-80.7084	[102]	[102]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	1.2916	13.0000 (103)	13.2838	14.4912	[103]	[103]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.7887	13.0000 (104)	-4.8841	-4.5200	[104]	[104]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.9236	13.0000 (105)	-87.5811	-81.8122	[105]	[105]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.3788	13.0000 (106)	60.1721	-30.0122	[106]	[106]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	0.7896	13.0000 (107)	-41.0335	-32.1873	[107]	[107]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.4115	13.0000 (108)	22.4513	2.7117	[108]	[108]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	1.1882	13.0000 (109)	5.4485	-3.0921	[109]	[109]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.3111	13.0000 (110)	0.60	0.60	[110]	[110]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	1.3312	13.0000 (111)	0.60	0.60	[111]	[111]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	2.7118	13.0000 (112)	0.60	0.60	[112]	[112]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	1.6016	13.0000 (113)	-22.3770	-17.6018	[113]	[113]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.4841	13.0000 (114)	27.0721	20.3228	[114]	[114]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.7201	13.0000 (115)	-1.6262	-22.3961	[115]	[115]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.9712	13.0000 (116)	1.4015	1.8181	[116]	[116]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.0184	13.0000 (117)	0.60	0.60	[117]	[117]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.3211	13.0000 (118)	-44.4170	-38.0000	[118]	[118]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.2171	13.0000 (119)	11.2090	72.5000	[119]	[119]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.1490	13.0000 (120)	0.60	0.60	[120]	[120]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	2.0171	13.0000 (121)	0.60	0.60	[121]	[121]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	2.2371	13.0000 (122)	0.60	0.60	[122]	[122]
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.9137	13.0000 (123)	0.60	0.60	[123]	[123]
4 <sup>+</sup> -4 <sup>+</sup>	1.2971	13.0000 (124)	-11.1181	-10.2656	[124]	[124]
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.9172	13.0000 (125)	36.0811	-27.1111	[125]	[125]



جدول (9) : قيم التفاضل  $E_1(A_{11})$  وقيمة القيمة المتوقعة  $E_1(A_{11})$  وبتقدير الخطأ  $\Delta E_1(A_{11})$

تجدول (9)

Sample Size (n)	$E_1(A_{11})$	$\Delta E_1(A_{11})$	$E_1(A_{11})$	$\Delta E_1(A_{11})$	$E_1(A_{11})$	$\Delta E_1(A_{11})$
20	0.1284					
25	0.2385	10.0000 (1.33)	-14.7256	-69.0268		
30	0.6120					
35	0.1122		2.5458	1.8622		
40	0.4928	25.0000 (1.33)	32.2244	80.0269		
45	0.1114		-3.0115	-3.0115		
50	0.2927		33.1202	33.1202		
55	0.1512	40.0000 (1.33)	-4.5320	-11.2289		
60	0.1123		14.0223	14.0223		
65	0.6076		-183.2208	-183.2208		
70	0.6432		-12.0214	-12.0214		
75	0.0187					
80	1.2672		0	0		
85	0.6024		30.2102	30.2102		
90	0.8172					
95	1.1097					
100	1.2592					
105	0.6170		-2.1435	-2.1435		
110	0.2091		14.4226	14.4226		
115	0.5758		18.0263	18.0263		
120	0.2512		-1.2390	-1.2390		
125	0.8118					
130	0.5832		12.8510	12.8510		
135	0.2007		19.1107	19.1107		
140	0.8900		12.2858	12.2858		
145	1.1315	0.5000 (1.33)	10.1710	10.1710		
150	1.2100					
155	0.5111					
160	1.2124					
165	1.3272					
170	1.6095		0.6791	0.6791		
175	1.0612		-0.3121	-1.0147		
180	1.4627		0.00	0.00		
185	1.2192		0.00	0.00		
190	0.4032		0	0		
195	0.6878		41.4563	110.6472		
200	1.2250		30.0912	32.8766		
205	1.2340		2.80011481	0.99001101		
210	1.1224		0.00	0.00		
215	4.1023		0	0		
220	1.1510		122.1423	122.1423		
225	1.4816		1.1221	1.7328		
230	1.2100		1.868118	1.011110		
235	1.6100		-0.121223	-710.9000		
240	2.0960		-184.2212	-184.2212		
245	0.2130		0	0		
250	2.3510		0	0		
255	0.8820		-0.001241	-3220.1011		
260	1.5070		-142.8104	-111.2284		
265	3.1520		-0.2311	-80.0000		
270	1.8555		4.85211014	2.89011014		
275	2.3325		-2.99211214	-0.80011214		
280	1.2180		-20.0181	-38.6512		
285	1.8110		0.81421827	0.02221810		
290	0.5240		-12.0724	-42.2242		
295	1.4200		142.2860	120.0000		
300	2.0270		18811014	-112221012		
305	2.1740		0.1691	0.1691		
310	2.5130		0.00221102	0.00021102		
315	0.6600		-6.7415	12.2211		
320	0.2200		22611011	312411011		
325	0.7130		11.6257	11.6257		

Sample Size (n)	$E_1(A_{11})$	$\Delta E_1(A_{11})$	$E_1(A_{11})$	$\Delta E_1(A_{11})$	$E_1(A_{11})$	$\Delta E_1(A_{11})$
20	0.1284					
25	0.2385					
30	0.6120					
35	0.1122					
40	0.4928					
45	0.1114					
50	0.2927					
55	0.1512					
60	0.1123					
65	0.6076					
70	0.6432					
75	0.0187					
80	1.2672					
85	0.6024					
90	0.8172					
95	1.1097					
100	1.2592					
105	0.6170					
110	0.2091					
115	0.5758					
120	0.2512					
125	0.8118					
130	0.5832					
135	0.2007					
140	0.8900					
145	1.1315					
150	1.2100					
155	0.5111					
160	1.2124					
165	1.3272					
170	1.6095					
175	1.0612					
180	1.4627					
185	1.2192					
190	0.4032					
195	0.6878					
200	1.2250					
205	1.2340					
210	1.1224					
215	4.1023					
220	1.1510					
225	1.4816					
230	1.2100					
235	1.6100					
240	2.0960					
245	0.2130					
250	2.3510					
255	0.8820					
260	1.5070					
265	3.1520					
270	1.8555					
275	2.3325					
280	1.2180					
285	1.8110					
290	0.5240					
295	1.4200					
300	2.0270					
305	2.1740					
310	2.5130					
315	0.6600					
320	0.2200					
325	0.7130					



جدول (5) : نسب الترددات  $(E(2)/E(1))$  ونسبة الترددات  $(E(3)/E(1))$  والنسبة  $(E(3)/E(2))$  والنسبة  $(E(4)/E(1))$  والنسبة  $(E(5)/E(1))$  للنظائر  $A=180-198$  من عناصر البلاتين  $(Z=78)$ .

Nucleus	Spin-Parity	Ratios				
		$E(2)/E(1)$	$E(3)/E(1)$	$E(3)/E(2)$	$E(4)/E(1)$	$E(5)/E(1)$
180Pt	0 <sup>+</sup>	0.3337	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
182Pt	0 <sup>+</sup>	0.3357	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
184Pt	0 <sup>+</sup>	0.3377	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
186Pt	0 <sup>+</sup>	0.3397	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
188Pt	0 <sup>+</sup>	0.3417	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
190Pt	0 <sup>+</sup>	0.3437	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
192Pt	0 <sup>+</sup>	0.3457	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
194Pt	0 <sup>+</sup>	0.3477	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
196Pt	0 <sup>+</sup>	0.3497	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
198Pt	0 <sup>+</sup>	0.3517	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102

Nucleus	Spin-Parity	Ratios				
		$E(2)/E(1)$	$E(3)/E(1)$	$E(3)/E(2)$	$E(4)/E(1)$	$E(5)/E(1)$
180Pt	0 <sup>+</sup>	0.3337	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
182Pt	0 <sup>+</sup>	0.3357	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
184Pt	0 <sup>+</sup>	0.3377	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
186Pt	0 <sup>+</sup>	0.3397	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
188Pt	0 <sup>+</sup>	0.3417	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
190Pt	0 <sup>+</sup>	0.3437	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
192Pt	0 <sup>+</sup>	0.3457	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
194Pt	0 <sup>+</sup>	0.3477	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
196Pt	0 <sup>+</sup>	0.3497	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102
198Pt	0 <sup>+</sup>	0.3517	0.7701	2.3090	0.2713	0.1102

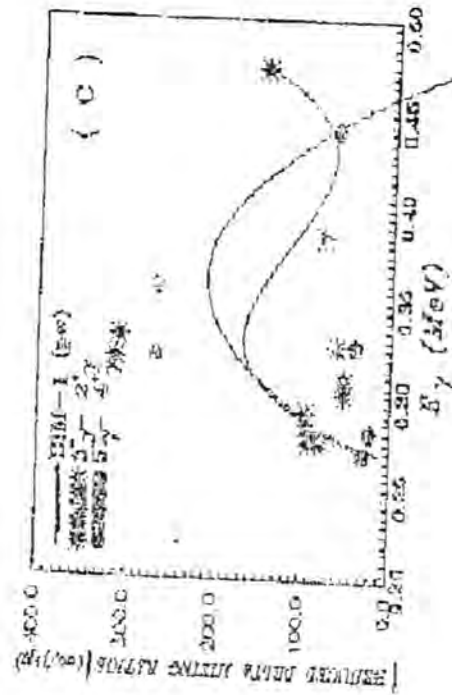
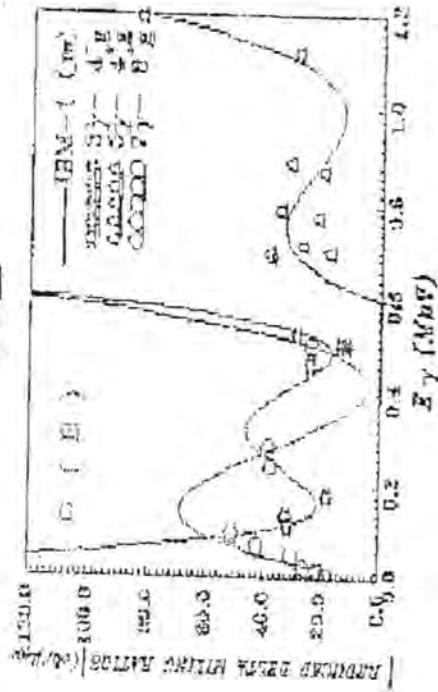
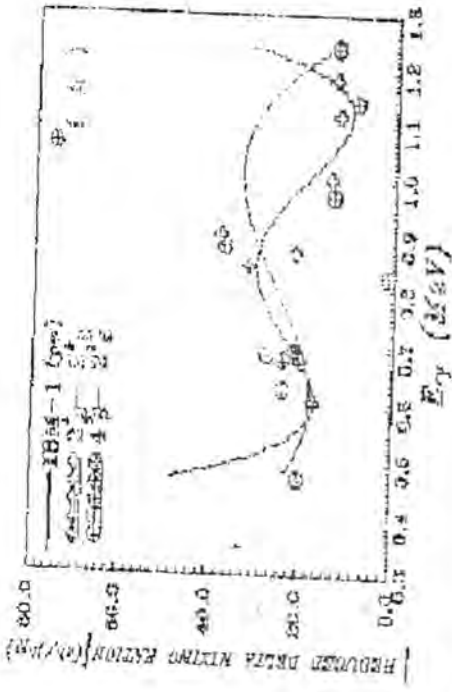
جدول (11) نسبة حثافة  $\delta(E2/A11)$  ونسبة الحثافة الموزونة  $\delta(E2/A11)$  ونسبة كثافة الجسيمات  $\delta(E2/A11)$  مع القيم الحثافية للظواهر  $\delta(E2/A11)$  عند انتشار الجسيمات في  $\delta(E2/A11)$

الظواهر $\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$
2 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	0.3517	-3.4611E-01	14.27	9.9551E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.9110	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	0.0437	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	0.5214	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.2203	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.4593	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	0.4093	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.2795	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	0.2181	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.4102	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	0.5676	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.9376	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	0.8174	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	1.0058	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	1.3815	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	0.7148	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.0170	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	1.0917	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.5529	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	0.5803	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.9188	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	1.2188	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	1.0522	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	2.0906	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	2.2244	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	2.3624	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	0.8760	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.8181	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	0.9079	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	1.3257	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	1.1211	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.4671	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	1.2221	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.8488	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
1 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	1.3211	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
1 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	2.3174	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	2.8791	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	3.1174	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	2.2177	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	0.1390	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	2.9871	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	2.3754	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	2.6832	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	2.3133	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	2.9782	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	5.1878	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	0.2210	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	2.8281	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
2 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	2.1812	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	2.2097	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	2.3605	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	4.1528	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	2.1851	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00
0 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	2.1137	-4.7011E-01	19.27	1.0000E+00	1.0000E+00

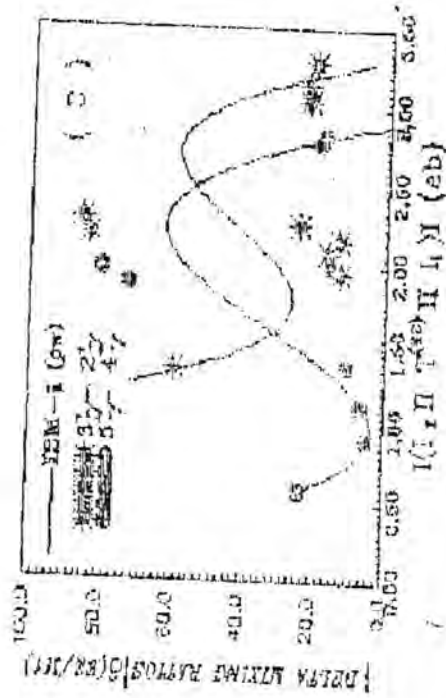
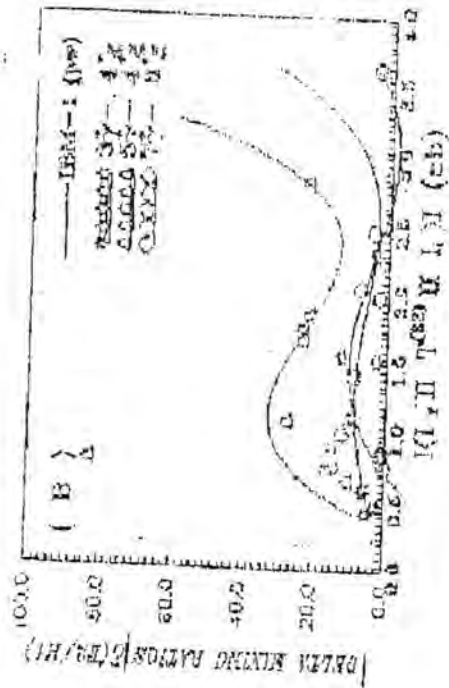
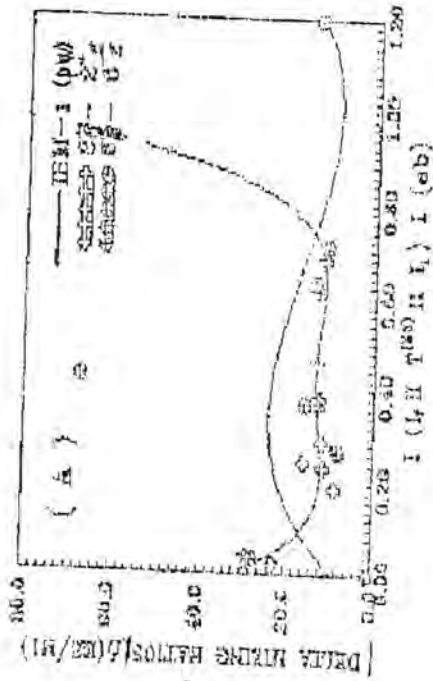
الظواهر $\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$	$\delta(E2/A11)$
2 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	0.5214	31.1588	28.6408	31.1588	31.1588
2 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	2.3115	31.1588	31.1588	31.1588	31.1588
2 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	1.4527	31.1588	31.1588	31.1588	31.1588
4 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	2.8114	31.1588	31.1588	31.1588	31.1588
4 <sup>+</sup> -0 <sup>-</sup>	1.2221	31.1588	31.1588	31.1588	31.1588
4 <sup>+</sup> -0 <sup>+</sup>	0.8262	31.1588	31.1588	31.1588	31.1588
4 <sup>+</sup> -2 <sup>+</sup>	1.8074	31.1588	31.1588	31.1588	31.1588
2 <sup>+</sup> -2 <sup>-</sup>	1.2221	31.1588	31.1588	31.1588	31.1588

جدول (12): نسب الخلل  $\delta(E2/M1)$  ونسب الخلل المختزلة  $\Delta(E2/M1)$  ونسب التذبذب  $\beta(E2/M1)$  عند التناظر الديناميكي O(6)-SU(3)-U(5) ومقارنتها مع القيم العلية للتظير Pt-198 عند التناظر الديناميكي O(6)-SU(3)-U(5)

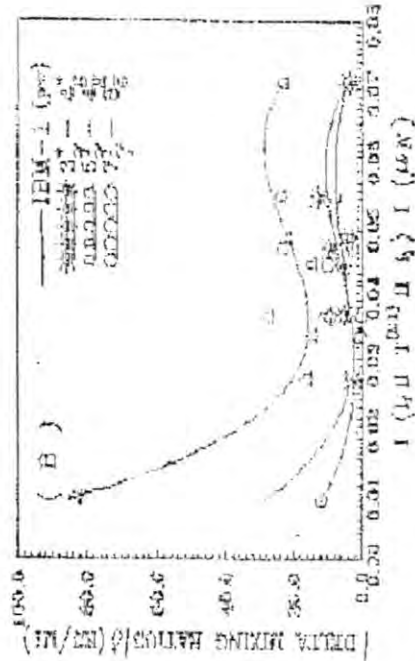
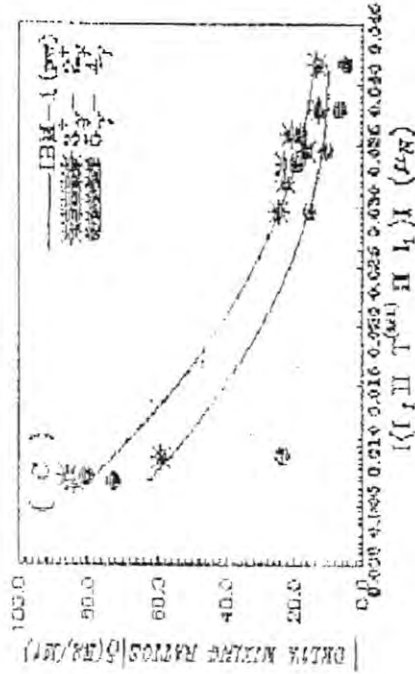
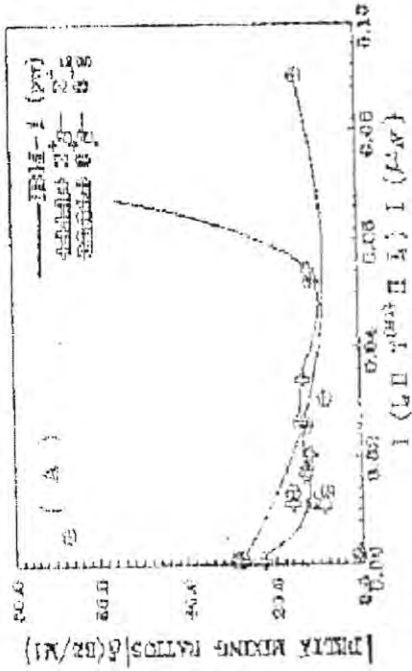
Spin Sequence	Exp. $E_x$ (MeV)	Exp. $\beta(E2/M1)$	Ref.	IBM-1 (pw)		Multipolarity (IBM-1) (pw)
				$\delta(E2/M1)$	$\Delta(E2/M1)$ (cb/μN)	
$2_1^+ - 0_1^+$	0.4072			$\infty$	$\infty$	E2
$2_2^+ - 2_1^+$	0.3674			25.8717	84.3333	E2+<1% M1+(E0)
$2_3^+ - 0_1^+$	0.7716			$\infty$	$\infty$	E2
$0_2^+ - 2_1^+$	0.5073			$\infty$	$\infty$	E2
$4_1^+ - 2_1^+$	0.5778			80.5149	166.8630	E2
$3_1^+ - 2_1^+$	0.4731			-59.1680	-149.7778	E2+<1% M1
$2_4^+ - 2_1^+$	0.5051			-104.9616	-248.8667	E2+<1% M1+(E0)
$2_5^+ - 2_1^+$	0.8725			-15.9498	-21.8929	E2+<1% M1+(E0)
$2_6^+ - 0_1^+$	1.2797			$\infty$	$\infty$	E2
$4_2^+ - 3_1^+$	0.1976			-70.0218	-424.3846	E2+<1% M1
$4_3^+ - 4_1^+$	0.4601			-14.7248	-38.3109	E2+<2.7% M1+(E0)
$4_4^+ - 2_2^+$	0.6707			173.8760	-310.4737	E2
$4_5^+ - 2_1^+$	1.0381			-170.1955	-196.3462	E2
$0_3^+ - 2_1^+$	1.0743			$\infty$	$\infty$	E2
$2_7^+ - 2_2^+$	0.5972			-10.5692	-21.1932	E2+1.8% M1+(E0)
$2_8^+ - 2_1^+$	1.3332			-0.4153	-0.4000	M1+<1% E2+(E0)
$2_9^+ - 0_1^+$	1.5810			$\infty$	$\infty$	E2
$6_1^+ - 4_1^+$	0.7283			117.2163	192.7979	E2
$2_{10}^+ - 2_2^+$	0.7818			-104.2595	-159.1000	E2+<1% M1+(E0)
$2_{11}^+ - 2_1^+$	1.5208			-108.7854	-85.6667	E2+<1% M1+(E0)
$2_{12}^+ - 0_1^+$	1.7716			$\infty$	$\infty$	E2
$3_2^+ - 2_1^+$	0.6529			5.3275	9.7722	E2+<1% M1
$4_6^+ - 2_1^+$	1.6570			-18.2293	-13.2152	E2
$5_1^+ - 4_1^+$	0.2709			-25.5680	113.0319	E2+<1% M1
$5_2^+ - 4_1^+$	0.4414			21.5844	61.9890	E2+<1% M1
$5_3^+ - 3_1^+$	0.7798			93.2221	140.1702	E2
$5_4^+ - 4_1^+$	1.1930			-83.3909	-83.7128	E2+1% M1
$3_3^+ - 3_1^+$	0.8620			$0.0003 \times 10^{-2}$	$0.0005 \times 10^{-2}$	M1+<1% E2+(E0)
$4_7^+ - 4_1^+$	1.4230			-50.5527	-42.5455	E2+0.1% M1+(E0)
$4_8^+ - 2_2^+$	2.0089			106.0975	61.2500	E2
$5_5^+ - 4_1^+$	0.9040			-158.5760	-210.0770	E2+<1% M1
$5_6^+ - 4_1^+$	1.6856			-7.4970	-5.4231	E2+<1% M1
$6_2^+ - 6_1^+$	0.7691			-11.0038	-17.2919	E2+5.3% M1+(E0)
$6_3^+ - 4_1^+$	1.6812			-212.6228	-151.1923	E2
$6_4^+ - 6_1^+$	1.1436			8.4088	8.8059	E2+3% M1+(E0)
$6_5^+ - 4_1^+$	2.0657			-10.3710	-6.0127	E2
$6_6^+ - 6_1^+$	1.2219			21.4433	21.0169	E2+0.6% M1+(E0)
$6_7^+ - 4_1^+$	2.1440			-66.2389	-37.0000	E2
$8_1^+ - 6_1^+$	1.2397			292.9622	192.9573	E2
$7_1^+ - 8_1^+$	0.1335			-11.9062	-106.8085	E2
$8_2^+ - 8_1^+$	0.7611			4.6171	7.2365	E2+1% M1+(E0)



الشكل ( 2 ) : علاقة نسب التفاضل المشتقة الأولى  $\Delta(E_2/M)$  بحالة الطاقة الإشعاعية  $P(A=180-198)$



$$P_1 = (A=180-198) \text{ calculated } \left( \sqrt{\frac{D(MR)}{M}} \right) - 1 \text{ calculated } (D(MR)/M) = (3)$$



الأصل (4) : علاقة نسب الخلط ( $\delta(BR/MI)$ ) كدالة لـ  $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$  لقطار البكتينوم (180-196).  $P_1 = (A=180-196)$

## REFERENCES

- (1) Iachello F. & Arima A. :Phys. Lett. B. Vol. 53,309(1974).
- (2) Bonatsos D. : Interacting Boson Models of Nuclear Structure . Ed: Hodgson P.E. Pub:Oxford University Press, Newyork. p.p. 12-39(1988).
- (3) Casten R.F. & Warner D.D. :Rev.Mod.Phys.Vol.60,389 (1988).
- (4) Biedenharn L.C. & Rose M.E.:Rev.Mod.Phys.Vol.25,729 (1953).
- (5) Devons S. & Goldfarb L.G.B.:Hand Book of Physics Pub.Springer,Berlin,Vol.42,362(1957).
- (6) Huby R.:Proc.Inter Conf.Nucl.Phys.Paris.Grosby. Pub. Lockood & son, Ltd, London, P.895 (1958).
- (7) Biedenharn L.C.:In Nuclear Suprectroscopy. Ed. By Ajsenberg-Sclove F. :Pub. Academic Press Inc, London, Part B..P.732 (1960).
- (8) Taylor H.W. & McPherson R.:  $\gamma$ - $\gamma$  Directional Correlation Coefficients A2 & A4 as functions of the Mixing Parameter S., Pub.Queen's University Kingston, Canada (1961).
- (9) Ferguson A.J. Angular Correlation Methods In Gamma-Ray Spectroscopy, Pub.North Holland Co.,Amsterdam, 6(1965).
- (10) Biedenharn L.C. & Rose N.E. : Private Communication to Ferguson A.J.(1965).
- (11) Steffen R.M. : Handbook For angular correlation Pub.Purdue. University Lafayette Indian (1965).
- (12) Rose H.J. & Brank D.M. :Rev. Mod. Phys. Vol. 39,306 (1967).
- (13) Krane K.S. & Steffen R.M.: Phys.Vol.2,724(1970).
- (14) Casten R.F. & Cizewski J.A.:Nucl .Phys. A.Vol.309, 477(1978).
- (15) Scholten O., Iachello F. & Arima A.: Ann.Phys.(N.Y.). Vol.115,325(1978).
- (16) Arima A. & Iachello F.:In Advances in Nuclear Physics (Ed.Jw Negele & Evogt). Pleun, Newyork -Vol. 13,139 (1984).
- (17) Lange J.,Kumar K. & Hamilton J.H.: Rev. Mod. Phys .Vol.54,119(1982).
- (18) Bohr A. & Mottelson B.R. : Nuclear Structure Vol.1. Ed.Benjamin W.A.: Pub.Inc.Newyork,P.381(1969).
- (19) Kenneth S. Krane introductory Nuclear Physics? . Ed. Halliday D.,Pub. by John Wiley & Sons, Co P.P.143-333 (1987).
- (20) Walter E. Meyerhof: Element of Nuclear Physics. Ed. Condon E.U. Univesity of Colorado Pub. McGraw-Hill, Inc. P. 126(1967).
- (21) Matthews P.T. : Introduction to Quantum Mechanics . Ed.University of Leiverpool. Pub. McGraw-Hill ,(1968).
- (22) Baranger M. & Kumar K.: Nucl. Phys. Vol. 92, 608 (1967)
- (23) Wigner E. : Guppentheorie und ihre Anwendung auf die Quantenmechanik der Atomspektren F. Vieweg V. Sohn, Braunschweig ; English Translation Academic press , Newyork (1959).
- (24) Alder K., Bohr A., Huns T., Mottelson B. & Winther A. : Rev. Mod, Phys. Vol. 28 ,432 (1956).
- (25) Lederer CM/ayiJ Shi'rlfi V V-5 Table of Isotopes . 7th edition, (1978).
- (26) Marz J. : Kucl. Phys. Vol. 4 , 457 (1957).

- (27) Kukok A.H. , Marinkov L.-G. , Krimpotic D.M. and Vukanoic R.B. : Bull . Insl. Kucl.3e.BorisK'dric.Vol.18,9 (1967).
- (28) Koch J. , MUnnich F. , and schotzig V. : Nucl. Phys. A. Vol. 103, 300 (1967),
- (29) Hamilton V.D. . and Davis K.E. : Nucl Phys. A. Vol. 122 ,165 (1968).
- (30) Grabowski Z.W. : Phys. Rev. Vol. 183, 1019 (1969).
- (31)Johan--MA-.,-Vyty-LD.-r-Braden-C:H.-.and-Palroni^E.T.: -Phys;Rev.yoh 182. 1259 (1969).
- (32) Reid P.G.' , Soil M. , and stone N.J. : Kucl. Phys. A. Vol. 129. 273 (1969).
- (33) Hirshfeld A. T. . and Hoppes D.D.: Phys. Rev. C. Vol. 2. 2341 (1970).
- (34) Holm J.L. : Nucl. Phys. A. Vol. 206, 614 (1973).
- (35) Kelppi H. . Pakkanen A. and Haltula J. : Kucl. Phys. A. Vol. 223, 13 (1974).
- (36) Katayama I. , Morinobu S. , and Ikegami H., Hyperfine Interactions. Vol. 1. 113(1975).
- (37) Pande U.S. , and Singh B.D. : Indian J. Phys. Vol. 49, 350 (1975).
- (38) Rehyon D.B. Resztneiy L., and Cameron J.A. : Can. J. Phys. Vol. 4'i1, 2395(1969).
- (39) Beraud R., Berkes I., Chery R. , Horoulunian R. . Levy M. , Marguier G. , Marest G. , and Rongny R. : Phys. Rev. C. Vol. 1, 303 (1970).
- (40) Singh B.P. . and Dahiya H.S. : Phys. Rev. C. Vol. 6. 1789 (1972)..
- (41) Seubert J.W. . and TOkinson R.G. : Phys. Rev. C. Vol. 2, 721 (1970).
- (42) Hiros T. , Morinobu S., and Ikegami H. : Nucl. Phys. A, Vol. 146, 220 (1970).
- (43) Al-Alway I.T. :Ph.D. Thesis Submitted to the collage of Science. Al-MustansiriyahUniversity (1997).
- (44) Hamilton W.D. : Kucl. Phys. A. Vol. 136, 257 (1969).
- (45) Singh B.,and Johns li.W. : Nucl. Phys. A. Vol. 208, 55 (1973).
- (46) Sleffen R.M. : Phys. Rev. Vol. 89, 665 (1953).
- (47) Polnis V.R. : Indian J. Phys. Vot. 30, 375 (1956).
- (48) Ikegami H. , Sugiyama K. , YamaZaki T., and Sakai M.:Nucl. Phys. Vol. 41, 130 (1963).
- (49) Pettersson B.-G. Holmberg L. . and Gerholm T.R. : Nucl. Phys. Vol. 65, 466 (1965).
- (50) Krane K.S. .and Steffen R.M. : Phys. Eev. C. Vol. 3. 240 (1971).



## تصحيح باركز للمقطع العرضي لقدرة إيقاف الجسيمات المشحونة

نوره شمعون اوراها، خالد عبد الوهاب احمد وعبد الله احمد رشيد

قسم الفيزياء، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية

## ABSTRACT

Theoretical study is performed about the dependence of Barkas effect on the energy and how it changes especially at low energies. We found that Barkas is independent of the energy at very low velocities ( $V < V_0$ ). Effect of Barkas term on the stopping power cross-section is studied by the comparison between the stopping power cross-section of proton (Sp) and Anti proton ( $Sp^-$ ). Theoretical prediction of stopping power of heavy charged particles (protons, alpha particles & heavy ions (lithium and carbon ions)). Incident on solid and gaseous targets ( $H_2$ , He,  $N_2$ ,  $O_2$ , Ne, Ar, Kr and Xe) are satisfied. We suggested a semi-empirical formula for calculating the stopping power of heavy charged particles at low energies. Effect of effective charge  $Z_1^*$  is taken in the calculations. Good agreement is found between present theoretical results and the experimental measurements.

## الخلاصة

تم في هذا البحث اجراء دراسة نظرية حول اعتماد تأثير باركز على الطاقة وكيفية تغييره بخاص عند مدى الطاقات الواطئة وتبين انه لايعتمد على الطاقة عند مدى السرعة الواطئة جدا ( $V < V_0$ ). كذلك تم دراسة تأثير باركز على المقطع العرضي لقدرة الايقاف من خلال المقارنة بين المقطع العرضي لقدرة ايقاف البروتون Sp والانتى بروتون  $Sp^-$ . وتم حساب قدرة الايقاف للجسيمات المشحونة الثقيلة مثل البروتونات، جسيمات الفاء، ايونات الليثيوم ( $Li^-$ ) وايون الكربون ( $C^-$ ) الساقطة على اهداف غازية صلبة مثل ( $Xe, Si, Ar, Ne, N_2, He, H_2$ ) وقد تم اقتراح صيغة شبيه تجريبية لحساب قدرة الايقاف للجسيمات المشحونة الثقيلة عند الطاقات الواطئة واخذ تأثير الشحنة الفعالة ( $Z_1^*$ ) Effective charge بنظر الاعتبار في الحساب. وتم الحصول على تطابق جيد لنتائجنا النظرية مقارنة بالقياسات العملية لعدد من الباحثين.

## المقدمة

ان قدرة الايقاف ( $-dE/dx$ ) هي معدل الطاقة المفقودة لوحدة المسار<sup>(١)</sup> حيث ان الطاقة المفقودة هي الطاقة المنقولة من الجسيمات المشحونة الساقطة الى الكتلونات ذرات الوسط المادي التي تسر في

نوره شمعون اوراما، وجماعتها

مسببة اما تهيجا او تاينا لذرات ذلك الوسط. لقد قدم <sup>(1)</sup>Bethe، <sup>(2)</sup>Bloch معادلة لحساب المقطع العرضی لقدرة الايقاف ضمن الحدود  $V \geq 2V_0 Z_1$  حيث تمثل هذه المعادلة الصیغة المعدلة لمعادلة بیتا وحيث انها تحتوي على تصحيحات عديدة منها تصحيح بورن Born Correction ( $L_0$ ) وتصحيح بارکز Barkas Correction ( $L_1$ ) وتصحيح بلوخ Bloch Correction ( $L_2$ ).

ان تصحيح بارکز  $L_1$  يعود الى الاستقطاب الحاصل لذرات الهدف بسبب الايونات الساقطة على طول مدى التفاعل، ويتناسب هذا مع  $Z_1^3$ .

ومن المعروف ان تأثير بارکز يتزايد بتناقص الطاقة في منطقة السرعة ( $V \leq V_0 Z_1^{2/3}$ ) ولكن عند الوصول عند السرعة الواطئة جدا فان السؤال المطروح هو هل ان تأثير بارکز يستمر بالتزايد عند تناقص السرعة ام لا؟.

ولحساب قدرة الايقاف الالكترونية Se عند السرعة الواطئة ( $V \leq V_0 Z_1^{2/3}$ ) قام Lindhard <sup>(3)</sup> باشتقاق معادلة قدرة الايقاف الالكترونية اعتمادا على دالة الكثافة  $C_1(x)$  Density function للهدف الذي وصفه على انه غاز الكتروني حر. وحيث ان  $C_1(x)$  لا تعتمد على العدد الذري  $Z_1$  لذلك فمن اجل الوصول الى تأثير بارکز فانه من الضروري ان نستخدم الحد الثاني من مفكوك بورن Born Expansion التي نتمثلها بـ  $C_2(x)$  التي تعتمد على  $Z_1$ ؛ وبما ان قدرة الايقاف تتناسب مع  $Z_1^2$  أي بمعنى ان  $C_2(x)$  هي عبارة عن تأثير بارکز لانه يتناسب مع  $Z_1^3$ .

لقد حصل تطوير على النظرية الخطية (Linear Theory) وذلك باخذ طرق نموذج فاينمان (Feynman Diagram Methods) وباخذ تأثير مبدأ باولي. فمن الممكن التعبير عن قدرة الايقاف بالمعادلة الآتية<sup>(4)</sup>:

$$\frac{-dE}{dx} = NZ_2 \int T d\sigma = NZ_2 \frac{T_m}{2} \sigma_{\nu} \quad \dots (1)$$

حيث ان

$N$ : عدد الذرات لكل وحدة حجم

$d\sigma$ : يمثل المقطع العرضي التفاضلي

$T_m$ : يمثل اعلى طاقة انتقالية والتي تساوي

$$T_m = 2mv^2\gamma^2 \quad \dots (2)$$

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} \quad \dots (3)$$

حيث ان  $(m)$  تمثل كتلة الالكترون، و  $(v)$  تمثل سرعة الجسيم الساقط

$\sigma_{\nu}$ : المقطع العرضي الانتقالي للالكترونات عند سطح فيرمي الذي من الممكن التعبير عنه بدلالة زاوية

الانحراف  $\theta$

$$\sigma_{tr}(v_f) = \int_0^\pi (1 - \cos\theta) \sigma(\theta, v_f) 2\pi \sin\theta d\theta \quad \dots (4)$$

حيث ان  $\sigma$  يمثل المقطع العرضي للاستطارة

$$\therefore \frac{dE}{dx} = \begin{cases} nm\sigma_{tr}(v_f)v_f v, & v \ll v_f \\ nm\sigma_{tr}(v_f)v_f^2, & v \gg v_f \end{cases} \quad \dots (5a)$$

$$\dots (5b)$$

حيث  $n$  تمثل الكثافة الالكترونية وتعرف رياضيا

$$n = \frac{8.365 \times 10^{21}}{x^6} \quad \dots (6)$$

ولحساب قدرة الايقاف من المعادلتين (5a) و (5b) يجب علينا ان نحسب المقطع العرضي  $\sigma_{tr}$  حيث ان  $\sigma_{tr}$  معرف بالمعادلة (٤) بدلالة المقطع العرضي للاستطارة  $\sigma(v, \theta)$  والمعطى بالمعادلة

$$\sigma(v, \theta) = \frac{Z_1 e^4}{4m^2 v_f^2} \frac{1}{\left[ \sin^2 \frac{\theta}{2} + \left( \frac{\lambda_f}{2a} \right)^2 \right]^2} \quad \dots (7)$$

a: يمثل نصف القطر الذري

$\lambda_f$ : تمثل طول موجة فيرمي Fermi Wave length وتعطى بالمعادلة التالية<sup>(٦)</sup>:

$$\lambda_f = \frac{h}{mv_f} \quad \dots (8)$$

وبتعويض معادلة ٧ في معادلة ٤ نحصل على

$$\sigma_{tr} = 2\pi \int_0^\pi d\theta \sin\theta (1 - \cos\theta) \frac{Z_1 e^4}{4m^2 v_f^2} \frac{1}{\left[ \frac{1}{2}(1 - \cos\theta) \right]^2} \quad \dots (9)$$

فاذا فرضنا

$$x = 1/2 (1 - \cos\theta) + (\lambda_f/2a)^2 \quad \dots (10a)$$

$$dx = \sin\theta d\theta \quad \dots (10b)$$

بتعويض (10a) و (10b) في المعادلة (9) نحصل على:

$$\sigma_{tr} = \frac{2\pi Z_1^2 e^4}{m^2 v_f^4} \left[ \ln \frac{1+x^2}{x^2} - \frac{1}{1+x^2} \right] \quad \dots (11)$$

حيث ان

$$(\lambda_f/2a)^2 = v_e/\pi v_f = x^2 \quad \dots (11a)$$

وللحصول على قيمة سرعة فيرمي  $v_f$  من الممكن اعادة كتابة المعادلة (٦) و (٨) بالصيغة التالية

$$v_f^3 = h^3/m^3 (3\pi^2 n) \quad \dots (12)$$

من الممكن الحصول على قدرة الايقاف الالكترونية بالسرع الواطنة من المعادلة (١١) بعد ان

نعوض عن قيمة  $v_f$  من المعادلة (١٢) فتصبح المعادلة بالشكل التالي:

توره شعرون اوراها، وجماعتها

$$-dE/dx = 4/3\pi Z_1^2 C_1(x) (v/v_0) e^2/a_0^2 \quad \dots (13)$$

حيث ان

$$a_0 = h^2/m_e^2 \quad \dots (13a)$$

لكي نصل الى تأثير باركنز فانه من الضروري ان نستخدم الحد الثاني من مفكوك بورن (Born

Expansion). المرتبة الثانية للمقطع العرضي التفاضلي للالكترونات بسرعة  $v_f$  التي تعطى بالمعادلة

$$\sigma = \frac{1}{4} \left( \frac{\pi Z_1 x^2 \lambda_f}{t+x^2} \right)^2 \left( 1 + 4\pi Z_1 x^2 \frac{t+x^2}{t^{1/2} s} \tan^{-1} \left( \frac{t^{1/2} x}{s} \right) \right) \quad \dots (14)$$

حيث ان

$$S^2 = t+4x^2+4x^2 \quad \dots (14a)$$

وان

$$t = \sin^2\theta/2 \quad \dots (14b)$$

s و b معاملات<sup>(٧)</sup>

فبتعويض معادلة (١٤) في المعادلة (٤) نحصل على المقطع العرضي الانتقالي  $\sigma_{tr}$  ومن ثم قدرة

الايقاف:

$$dE/dx = 4/3\pi Z_1^2 C(x) (v/v_0) e^2/a_0^2 \quad \dots (15)$$

للحصول على صيغة ملائمة لحساب قدرة الايقاف الالكترونية  $S_e$  وذلك بعد التعويض عن قيمة  $v_f$

من المعادلة (١٢) وعن قيمة  $a_0$  في المعادلة (13a) نحصل على

$$S_e = 297.644 Z_1^2 Z_2 x^6 C(x) (v/v_0)^3 \quad \dots (16)$$

حيث ان قدرة الايقاف الالكترونية  $S_e$  بوحدات  $ev.cm^2/atom \times 10^{-15}$

حيث ان دالة معامل الكثافة  $C(x)$  يساوي<sup>(٧)</sup>

$$C(x) = C_1(x) + C_2(x) \quad \dots (16a)$$

$$C_1(x) = 1/2 [\ln 1+x^2/x^2 - 1/1+x^2] \quad \dots (16b)$$

$$C_2(x) = \frac{2\pi Z_1 x^3}{3+4x^2} \left[ 4(1+x^2) \ln \frac{\frac{1}{4}+x^2+x^4}{x^2+x^4} - \ln \frac{1+x^2}{x^2} \right] \quad \dots (16c)$$

فاذا افترضنا ان

$$C(x) = C_1(x) + bC_2(x) \quad \dots (16d)$$

حيث ان b هو كمية ثابتة تعتمد قيمتها على القيم العملية المستخدمة

نلاحظ من خلال المعادلة (16b) ان قيمة  $C_1(x)$  لاتعتمد على  $Z_1$  وتعتبر الحد الاول لمفكوك

بورن (Born Expansion) واما المعادلة (16c) فتمثل قيمة  $C_2(x)$  التي تعتمد على  $Z_1$  وهي الحد الثاني

من مفكوك بورن وبما انها تعتمد على  $Z_1$  وان قدرة الايقاف من المعادلة (١٦) تتناسب مع  $Z_1^2$  فمن

الممكن ان نعتبر  $C_2(x)$  عبارة عن تأثير باركنز  $L_1$  الذي هو عبارة عن اس فردي الى  $Z_1$  والواضح من

المعادلة (16c) انه لايعتمد على الطاقة عند السرعة الواطئة.

تم حساب المقطع العرضي الالكتروني في الطاقات العالية  $S_n$  من خلال المعادلة (5b) وفـ الطاقات الواطنة من خلال المعادلة (16) وقد حسبت افضل القيم الى  $x$  و  $b$  في دالة معامل الكثافة  $C(x)$  مستخدمين طريقة المربعات الصغرى (Least square method (LSM) معتمدين على طريقة نيوتن رابسن (Newton Raphson Method) باستخدام المشتقة الثانية.

خلال هذه الحسابات تم اخذ المقطع العرضي النووي  $S_n$  بنظر الاعتبار في حساب المقطع العرضي الكلي من خلال المعادلة التالية<sup>(8)</sup>:

$$S_n = 1.4337 \times 10^{-4} A_1 / E(\text{Mev/amu}) (Z_1 Z_2 / A_2)^2 A_2 L \quad \dots (17)$$

حيث ان  $L$  يمثل عدد الايقاف ويعطى بالعلاقة الاتية:

$$L = 1/2 \ln [1 + (2a/b)^2] \quad \dots (17a)$$

حيث ان  $S_n$  في المعادلة (17) بوحدات  $10^{-15} \text{ eV.cm}^2/\text{atom}$

$b$  يمثل قطر التصادم Collision diameter  
 $a$  تمثل نصف قطر الحجز الذري

وللحصول على معلومات اكثر يمكن الرجوع الى المصدر (9).

## الحسابات والنتائج

تم حساب المقطع لاعرضي للبروتون لهدفي الهيليوم He والنروجين  $N_2$  لمدى الطاقات (300-2500 keV) كما موضح بالشكل (1)، حيث يتبين لدينا من خلال الشكل التطابق الجيد ما بين القيم للنظري المحسوبة من قبلنا present work والقيم العملية المقاسة من قبل Ziegler<sup>(10)</sup> و Rieter<sup>(11)</sup>. كما ان الجدول (1) يوضح افضل القيم الى المعاملات  $x$  و  $b$  مع الخطا النسبي المئوي PCDV.

جدول (1) يبين قيم  $x$  و  $b$  المستخدمة في معادلة ايجاد قدرة الايقاف للبروتون في هدفي الهيليوم والنروجين

Target	x	b	PCDV%
He	0.59999	20.9132	±0.4936
$N_2$	0.44987	8.0967	±1.1914

تم حساب قدرة الايقاف للانتي بروتون  $S_p$  Anti proton ذا العدد الذري  $Z_1 = (-1)$  وذلك من

التغير الحاصل الى المعادلة (16a) حيث انها تصبح بالشكل الاتي:

$$C(x) = C_1(x) - bC_2(x) \quad \dots (18)$$

لذلك فان قدرة الايقاف للانتي بروتون  $S_p$  تساوي

$$S_p = 297.644 Z_1^4 x^6 (C_1(x) - bC_2(x)) (v/v_0)^3 \quad \dots (19)$$

نورده شععون اوراشا، وجماعتها

وبنفس الطريقة السابقة مع معادلة (١٩) تم حساب قدرة الايقاف للانتي بروتون  $S_p$ . الشكل (٢) يوضح قدرة الايقاف للبروتون  $S_p$  وللانتي بروتون  $S_p$  نبي السليكون (Si) لمدى الطاقات (300-2500)keV والمحسوبة نظريا مقارنة مع النتائج العملية الي Moller<sup>(١٦)</sup> ويلاحظ من الشكل التوافق الجيد بينهما. الجدول (٢) يوضح القيم المحسوبة الي  $x$  و  $b$  بالنسبة الي البروتون والانتي بروتون في Si.

جدول (٢) يبين قيم  $x$  و  $b$  المستخدمة في معادلة ايجاد قدرة الايقاف للبروتون P والانتي بروتون P في السليكون Si لمدى الطاقة من (300-2500)keV

	x	b
P→Si	0.42321	$-0.589 \times 10^3$
p→Si	0.40092	-0.1062

تم حساب قدرة الايقاف لايونات الليثيوم ( $Li^+$ ) في هدي الاركون Ar والنيون Ne لمدى الطاقات (65-500)keV.

الجدول (٣) يوضح افضل القيم الي  $x$  و  $b$  للهدفين الغازيين المستخدمين مع معدل الخطأ المنوي PCDV. والشكل (٣) يوضح المقارنة ما بين النتائج النظرية Present Work مع قيم النتائج العملية الي Andersen<sup>(١٣)</sup> لقياس المقطع العرضي.

جدول (٣) يبين قيم  $X$  و  $B$  لمعادلة ايجاد قدرة الايقاف لايونات الليثيوم في هدي الاركون والنيون

Target	x	b	PCDV%
Ne	0.31351	0.1490	$\pm 0.4989$
Ar	0.32152	0.8184	$\pm 0.0796$

تم حساب قدرة الايقاف لجسيمات الفا في هدي الهيدروجين  $H_2$  والهيليوم He الغازيين لمدى الطاقات (50-450keV) كما هو موضح في الشكل (٤) الذي يبين المقارنة بين النتائج النظرية مع قيم النتائج العملية المقاسة من قبل Rieter<sup>(١١)</sup>، Ziegler<sup>(١٤)</sup>. انجدول (٤) يوضح المعاملات  $x$  و  $b$  مع معدل الخطأ المنوي (PCDV) لهدي He,  $H_2$

جدول (٤) يبين قيم  $x$  و  $b$  لمعادلة ايجاد قدرة الايقاف لجسيمات الفا في هدي He,  $H_2$

Target	x	b	PCDV %
$H_2$	0.48871	-0.003	$\pm 0.4478$
He	0.43427	0.0767	$\pm 0.5388$

على غرار ما تقدم فقد تم حساب قدرة الايقاف لجسيمات الفا في الاهداف الصلبة النيون Ne والزينون Xe كما هو موضح في الشكل (٥) الي يبين المقارنة ما بين النتائج النظرية Present Work و قيم النتائج العملية الي Ziegler<sup>(١١)</sup> لقياس المقطع العرضي لمدى الطاقات (450-50)keV. الجدول (٥) يوضح افضل القيم الي x و b للاهداف الصلبة المستخدمة مع معدل الخطأ المنوي (PCDV).

جدول (٥) يبين قيم x و b لمعادلة ايجاد قدرة الايقاف لجسيمات الفا في هدي النيون والزينون

Target	x	b	PCDV %
Ne	0.34805	0.0927	±0.1715
Xe	0.29830	1.9889	±1.0955

واخيرا تم حساب قدرة الايقاف لايون الكاربون في رقائق المايلار والكبتون كما موضح في الشكل (٦) الذي يوضح المقارنة بين القيم النظرية Present work والقيم العملية Rauhala<sup>(١٥)</sup> لحساب المقطع العرضي لمدى الطاقات (1358-4320)keV والملاحظ من الشكل ان التوافق ما بين القيم العملية وللظريه جيد وخصوصا بالنسبة الي هدف الكبتون.

الجدول (٦) يوضح افضل القيم الي b و x لهدي المايلار والكبتون مع معدل الخطأ المنوي (PCDV)

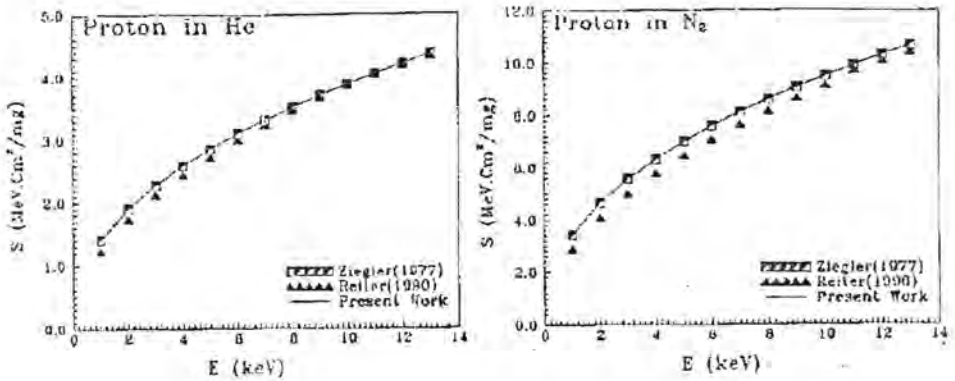
جدول (٦) يبين قيم x و b لمعادلة ايجاد قدرة الايقاف للايونات الثقيلة مثل ايون الكاربون C في رقائق Kapton, Mylar

Target	x	b	PCDV%
Myar	0.20229	-2.0793	±1.2872
Kapton	0.20113	-2.2120	±0.7428

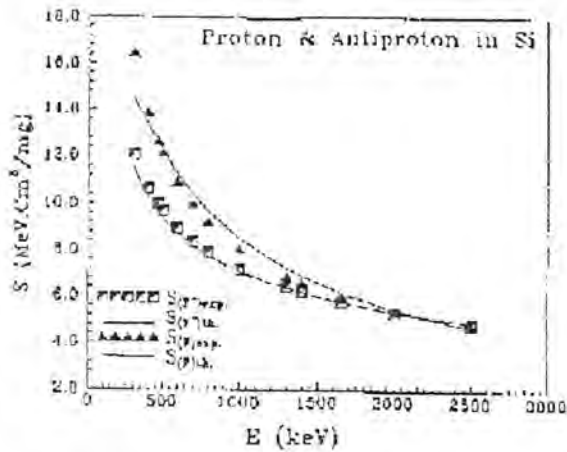
## الاستنتاجات

نستنتج من ذلك ان تأثير باركز يتزايد بنقصان الطاقة عند منطقة السرعة  $V < V_0 Z_1^{2/3}$  ولكنه يكن غير معتمد على الطاقة عند الطاقات الواظنة جدا. وتبين لدينا ان قدرة الايقاف للبروتون  $S_p$  اكبر من قدرة الايقاف للانتي بروتون  $S_p$  (بالرجوع الي المعادلات (١٦) و (١٩)). وقد لوحظ عند حساب قدرة الايقاف للبروتون وللانتي بروتون ولايونات الليثيوم ولجسيمات الفا وايون الكاربون عند سقوطها على اهداف صلبة او غازية ومقارنتها مع النتائج العملية وكان التطابق جيد.

تورده شمعون اوراما، وجماعتها

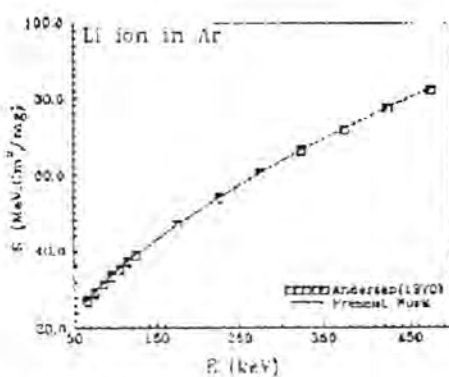
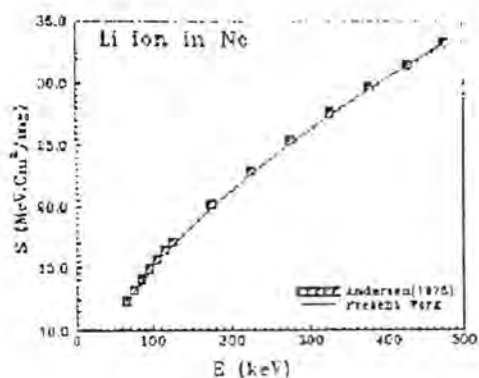


شكل (1) قدرة الايقاف للبروتون المسافط على هدفي الهليوم He والنروجين N<sub>2</sub>

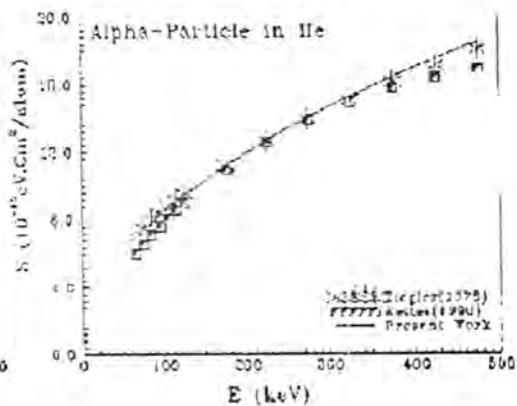
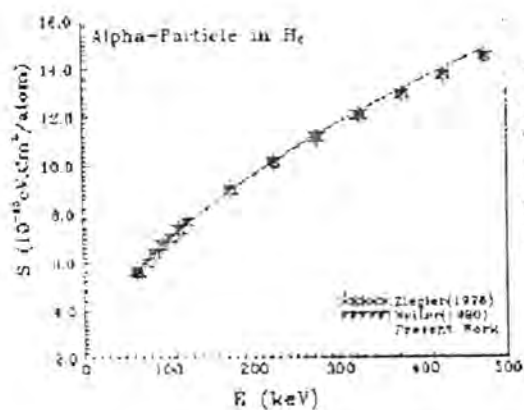


شكل (2) قدرة الايقاف للبروتون والانتريون المسافطان على هدف اسينيكون Si لمدى الطاقات (300-2500keV)



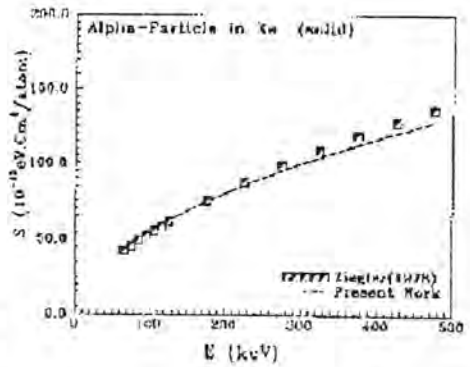
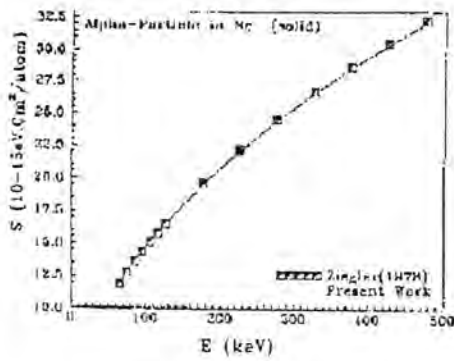


شكل (3) قدرة الإيقاف لأيونات الليثيوم  $Li^+$  المسافحة على هدفي الأركون Ar ونيون Ne لدى الطاقات (65-500keV)

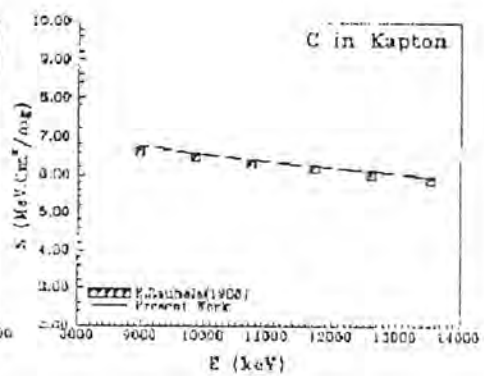
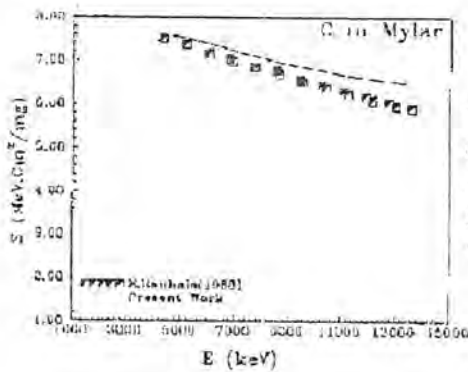


شكل (4) قدرة الألفا لجسيمات ألفا المسافحة على هدفي الهيدروجين  $H_2$  والهيليوم He الغازيين لدى الطاقات (50-450keV)

نورده شمعون اوراهما، وجماعتها



شكل (5) قدرة الايقاف لجسيمات الفا الساقطة على هدفى النيون Ne والزينون Xe  
تعدى الطاقات (50-450 keV)



شكل (6) قدرة الايقاف لأيونى الكربون لساقط على رقائى التايلر والمكبون

## REFERENCES

1. ICRU. Recommendation of ICRU, Natl. Bur. Handbook, Washington 85 (1964).
2. Bethe, H.A., Zur Theory Ded. Durchgangs Schneller Korpus-Kulalarstrahlen. Z. Physic 76: 293 (1932).
3. Bloch, F. Zur Bremsung Rasch Bewegter Teilchem Beim Durchgang Durch Materia. Ann. Phys. Leipzig 16:28 (1933).
4. Lindhard, J. and Winther, A. Stopping power of electron gas and equipartion rules. Mat. Fys. Medd. Dan Vid. Selsk. 34, No. 4 (1964).
5. Lindhard, J. and Sorensen, A.H. Relativistic theory of stopping for heavy ions. Phy. Rev. A53: 2443-2456 (1996).
6. Bonderup, E. Penetration of Charged Particles Through Matter. (2nd edition) Lecture Notes (1978).
7. Sorenson, A.H. Barkas effect at low velocities. Nucl. Inst. and Meth. B48: 10-13 (1990).
8. Sorenson, A.H. P. the atom collision theorist's favorite low-energy projectile. Nucl. Phys. V57, No. 10, 1729 (1994).
9. Orah. Barkas correction for the stopping cross-section of charged particles. M.Sc. Thesis, University of Al-Mustansiriya (1999).
10. Ziegler, J.F. Hydrogen stopping powers and ranges in all elemental matter. Apply Phy Letter 31: 544 (1977).
11. Rieter, G., Kniest, N. Pfaff, E. and Clausnitzer, G. Proton and Helium stopping cross section in H<sub>2</sub>, He, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ne, Ar, Kr, Xe, CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>. Nucl. Instr. and Meth. B44 399-411 (1990).
12. Moller, S.P. Experimental investigations of stopping power and straggling for very low and very high energy particsl of positive and negative charge (1998).
13. Andersen, H.H. Besenbacher, F. and Kundsén H. Stopping power and straggling of (65-500)keV Lithium ion's in H<sub>2</sub>, He, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Ne, Ar, Kr and Xe. Nucl. Inst. and Meht. 149: 121-127 (1978).
14. Ziegler, J.F. Helium stopping power and ranges in all elements (Pergamon Press, New York) (1978).
15. Rauhala, E. and Raisanen, J. Stopping powers and energy loss of (3-22) MeV <sup>12</sup>C ions in Havar, Nickel, Kapton and Mylar. Phy. Rev. B37: 9249-9253 (1988).

## النشاط الاشعاعي في التبوغ العراقية

عذاب طاهر الكناني\* وهاشم حميد الدليمي\*\*، هدى سعدي علي

\* منظمة الطاقة الذرية العراقية

\*\* قسم الفيزياء، كلية العلوم، الجامعة المستنصرية

(استلم بتاريخ 1999/9/4: قبل للنشر في 1999/11/2)

## ABSTRACT

Radioactive equivalents of Uranium and Thuriium chines remove to the plants by Soil and fertilizers. Due to that fact the radioactive equivalent accumulate in tobacco leaves in a way that the evaporation or adsorption may affect on the fraction of cigarettes so smoke and its reach to the lungs. It has been found that the radioactive of Iraqi tobacco depend on the sort of soil. The greatest radioactivity was found in Duhuk province tobacco, while the lowest in Arbil (Shaklawa) and Baghdad (Za'faraniya) tobacco. The ratio of radium ( $Ra^{226}$ ) to Uranium ( $U^{238}$ ) of Iraqi tobacco varied from (63-88%), while the ratio of Radium ( $Ra^{224}$ ) to Thuriium ( $Th^{232}$ ) in Thuriium chain is varied from (83-88%) in all samples we have studied. The asserts the fact that the chain of Uranium and Thuriium are balanced mostly all the time, and difference in values are cased by the valuable assessment that could be high in low concentration, besides, the source of these chains is the natural radioactivity in the soil of Iraq.

## الخلاصة

تنتقل النظائر المشعة لسلسلتي اليورانيوم والثوريوم عن طريق الاتربة والاسمدة الى النباتات. لـ ذ تتجمع هذه النظائر المشعة في اوراق التبغ والتي يؤدي تبخر بعضها او امتزازها (Adsorption) على دقائق دخان السكائر ثم وصولها الى الرئتين وقد وجد بان النشاط الاشعاعي في التبوغ العراقية يعتمد على نوع التربة، وان اعلى نشاط اشعاعي وجد في تبغ منطقة دهوك واقلها في منطقتي اربيل (شكلاوة) وبغداد (الزعفرانية). ان النسبة بين اليورانيوم  $^{238}U$  للتبوغ العراقية تتراوح بين (63-88%) (الزعفرانية). ان النسبة بين اليورانيوم  $^{226}Ra$  الى اليورانيوم  $^{238}U$  للتبوغ العراقية تتراوح بين (63-88%) اما بالنسبة لسلسلة الثوريوم فان نسبة اليورانيوم  $^{224}Ra$  الى الثوريوم  $^{232}Th$  تتراوح بين (83-88%) لجميع النماذج وهذا يؤكد بان سلسلتي اليورانيوم والثوريوم في حالة اتزان تقريبا والاختلاف في القيمة يعود الى التذبذب الاحصائي الذي يكون كبيرا في حالة التراكيز الواطنة وان مصدر هذه السلاسل هو النشاط الاشعاعي الطبيعي للتربة العراقية.

## المقدمة

تحتوي السكائر على مواد نشطة اشعاعيا ذات منشأ طبيعي (سلسلتي اليورانيوم والثوريوم وكذلك البوتاسيوم) واخرى ذات منشأ صناعي السيزيوم  $^{137}\text{Cs}$ . بعض نظائر هذه السلاسل تصل الرنتين وتؤدي الى التأثير البيولوجي للاشعاع.

لقد تم قياس اليورانيوم الطبيعي لبعض التبوغ الهندية باستخدام عدادات الاثر وقد وجد بان التركيز يتراوح (٠,١٢-٠,٣٧ ppm)<sup>(١)</sup> كذلك تم قياس الريديوم في بعض التبوغ الامريكية ووجد انه يتراوح بين (٧,٤-١٤ Bq/kgm)<sup>(٢)</sup> والذي اوضح بان النظائر المشعة الطبيعية تتركز في المناطق النامية للنبات مثل الاوراق او الثمار وهذا التركيز يختلف باختلاف كبير من تبغ منطقة الى تبغ منطقة اخرى بسبب اختلاف نوع التربة، المتساقطات، كمية السماد.

## النمذجة والقياس

تم طحن النماذج وتخفيفها ووضعها في وعاء مارنيلي وتم قياس النماذج باستخدام منظومة طيف اشعة كاما وكاشف الجرمانيوم عالي النقاوة HpGe بقدر فصل ٢,٥ KeV للطاقة 1332 KeV المنبعثة من نظير الكوبلت  $^{60}\text{Co}$  ويرتبط هذا الكاشف بمحلل متعدد القنوات وحاسبة نوع IBM لغرض تسجيل وتحليل الاطياف المنبعثة لاشعة كاما حيث احيط الكاشف بدرع واق اسطواني الشكل من الرصاص مبطن بالنحاس لغرض تقليل الخلفية الاشعاعية الى اقل ما يمكن وتحسين ظروف القياس فلقد اعتمدت فترة القياس لمدة عشرة ساعات ثم حسبت تراكيز النظائر المشعة باستخدام المعادلة التالية<sup>(٣)</sup>:

$$I = \frac{N(c/s) - B.G}{B.\epsilon.W} \text{ Bq/kgm}$$

اذ ان

N: المساحة الكلية تحت ذروة المنحني

B: وفرة النظير

W: كتلة النموذج

ε: كفاءة العداد

وهذه التراكيز موضحة بالجدول رقم (١)

جدول رقم (1) يبين تراكيز النظائر المشعة في التبوغ العراقية مقاسا (بيكرل/كغم)

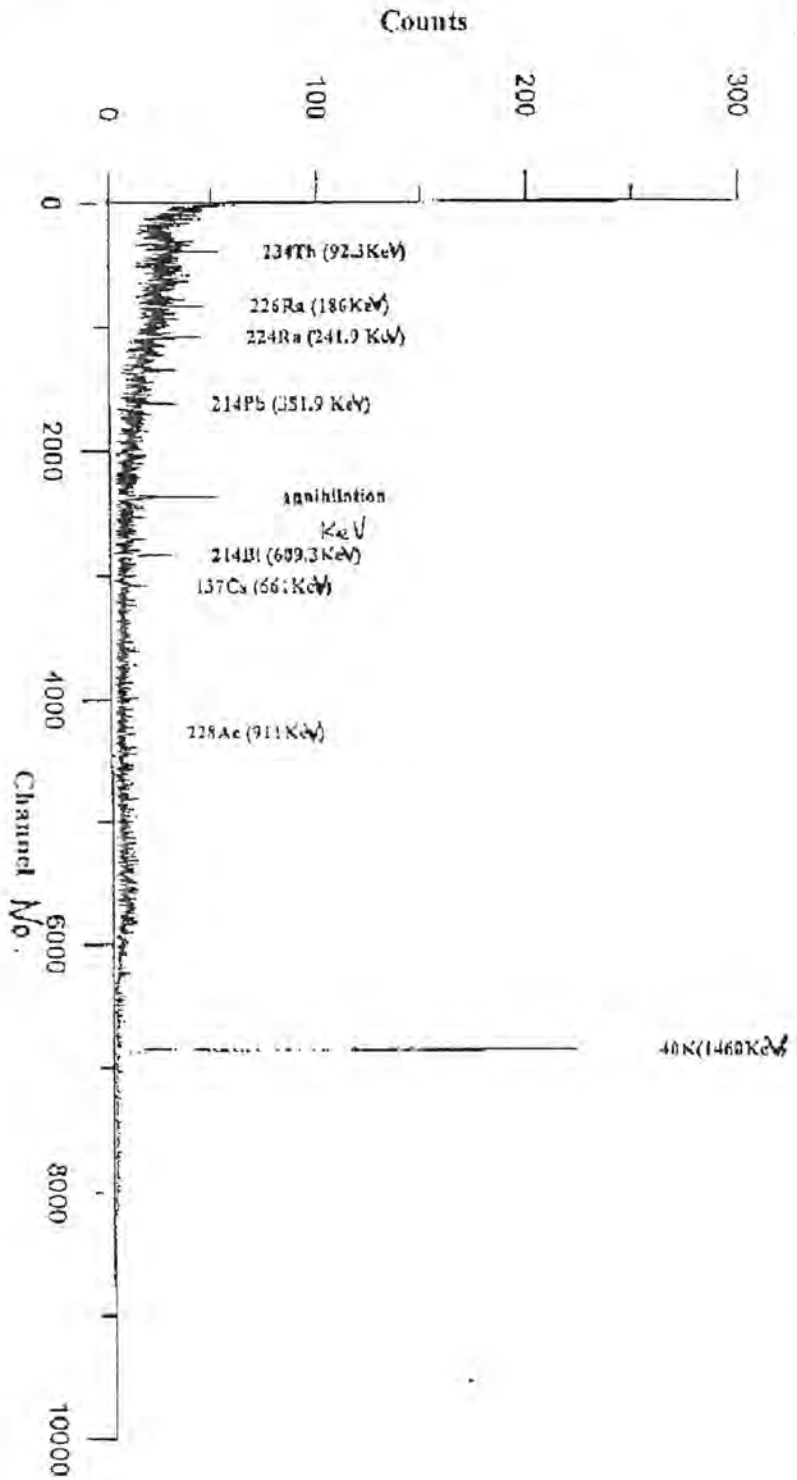
السلسلة	النظير المشع	D-1	S-1	A-2	A-1	B-1	S-2
سلسلة اليورانيوم $^{238}\text{U}$	$^{234}\text{Th}$	59.1	54.00	57.1	44.10	41.60	54.40
	$^{226}\text{Ra}$	52.01	4.77	40.95	28.7	35.60	34.20
	$^{214}\text{Pb}$	13.9	6.34	8.03	5.40	6.01	6.50
	$^{214}\text{Bi}$	12.7	8.6	7.20	6.80	6.95	8.60
النسبة المئوية لنظائر اليورانيوم	$^{226}\text{Ra}/$ $^{238}\text{U}$	%88	%77	%71.7	%65	%73	%63
سلسلة الثوريوم	$^{224}\text{Ra}$	74.7	49.4	49.1	46.6	48.3	62.06
	$^{228}\text{Ac}$	84.8	57.8	57.76	54.6	56.16	71.82
النسبة المئوية لنظائر الثوريوم	$^{224}\text{Ra}/$ $^{232}\text{Th}$	%88	%85	%85	%85	%86	%86.4
	$^{40}\text{K}$	1373	1119	1322	610	916	1356
	$^{137}\text{Cs}$	6.22	2.7	4.56	1.79	3.74	1.93

## المناقشة والاستنتاجات

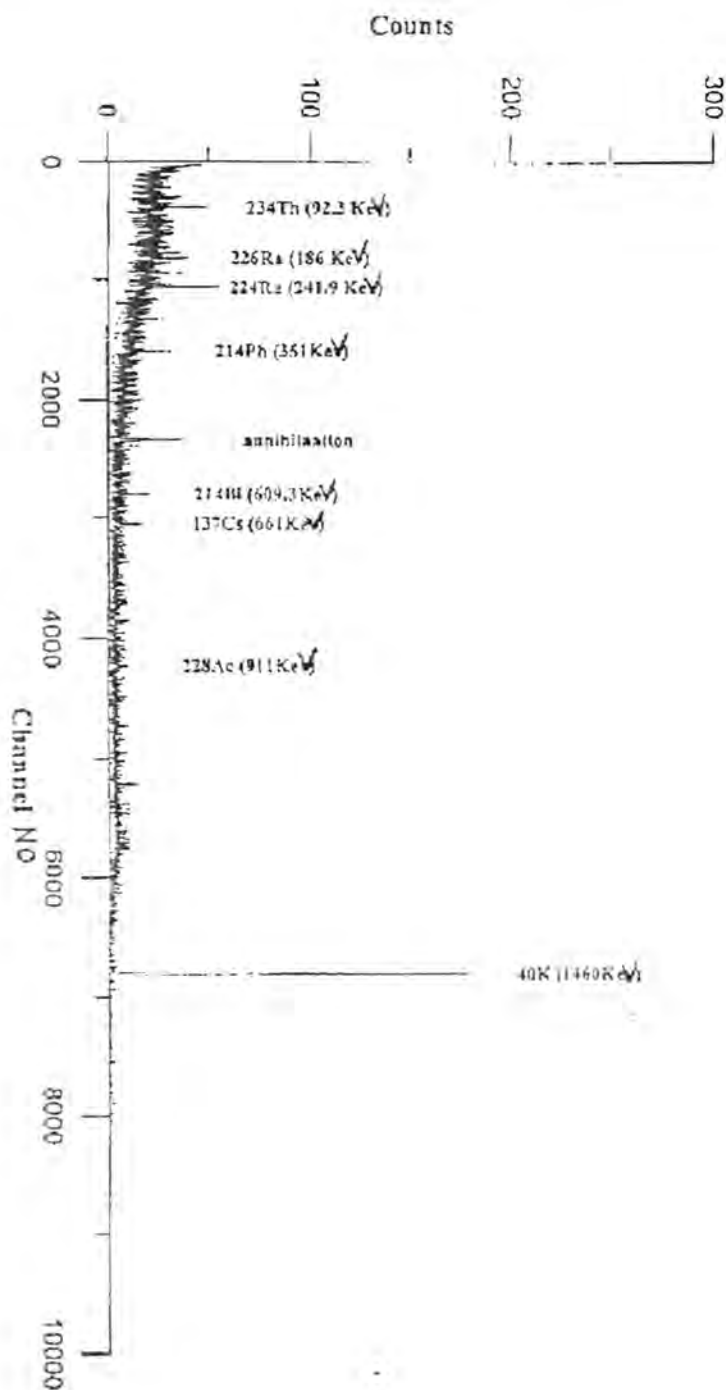
نلاحظ من الجدول (1) والأشكال اختلاف تراكيز النظائر من منطقة الى اخرى حسب طبيعة التربة والموقع، فقد اوضحت الدراسات الجيولوجية لمناطق العراق المختلفة<sup>(3)</sup> بان تربة دهوك (D-1) تتكون من صخور صلبة حصوية تحتوي على كميات من فئات الصخور البركانية والرماد البركاني ومثل هذه التراكيب تمتاز باحتوائها على تراكيز عالية نسبيا للعناصر المشعة طبيعيا ولذلك نلاحظ ان تراكيز النموذج (D-1) من هذه المنطقة عالية مقارنة بالمناطق الاخرى والمبينة في الشكل (1)، كذلك فان تركيز السيزيوم  $^{137}\text{Cs}$  في هذا النموذج اكثر من النماذج الاخرى لتأثره بحادثة تشيرنوبل التي سببت وجود زيادة في الخلفية الاشعاعية<sup>(5)</sup>.

اما منطقة بنجوين في السليمانية (S-1) ومنطقة سيدكان في اربيل (A-2) فتمتاز تربتها بانها تتكون من صخور كلسية متحولة صلبة جدا وسميكة متأثرة بالنشاط البركاني بدون احتواءها على صخور بركانية لذا فان تراكيز العناصر المشعة طبيعيا في تربتها اقل مما هو في الصخور البركانية ولهذا فان النموذجين (S-1 و A-2) يحتويان على تراكيز متقاربة بشكل جيد لمعظم نظائر سلسلتي اليورانيوم والثوريوم والشكلين رقم (2، 3) يبينان ذلك.

عذاب طاهر الكناني، وجماعته

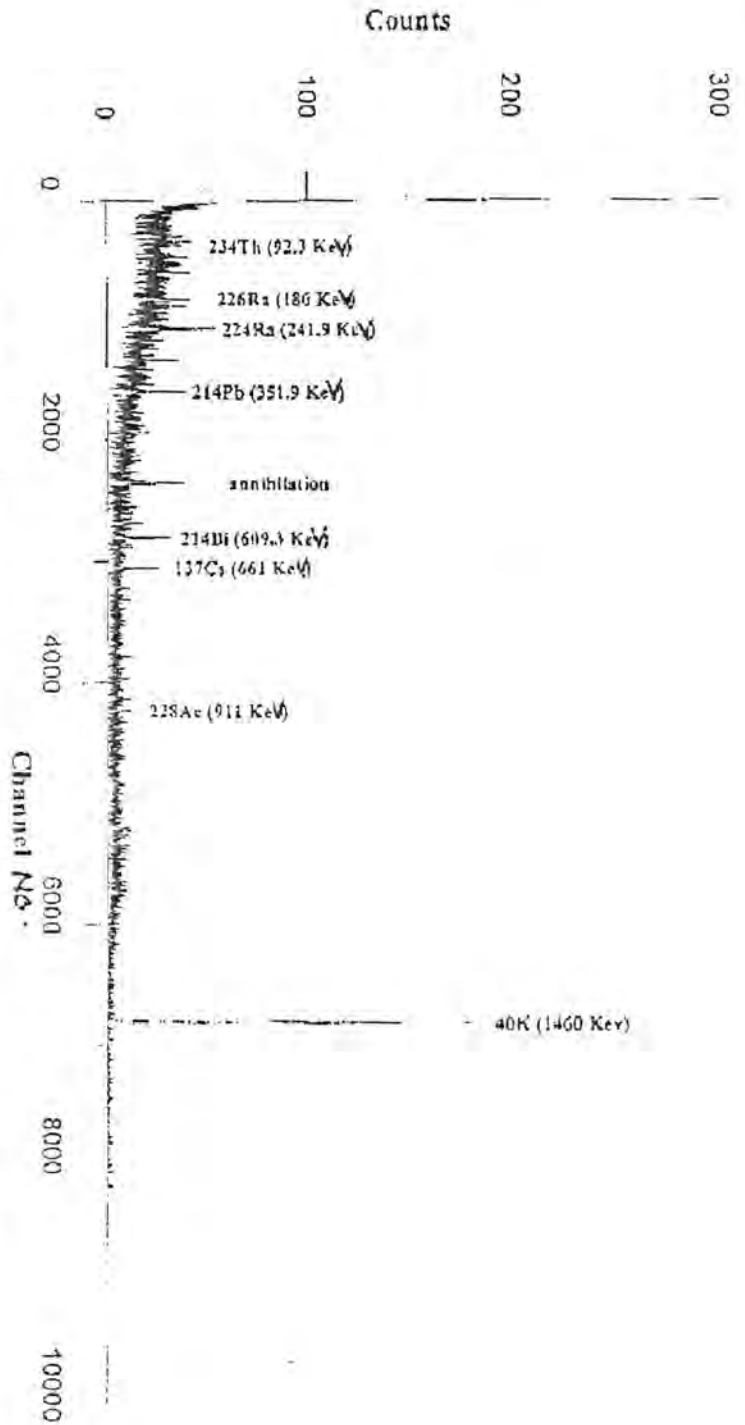


شكل (1) بيّن الطيف الشعاعية كما النموذج تبع في منطقة دهرنك - مركز دهرنك (D-1)

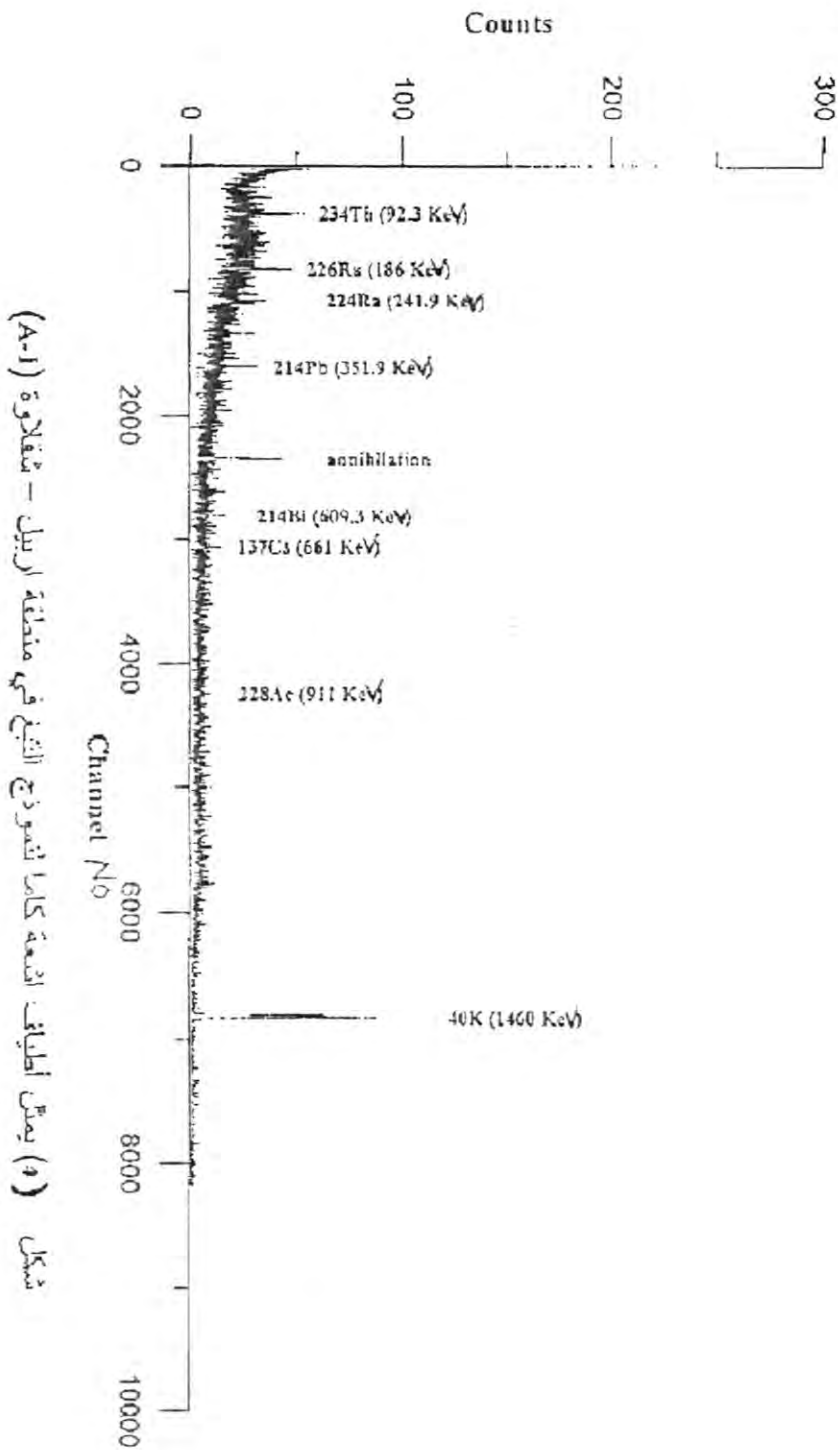


شكل (2) يمثل الطيف الشعاعى كاسا للبرونج اللبغ فى منطقة سلمانية - بنجوين (S-1)



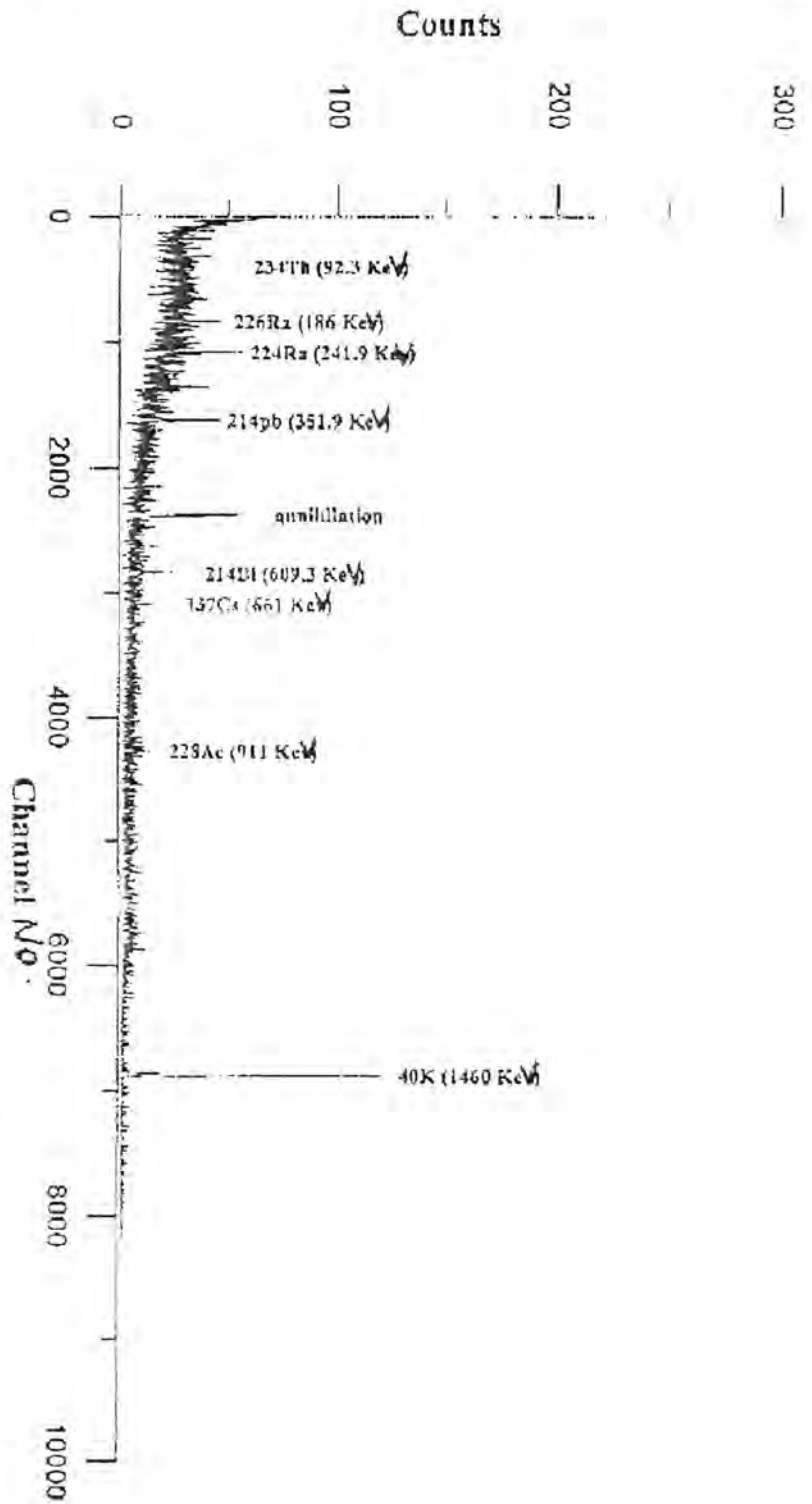


شكل (3) يمثل الطيف االنشطة كما انتموزج التلوث في منطقة اربيل - سيجكان (A-2)

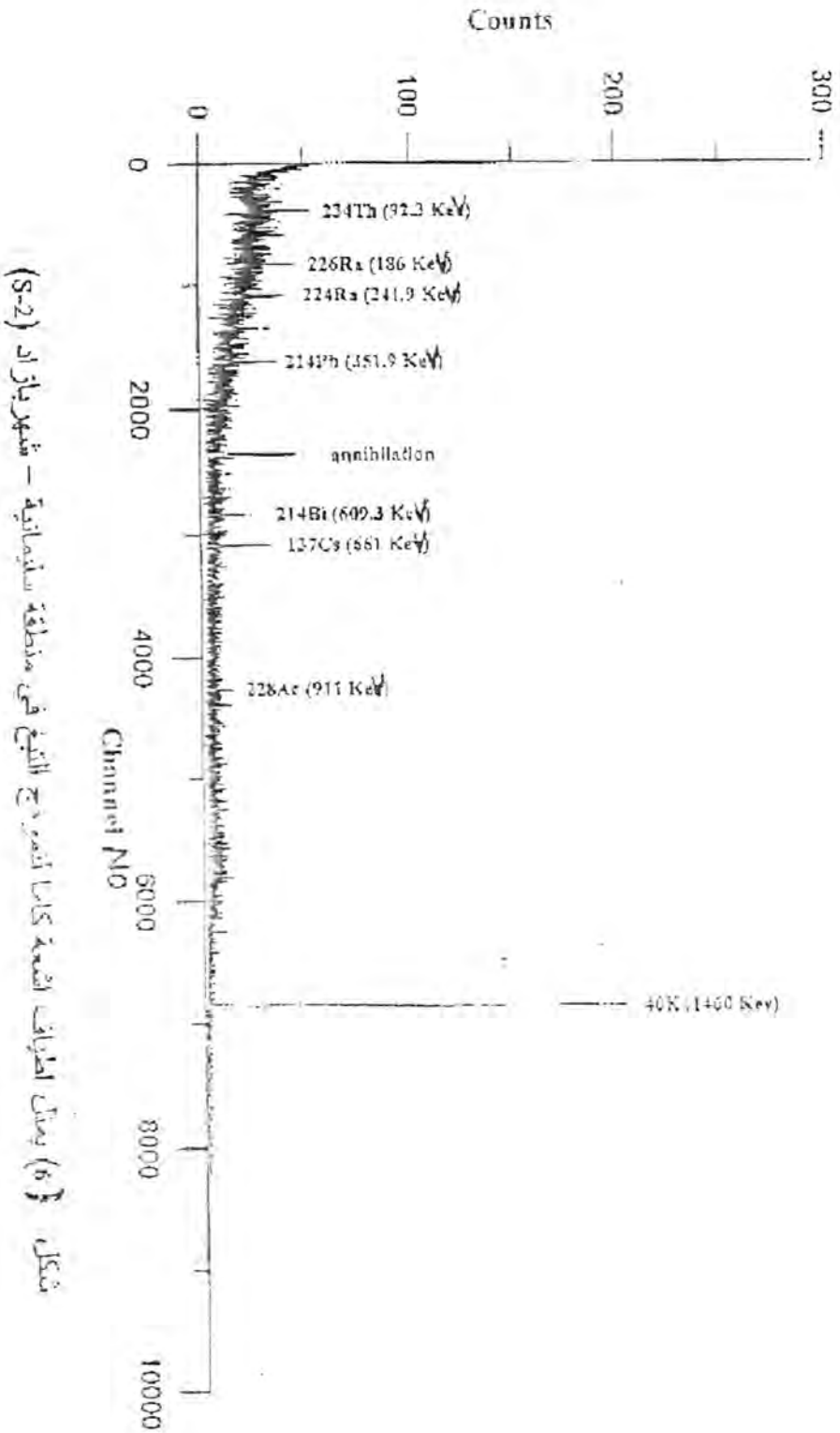


شكل (9) يمثل أطياف اذعة كاما لتسودج التبع في منطقة اربيل - شقلاوة (A-1)

عذاب طاهر الكناني، وجماعته



شكل (5) يملك أطراف الشعبة كما لتوزيع التبعوغ في منطقة بغداد - الزعفرانية (10-1)



شكل (5) بيوت الطيف القوية كاس انموذج ارجح التبع في منطقة سميانية - شهر يازان (S-2)

٣- نصف عمره طويل نسبياً (١٣٨) يوماً يكفي لكي ينتقل إلى القصبة الهوائية ثم إلى الحويصلات الرئوية.

٤- يعد مصدر دائم لبعث جسيمات ألفا في الجهاز التنفسي للمدخن لأنه يتولد عن  $^{210}\text{Po}$  (١) وان عمر النصف له (٢٢) سنة حيث يتحرر نتيجة احتراق الشعيرات النامية في اوراق التبغ اذ يدخل مع السكائر بشكل دقائق غير ذائبة تترسب في الرئتين وتحتل بانبعثات جسيمات ( $\beta$ ) التي نظير البولونيوم  $^{210}\text{Po}$  بالاضافة الى البولونيوم الناتج عن انحلال سلسلة اليورانيوم حيث يعمل تأثيره الاشعاعي على تحفيز الخلايا على الانقسام غير المسيطر عليه (السرطان).

### النمذجة والقياس

اخذت نماذج من التبوغ العراقية المزروعة في وسط وشمال العراق ومن مناطق مشهورة بزراعة التبغ.

تم تحضير النماذج بعملية الفصل الكيماوي لعنصر البولونيوم  $^{210}\text{Po}$  وحسب الخطوات التالية:

- ١- التجفيف: جففت النماذج في فرن كهربائي لمدة ٢٤ ساعة وبدرجة حرارة ٦٠ م واخذ (٣غم) من كل نموذج من نماذج التبوغ.
  - ٢- ترطيب النماذج بالماء المقطر بمقدار (١,٥ مل) لكل نموذج ثم يضاف حامض النتريك الداخن بمقدار (٦ مل) وبعد ساعتين يضاف (٦ مل) اخرى ولكل نموذج.
  - ٣- تم فصل الراشح عن المترسب باستخدام جهاز الطرد المركزي ولمدة ربع ساعة.
  - ٤- ياخذ الراشح ويضاف اليه (١ مل) من الماء المقطر و(٢ مل) من حامض الهيدروفلوريك (HF) بمقدار لكل نموذج ونتركه ليوم كامل حتى يجف ونضيف (٦ مل) من نفس الحامض ونتركه ليجف مرة اخرى.
  - ٥- نضيف (١٠ مل) من الماء المقطر الى المترسب ثم نضيف (١٠ مل) من حامض النتريك غير الداخن ونتركه فترة.
  - ٦- نضيف الراشح الى المترسب ونضيف (٤ مل) من حامض البركلوريك (Prechloric acid) ثم يتخوس بالتدريج بطريقة هادئة حتى تتصاعد اخضر برتقالية ثم صفراء حتى الجفاف.
  - ٧- المتبقي بعد هذه العمليات يوضع في فرن كهربائي بدرجة حرارة (٤٠٠ م) ولمدة ثلاث ساعات.
  - ٨- يظهر المتبقي بعد وضعه في الفرن بشكل مسحوق، نضع (٦٠ ملغم) من المسحوق على طعة معدنية (Planchet) المستعملة في الكاشف (ZnS) المستخدم لقياس اشعة الفا.
- تتكون منظومة القياس من بلورة نوع ZnS مرتبطة بمضاعف ضوئي ثم الى مجهز فولتية ومنها الى مضخم رئيسي ومنها الى جهاز (Scalar Ratemeter) لتسجيل النشاط الاشعاعي للبولونيوم.

## النتائج والمناقشة

يوضح الجدول رقم (١) معدل قيم تراكيز البولونيوم في النماذج المقارنة مع بعض التبوغ الاجنبية في البحوث المنشورة، والشكل (١) يوضح نتائج النماذج العراقية. ومن هذه التراكيز تم حساب التركيز المتبقي في الرنتين باستخدام النموذج الرياضي للرئة<sup>(٥،٤)</sup> حيث ان دقائق دخان السكاكر تتراوح اقطارها بين ٠,١-١,٠ مايكروميتر حيث تتركز بشكل كبير في القصبات الهوائية، ويوضح الجدول رقم (٢) قيم هذه التراكيز عندما تستنشق بنسب مئوية مختلفة من الدخان بعد ذلك تم حساب الجرعة الاشعاعية<sup>(٦)</sup> الناتجة عن البولونيوم المتبقي في الرنتين باستخدام المعادلة ادناه وعلى اساس ان الجرعة الناتجة عن تدخين علبتين ولمدة ٢٥ سنة وان هذه القيم موضحة في الجدول (٣) وهي اقل جرعة ممكنة لانها لم تأخذ بنظر الاعتبار الجرعة الناتجة عن الرصاص  $^{210}\text{Pb}$  وبنات البولونيوم  $^{210}\text{Po}$

$$D = R(t) \times CDE$$

D: الجرعة الممتصة (سيفرت)

CDE: معامل الجرعة نتيجة الاستنشاق (Committed Dose Equivalent) (سيفرت/بيكرل)

جدول (١): تراكيز البولونيوم في التبوغ العراقية مقارنة بالنتائج العالمية للتبوغ الاجنبية

التبوغ الاجنبية		التبوغ العراقية		
التركيز (بيكرل/غم)	النموذج	التركيز (بيكرل/غم)	النموذج	المنطقة
٠,٤١٦	روثمان	٠,٦٦	D-1	دهوك
٠,٣٠١	مارثورو	٠,٥١	S-1	سليمانية-بنجوين
٠,٥٥	كولدستار	٠,٤٠٣	A-2	اربيل-سيدكان
٠,٢٠٩	جيتانز	٠,٣٤	A-1	اربيل-شقاوة
٠,٣٠	جورجيا	٠,٣٢	B-1	بغداد-زعفرانية
		٠,٤٣	S-2	سليمانية-شهر بازا

يلاحظ من الجدول (١) بان تركيز البولونيوم  $^{210}\text{Po}$  في النماذج (S-1 و A-2) تتقارب بشدة كبير لان التربة لها نفس التركيب الجيولوجي وكذلك فان تراكيز البولونيوم في النماذج (B-1 و A-1) مقارنة لتساويه تربيا، اما نموذج (D-1) فان تركيز البولونيوم كبير جدا بسبب تربته الحاوية على نشاط اشعاعي عالي نسبيا.

وبمقارنة هذه النتائج مع نتائج السكاكر الاجنبية وسكاكر كولدستار الارمنية فان التراكيز متقاربة حيث يتراوح المعدل بين (٠,٣٦-٠,٤٤) بيكرل/غم.

جدول (٢): المتبقي من تراكيز البولونيوم في الجهاز التنفسي (الرئة) (بيكر/غم)

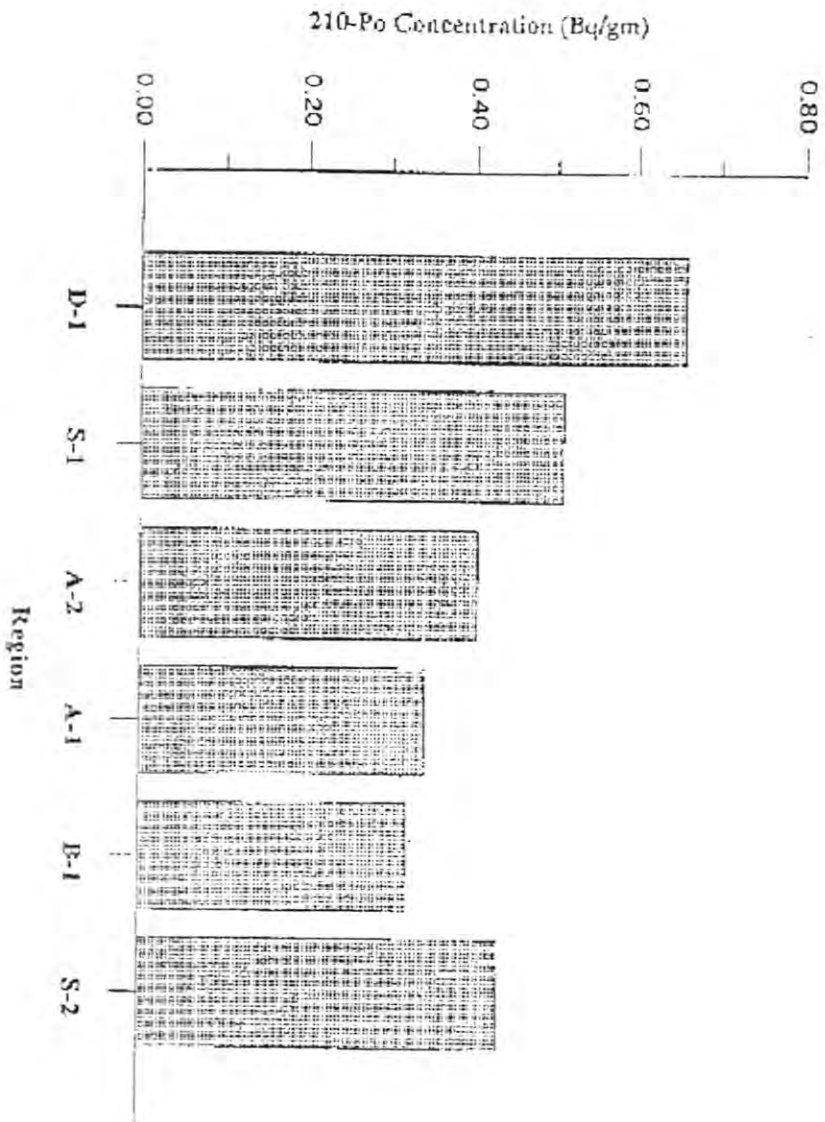
النموذج	R(t) بتركيز 100%	R(t) بتركيز 90%	R(t) بتركيز 50%	R(t) بتركيز 10%
D-1	٠,١١	٠,٠٩٩	٠,٠٥٥	٠,٠١١
S-1	٠,٠٨٥	٠,٠٧٧	٠,٠٤٢	٠,٠٠٨٥
A-2	٠,٠٦٧	٠,٠٦	٠,٠٣٣	٠,٠٠٦٧
A-1	٠,٠٥٧	٠,٠٥	٠,٠٢٨	٠,٠٠٥٧
B-1	٠,٠٥٣	٠,٠٤٨	٠,٠٢٦	٠,٠٠٥٣
S-2	٠,٠٧٢	٠,٠٦٥	٠,٠٣٢	٠,٠٠٧٢

الجدول (٣): الجرعة الممتصة والمتبقية في الرئتين

النموذج	D(S <sub>v</sub> ) R(t) %100	D(S <sub>v</sub> ) R(t) %90	D(S <sub>v</sub> ) R(t) %50	D(S <sub>v</sub> ) R(t) %10
D-1	٢,٧٨	٢,٥	١,٤	٠,٠٢٧
S-1	٢,١٤	١,٩٤	١,١	٠,٠٢٤
A-2	١,٦٩	١,٥٢	٠,٨	٠,٠١٦٨
A-1	١,٤٤	١,٣٧	٠,٧	٠,٠١٤٤
B-1	١,٣٤	١,٢١	٠,٦٤	٠,٠٣٤
S-2	١,٨٣	١,٦٤	٠,٩١	٠,٠١٨٢

ان كثير من الدراسات اوضحت بان معدل الوفيات الناتج عن سرطان الرئة لعمال المناجم المتعرضين الى بنات غاز الرادون المشع  $^{222}\text{Rn}$  بنسبة (٣%) عند التعرض الى جرعة مقدارها (٢٩٤) سيفرت خلال (٢٥) سنة، اما بالنسبة للبحوث عن المصابين بسرطان الرئة نتيجة التدخين فنقل النسبة التي (٠,٢%) والناتجة عن جرعة مقدارها (١٣) سيفرت عن تدخين علبتين يوميا ولمدة (٢٥) سنة<sup>(١)</sup>. ووضحت دراسة اخرى بان جرعة تصل الي (٠,٣) سيفرت تؤدي الى احتمال الاصابة بمرض السرطان.

بالنسبة للتبوغ العراقية فان الجرعة الناتجة عن التدخين عندما يستنشق (٥٠%) من الدخان ولمدة (٢٥) سنة تتراوح بين (٠,٦٤-١,٤) سيفرت. ان الجرعة لمسوح بيا والناتجة عن التعرض الداخلي (١) ملي سيفرت/سنة أي ان الجرعة الكلية تساوي (٠,٠٢٥) سيفرت/٢٥ سنة فتكون الجرعة الناتجة عن



شكل (1) توزيع تراكم اليورانيوم للمواقع المشعة المراقبة



تدخين التبوغ العراقية اكثر من الجرعة المسموح بها ولمدة (٢٥) سنة بمقدار يتراوح بين (٢٥-٥٦) مرة أي بمعدل (٣٨) مرة وهذا يتطابق بشكل جيد جدا مع الدراسات التي اوجدت ان معدل الوفيات الناتجة عن التدخين الثقيل (Heavy Smoking) تكون اكثر بمقدار (٤٠) مرة عن الوفيات لغير المدخنين<sup>(٧)</sup>.

ان العلاقة بين احتمال الاصابة بالسرطان والجرعة علاقة خطية لذلك فهما كانت الجرعة، فان احتمال الاصابة بالسرطان تبقى قائمة، اذ لوحظ عمليا ان دخان السكائر يترسب في البداية عند الاغشية المخاطية للقصبات الهوائية وخاصة عند تشعباتها ويؤدي هذا الترسب الي تكون بقع مختلفة الاشكال والسمك في تشعباتها، فيؤدي الي حدوث تغير في الغشاء السخاطي لجران القصبات الهوائية ويعتبر بمثابة الحافز للتكاثر الغير طبيعي لخلايا تلك المناطق<sup>(٨)</sup>.

وهناك عوامل مساعدة اخرى تزيد من احتمال الاصابة بسرطان الرئة عند المدخنين وهي:

١- يعتبر التدخين عامل مساعد للاصابة بسرطان الرئة حيث ان بنات الرادون  $^{222}\text{Rn}$  الموجودة طبيعيا في الجو سوف تمتز (Adsorped) على دقائق الدخان وتذوب في سوائل الجهاز التنفسي وتصل الي الرئتين لذلك فان المدخن والمعرض لدخان السكائر سيتعرض الي جرعة اضافية ناتجة عن هذه الحالة.

٢- تزداد احتمالية الاصابة بمرض سرطان الرئة للمدخنين بسبب المهنة حيث ان كثير من الدراسات اثبتت بان عمال الاسيست وعمال اللحام تزداد نسبة الاصابة بسبب زيادة استنشاق المواد السرطانية عن طريق التدخين.

٣- تزداد احتمالية الاصابة في المناطق ذات التلوث البيئي العالي والممدن المزدهمة بحركة مرور المركبات لاستنشاق المدخن للمواد الملوثة والمسرطنة.

## REFERENECES

1. K. Batarekh and D.K. Teherani. Determination of Polonium-210 in Cigarettes from Syria. J. Radiounal. Nucl. Chem., Letters, Vo. 117, P 75 (1987).
2. J. AL-Mudaires, I.S. Abdul-Bari, J. Sabol and C.M. Vasisht. Alpha activity measurement of cigarettes in Kuwait. Applied Radiation and Isotopes, Vol. 40, P. 467 (1989).
3. Edward P. Radford, J.R. and Vilma R. Hunt. Polonium-210 avolatile radioelement in cigarettes. Science Vol. 143, P. 247 (1964).
4. ICRP, Limits for intakes of radionuclides by workers. Viana Publication 30 (1979).
٥. عذاب ظاهر الكنانى و د. قدامة عبد الله الملاح. التأثيرات البيئية لمنشآت الطاقة النووية، جامعة بغداد (١٩٩٣).
6. IAEA. Safety Series. No. 30 (1996)
7. David Son. Text book of medicine. (1991).

## الاشعاع الشمسي الطيفي على السطوح الافقية لمدينة بغداد

مهدي الرياحي\*، فيسر جميل الجميلي\*\*، احمد سامي الحسابي\*\*

\* مركز بحوث الطاقة والبيئة - الجادرية ص.ب. 130256 بغداد/ العراق

\*\* الجامعة المستنصرية/ كلية العلوم - قسم الانواء الجوية

(استلم بتاريخ 22/7/2000، وقبل للنشر بتاريخ 27/9/2000)

### ABSTRACT

The aim of this research is to study the spectral solar radiation. The SPECTRAL2 model was used to compute the spectral values for direct normal, diffuse, and total solar radiation incident on horizontal surfaces for Baghdad city under cloudless sky conditions. These values were compared with the measured values. The comparisons showed the computed and measured values were in a good agreement for the integrated and broadband values of solar radiation. These results suggested that SPECTRAL2 model needs minor modifications so that it can be used for any wavelength band within the solar spectrum. The effect of meteorological factors on spectral solar radiation has been investigated. The results showed that relative humidity and visibility affect the direct normal and diffuse components while reflectivity affects only the diffuse component. The results also showed that the horizontal visibility is the dominant affecting factor.

### الخلاصة

يهدف هذا البحث الى دراسة طيف الاشعاع الشمسي حيث تم استخدام نموذج SPECTRAL2 لحساب القيم اللحظية لطيف الاشعاع الشمسي المباشر العمودي والمنتشر والكلي على السطوح الافقية لمدينة بغداد في حالات كون السماء خالية من الغيوم. قورنت نتائج هذا النموذج مع القيم المقاسة للاشعاع الشمسي لمدينة بغداد، وبينت نتائج هذه المقارنات بان القيم المحسوبة والقيم المقاسة كانت متقاربة ف حالتها القيم المتكاملة للاشعاع الشمسي ولقيم الاشعاع لحزم عريضة من الطيف الشمسي مما يدل على امكانية استخدام نموذج SPECTRAL2 لاي مدى من الأطوال الموجية بعد اضافة تعديلات على النموذج المستخدم. بينت نتائج دراسة تأثير العوامل الانوائية على طيف الاشعاع الشمسي ان لكل من الرطوبة النسبية ومدى الرؤيا تأثيرا على الاشعاع الشمسي المباشر العمودي والمنتشر وان الانعكاسية تؤثر فقط على الاشعاع المنتشر. كما دلت النتائج على ان مدى الرؤيا الافقية هو العامل الاكثر تأثيرا على طيف الاشعاع الشمسي.

## المقدمة

ان معظم التطبيقات التي تستخدم الطاقة الشمسية تتطلب معرفة قيم الاشعاع الشمسي الكلي المتكاملة للاطوال الموجية (3, 0-3, مايكرون، حيث توفر معلومات الاشعاع الكلي امكانية لوضع تخطيط بعيد المدى لكفاءة منظومات التدفئة والتبريد التي تستخدم الطاقة الشمسية. الا ان هناك العديد من التطبيقات التي تحتاج الى معلومات تفصيلية عن التوزيع الطيفي للاشعاع الشمسي وبالاخص عند دراسة كفاءة الخلايا الشمسية واختيار المواد التي توفر خصائص امتصاصية عالية في المدى طويل الموجة والتي تعرف عادة بالسطوح الانتقائية، اضافة الى العديد من المجالات الزراعية والهندسية التي تستخدم الاشعاع الشمسي.

تتوفر العديد من النماذج لحساب القيم اللحظية لطيف الاشعاع الشمسي الكلي والمباشر والمنتشر، وان معظم هذه النماذج هي نماذج معقدة ومطولة مثل نموذج سولتران Soltran، لوتران Lowtran، مودتران Modtran هايتران Hitran<sup>(1)</sup>. ان هذه النماذج تعتمد على افتراض تقسيم الغلاف الجوي الى عدة طبقات متوازية ومن ثم تتطلب معلومات تفصيلية ودقيقة حول التوزيع العمودي لتراكيز العوالق الجوية وبخار الماء والاوزون ومدى الرؤيا الأفقية. فضلا عن هذه النماذج هناك نماذج مبسطة تستخدم المعلومات الانوائية الاساسية التي تسجلها محطات الرصد السطحي، ومن افضل هذه النماذج هو نموذج SPECTRAL2 المعد من قبل بيرد وريوردان Bird & Riordan<sup>(2)</sup> لحساب شدة فيض الاشعاع الشمسي الكلي والمباشر والمنتشر على السطح الأفقي ولكل طول موجي ولاي وقت من اوقات النهار في حالة كون السماء خالية من السحب.

ان الهدف من هذا البحث هو دراسة امكانية تطبيق نموذج SPECTRAL2 للظروف المناخية والجوية لمدينة بغداد (خط العرض 33°14' شمالا، خط الطول 44°14' شرقا، الارتفاع 34 متر فوق مستوى سطح البحر) من خلال مقارنة نتائجه مع القياسات الفعلية للاشعاع الشمسي المتكامل (لجميع الاطوال الموجية) والطيفي لمدينة بغداد. كما يهدف البحث الى دراسة تأثير العوامل الفيزيائية والانوائية المهمة على طيف الاشعاع الشمسي.

## نموذج طيف الاشعاع الشمسي SPECTRAL2

في سنة 1984 قام بيرد Bird<sup>(3)</sup> بوضع نموذج بسيط، اطلق عليه اسم SPECTRAL لحساب طيف الاشعاع الشمسي المباشر العمودي والمنتشر على السطوح الأفقية عند سطح الارض وفي حالة كون السماء خالية من الغيوم، وقد استخدم هذا النموذج قانون بير Beer's Law ونتائج بحوث لكير Leckner<sup>(4)</sup> وبحوث برايند واقبال Brind & Iqbal<sup>(5)</sup> ولقد كانت نتائج هذا النموذج مقاربة جدا للنتائج المستحصلة من استخدام النماذج المطولة والمعقدة مثل Lowtran5<sup>(6)</sup> والتي كانت تعتمد بالاساس على

معادلات الانتقال الاشعاعي والتي تحتاج الى استخدام حاسبة كبيرة. وفي سنة ١٩٨٥ قام كل من جويستس وباريس Justus & Paris<sup>(٧)</sup> باضافة بعض التعديلات على نموذج Spectral من خلال تطبيق معادلات هاي وديفز Hay & Davies<sup>(٨)</sup> بحيث اصبح بالامكان استخدامه للسطوح المائلة. وفي سنة ١٩٨٦ قام بيرد ورايوردان Bird & Riodan<sup>(٩)</sup> باعتماد تعديلات جويستس وباريس اضافة الى عمل مقارنات للنموذج المحدثة للنماذج المطولة وكذلك مقارنات مع القياسات والبيانات المسجلة، وقد اطلق على هذا النموذج المعدل Spectral2. ان هذا النموذج يوفر حساب طيف الاشعاع الشمسي المباشر العمودي والمنتشر والكلي على السطوح الافقية عند سطح الارض وفي حالة كون السماء خالية من الغيوم حيث يمكن حساب طاقة طيف الاشعاع الشمسي لـ ١٢٢ طول موجي ضمن المدى (٠,٣-٤,٠) مايكرون.

لقد قام كل، من نليت واكرن Nullet & Ekern<sup>(٩)</sup> بمقارنة نتائج عدة نماذج مع القيم الفعلية للمتوسطات الشهرية للاشعاع الشمسي الكلي ولفترة احدى عشرة سنة لمنطقة هاواي واستنتجوا بان نتائج نموذج Spectral2 هي الانسب من بين جميع نتائج هذه النماذج. وقد قام سترافيسي Stravisi سنة ١٩٨٤<sup>(١٠)</sup> بتصميم برنامج بلغة فورتران لنموذج Spectral2. ان مجموعة البيانات المستخدمة في البرنامج مكونة من خمس مجاميع تمثل المجموعة الاولى توزيع الأطوال الموجية من (٠,٣-٤,٠) مايكرون لكل طول موجي، بينما تمثل المجموعة الثانية بيانات طيف الاشعاع الشمسي خارج حدود الغلاف الجوي المناظرة لكل طول موجي واما المجاميع الثلاثة المتبقية تمثل معاملات الامتصاص للغلاف الجوي لكل من بخار الماء والاوزون وخليط الغازات على التوالي لكل طول موجي.

تم في هذا البحث اجراء بعض التعديلات على هذا البرنامج بحيث يمكن استخدامه على الحاسب الشخصية وتنفيذه باستخدام المترجمات المتوفرة محليا اضافة الى جعل امكانية الاستفادة منه لحساب طيف الاشعاع الشمسي المتكامل والاشعاع الشمسي ضمن حزم طيفية عريضة.

### مقارنة نتائج نموذج Spectral2 مع القياسات الفعلية لمدينة بغداد

استخدمت بيانات الاشعاع الشمسي المباشر العمودي والاشعاع الكلي على السطح الافقي المتكامل والظيفي لحزم عريضة من الطيف الشمسي المصنفة عالميا وهي  $\lambda > 530\text{nm}$ ،  $\lambda > 630\text{nm}$ ،  $\lambda > 695\text{nm}$  المسجلة لدى مركز بحوث الطاقة والبيئة/ الجادرية-بغداد، بالاضافة الى العناصر الجوية مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية وغيرها لغرض المقارنة مع نتائج نموذج Spectral2 للاشعاع المباشر العمودي والكلي والمنتشر.

تبين الاشكال (١) و(٢) مقارنة القيم الساعية المتكاملة للاشعاع المباشر العمودي و الكلي ومنتشر على السطح الافقي لاشهر مختلفة من فصول السنة لمدينة بغداد خلال الايام الخالية من الغيوم. يلاحظ من الشكلين (١) و (٢) ان هناك تقارب واضح بين القيم الفعلية المقاسة والمستخرجة من النموذج ويعود سبب الفروقات البسيطة بين القيم المحسوبة والمقاسة الى عاملين اساسيين هما: الاول هو ان معطيات النموذج

مهدي الرياحي وجماعته

تمثل القيم الطيفية للاشعاع وليست القيم المتكاملة، لذا فقد تم في هذه الدراسة بحث إمكانية الاعتماد على نموذج Spectral2 في حساب القيم الساعية المتكاملة لمركبات الاشعاع الشمسي، والثاني هو ان المدخلات المستخدمة في النموذج تحدد كمية الاوزون والمحتوى المائي للغلاف الجوي وعامل عكسة انكستروم والرقم الاسي للطول الموجي لعكسة انكستروم في حالة الجو القياسي والتي لا يمكن تحديدها بدقة عند اختيار القيم المقاسة وان كان النموذج يعتمد على بعض المترجمات التي يمكن توفرها محليا مثل درجة الحرارة والرطوبة النسبية ومدى الرؤيا الأفقية وغيرها. ان الاشعاع الشمسي المنتشر يتأثر بدرجة اكبر بهذه العوامل ويبدو ذلك واضحا من الشكل (٢) من خلال ملاحظة الفروقات بين القيم المقاسة والمحسوبة. اما الشكل (٣) فيبين مقارنات القيم المحسوبة والمقاسة لطيف الاشعاع الكلي لحزم عريضة مختارة باستخدام مرشحات سكوت البصرية الملونة Schott filter وهي OG530 ، RG630 ، RG695 مع اجهزة قياس ابلي بايرنوميتر Epply Pyranometer وللاشهر اذار وتموز. في حالة طيف الاشعاع الكلي فان القيم المحسوبة والمقاسة بشكل عام تكاد تكون متطابقة تماما لجميع ساعات النهار ولجميع اشهر السنة، اما ظهور بعض الفروقات البسيطة فكما ذكرنا سابقا يعزى الى ان النموذج يعطي نتائج لقيم ضيقة جدا من حزم الأطوال الموجية (لكل ٠,٠٥ مايكرون) وليس لقيم عريضة كما هو في حالة القيم المقاسة. يستدل من هذه النتائج انه يمكن الاعتماد على نموذج Spectral2 في حساب القيم الساعية المتكاملة ولحزم طيفية عريضة لمركبات الاشعاع الشمسي وبدقة مقبولة وفي ذلك فائدة كثيرة للعديد من التطبيقات الهندسية والزراعية حيث من النادر توفر قياسات لطيف الاشعاع الشمسي في أي منطقة من مناطق القطر.

#### تأثير بعض العوامل الفيزيائية والانوائية على طيف الاشعاع الشمسي

لغرض دراسة تأثير الكتلة الهوائية البصرية على مركبات طيف الاشعاع الشمسي فقد تم حساب طاقة فيض الاشعاع الشمسي لهذه المركبات كدالة للطول الموجي لساعات مختلفة من النهار للفترة من الساعة ٧ صباحا وحتى ١٢ ظهرا حسب التوقيت المحلي عند الاعتدالين الربيعي والخريفي والانقلابين الصيفي والشتوي لمدينة بغداد وعلى افتراض ثبوتية جميع المدخلات في البرنامج وتغيير العامل المطلوب دراسة. يبين الشكل (٤) طيف الاشعاع الشمسي الكلي على السطح الأفقي لساعات النهار المختلفة، حيث تمثل المنحنيات من الاسفل الى الاعلى ساعات النهار من شروق الشمس وحتى منتصف النهار (٦-١٢ خلال شهر حزيران، ٨-١٢ خلال شهر كانون الاول، ٧-١٢ خلال شهري اذار و ايلول). بشكل عام نلاحظ ان قيم الاشعاع تكون قليلة خلال ساعات النهار الاولى ثم تتراد مع مرور الوقت حتى تصل اكبر قيمة لها عند منتصف النهار ويعزى سبب ذلك الى تغيير انمسار البصري للكتلة الهوائية حيث من المعلوم ان مسار الاشعة يكون اطول في الساعات الاولى من النهار ثم يبدأ بالنقصان تدريجيا الى ان يصل الى اقصر مسار عند الظهيرة، كما نلاحظ ان هذه الزيادة غير منتظمة من ساعة الى اخرى خلال اشهر السنة

وذلك بسبب اختلاف، قيمة سمت الشمس وزاوية ميلان الشمس مع اوقات السنة. وعلى العموم فان قيمة الاشعاع الكلي تكون اعلى خلال شهر تموز من بقية اشهر السنة.

لمعرفة أي العوامل الانوائية اكثر تأثيرا على طيف الاشعاع الشمسي فقد تم دراسة تأثير انعكاسي السطح والرطوبة النسبية خلال الايام الخالية من السحب والصافية (مدى الرؤيا الافقية ٢٥ كيلومتر) على مركبات طيف الاشعاع الشمسي بالاضافة الى دراسة تأثير مدى الرؤيا الافقية. تم اختيار الساعة ١٢ ظهرا من شهر حزيران لغرض المقارنة، كما وجدنا من الضروري ادراج طيف الاشعاع المباشر العمودي خارج حدود الغلاف الجوي ضمن جميع الاشكال باعتباره المرجع الرئيس للمقارنات لعدم تاثره بساي من هذه العوامل. يبين الشكل (٥) تغير مركبات الاشعاع الشمسي كدالة للطول الموجي وقيم مختلفة من الانعكاسية السطحية للارض ٠،١٥، ٠،٢٠، ٠،٢٥، ٠،٣٠، ليوم ٢١ حزيران الساعة ١٢ ظهرا، يتضح من الشكل ان الاشعاع الشمسي المباشر العمودي لا يتأثر بتغيرات انعكاسية سطح الارض لكونه يمثل الجزء المباشر المستلم من الشمس. اما بالنسبة للاشعاع الشمسي المنتشر فان قيمته تزداد مع زيادة الانعكاسية وبالخصرص في المنطقة فوق البنفسجية والمنطقة المرئية من الطيف الشمسي، وبالنسبة للاشعاع الكلي فانه يتأثر بالانعكاسية نتيجة كونه يشمل على محصلة المجموع الجبري للاشعاع الشمسي المباشر والمنتشر.

يبين الشكل (٦) تأثير الرطوبة النسبية على مركبات طيف الاشعاع الشمسي ليوم ٢١ حزيران الساعة ١٢ ظهرا، وتمثل المنحنيات من الاسفل الى الاعلى نسب الرطوبة ١٠٠، ٧٥، ٥٠، ٢٥، ٠ بالمائة على الترتيب. نلاحظ ان المنحنيات لتتأثر بدرجة كبيرة مع تغير نسب الرطوبة النسبية لكل مركبات الطيف الشمسي وان التأثير يبدو اكثر وضوحا في المنطقة تحت الحمراء من الطيف الشمسي والتي تقع ضمنها حزم الامتصاص بمكونات الغلاف الجوي.

يوضح الشكل (٧) تأثير تغيرات مدى الرؤيا الافقية على مركبات طيف الاشعاع الشمسي ليوم ٢١ حزيران الساعة ١٢ ظهرا، ونظرا لكون النموذج Spectral2 معد لجو تكون فيه السماء خالية من الغيوم فان قيمة مدى الرؤيا الافقية تمثل درجة صفاء الجو من الاتربة والعوالق الجوية الأخرى. تمثل المنحنيات في الشكل قيم مختلفة من الرؤيا الافقية ٥، ١٠، ١٥، ٢٠، ٢٥ كيلومتر لمركبات طيف الاشعاع الشمسي. نلاحظ من الشكل ان طيف الاشعاع الشمسي المباشر العمودي يتأثر بتغير مدى الرؤيا الافقية بشكل واضح وكذلك، طيف الاشعاع المنتشر، حيث يلاحظ ان قيمة الاشعاع المباشر العمودي تكون واطن وغير محسوسة لكل الاطوال الموجية عندما يكون مدى الرؤيا الافقية ٥ كيلومتر (المنحنى السفلي) فحين نجد ان قيمة الاشعاع تزداد بزيادة مدى الرؤيا الافقية حتى تصل اعلى قيمة لها عند مدى الرؤيا الافقية ٢٥ كيلومتر. على العكس من ذلك يلاحظ ان قيم الاشعاع المنتشر تكون كبيرة جدا لكل الاطوال الموجية عند مدى الرؤيا الافقية ٥ كيلومتر (المنحنى العلوي) أي عندما يكون الجو محملا بالعوالق الجوية، وهذا امر طبيعي حيث ان زيادة دقائق الهباء الجوي تؤدي الى استطارة وتشتت معظم الاشعاع الشمسي الوارد من

مهدي الرياحي وجماعته

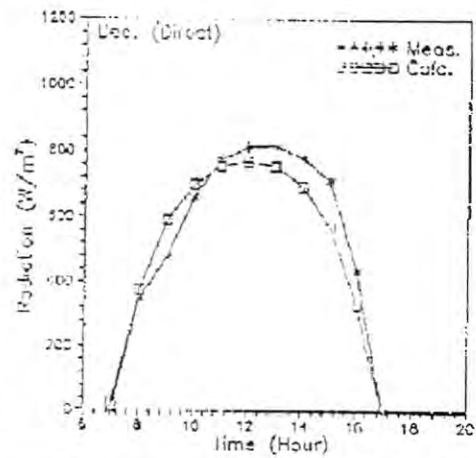
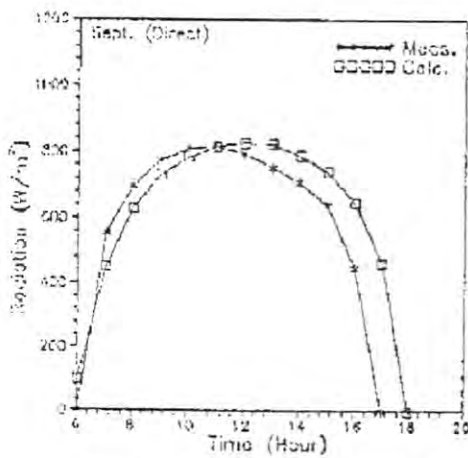
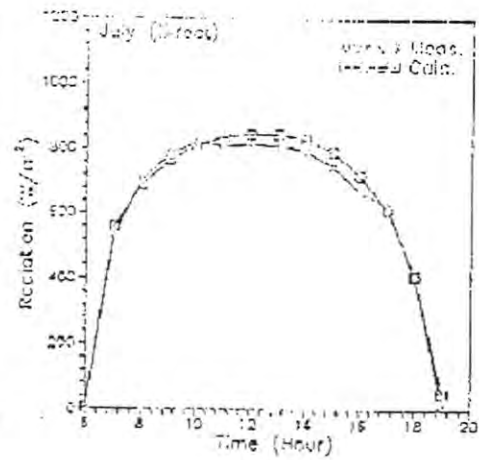
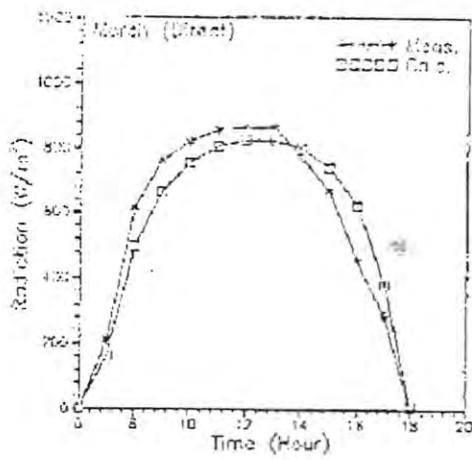
الشمس وتغيير خصائصه الى اشعاع منتشر في الجو. عندما يزداد مدى الرؤيا الأفقية فذلك يعني صفاء الجو ونقاوته من الملوثات وبالتالي تقل عملية الاستطارة وامتشتت ونقل تبعاً له طاقة الاشعاع المنتشر ويمكن ملاحظة ذلك بوضوح في المنحني السفلي لطيف الاشعاع المنتشر الذي يمثل قيم الاشعاع عند مدى الرؤيا الأفقية ٢٥ كيلومتر. ان تأثير مدى الرؤيا الأفقية على طيف الاشعاع الشمسي المباشر العمودي والمنتشر يتوقف بدرجة كبيرة على التوزيع الحجمي لدقائق الهباء الجوي التي هي دالة للطول الموجي ويبدو هذا التأثير واضحاً على الأطوال الموجية في المنطقة المرئية وتحت الحمراء من الطيف لكل من الاشعاع المباشر العمودي والمنتشر.

من خلال مقارنة الاشكال (٥)، (٦) مع الشكل (٧) يمكن ملاحظة ان مدى الرؤيا الأفقية هو العامل الأكثر تأثيراً على مركبات الاشعاع الشمسي من بين العوامل الثلاثة. حيث نجد ان طاقة الاشعاع الشمسي المباشر عند ذروة الانبعاث الطيفي (٠,٤٨ مايكرون) لا تتأثر بانعكاسية السطح ولا باختلاف الرطوبة النسبية وتقدر قيمته عند هذا الطول الموجي بحدود  $1250 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$ . اما تأثير مدى الرؤيا الأفقية على الاشعاع المباشر فيبدو واضحاً من خلال تغير قيمة الاشعاع ما بين  $20 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  عند مستوى ٥ كيلومتر لمدى الرؤيا الأفقية الى حوالي  $1250 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  عند المستوى ٢٥ كيلومتر لذروة الانبعاث الطيفي، ويمكن من المقارنة ايضاً ملاحظة ان قيمة الاشعاع المنتشر تتغير بشكل طفيف مع تغير الانعكاسية وتتراوح ما بين  $550 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  للانعكاسية ٠,١ الى  $650 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  للانعكاسية ٠,٣ عند ذروة الانبعاث الطيفي، وتبقى قيمة الاشعاع المنتشر ثابتة لا تتغير مع قيم الرطوبة النسبية وتقدر بحوالي  $600 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  لذروة الانبعاث الطيفي. في حين نجد ان قيمة الاشعاع المنتشر تتأثر بدرجة كبيرة جداً بتغير قيم مدى الرؤيا الأفقية، حيث ان قيمة الاشعاع المنتشر لذروة الانبعاث الطيفي تبلغ  $600 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  عند مدى الرؤيا الأفقية ٢٥ كيلومتر وتزداد هذه القيمة كلما قلت قيم مدى الرؤيا الأفقية حتى تصبح بحدود  $1150 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  عند مدى الرؤيا الأفقية ٥ كيلومتر، وهذا بالتأكيد تغير ملموس جداً وخاصة بالنسبة للاشعاع المنتشر.

## الاستنتاجات

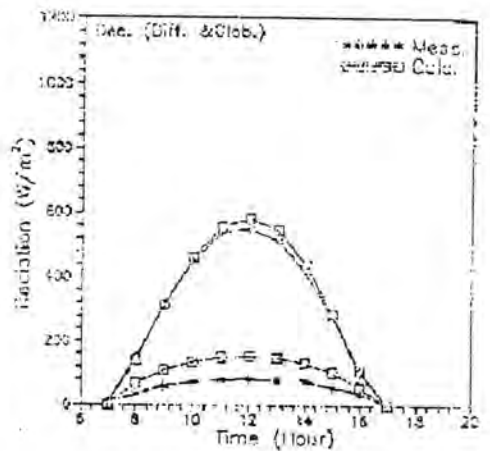
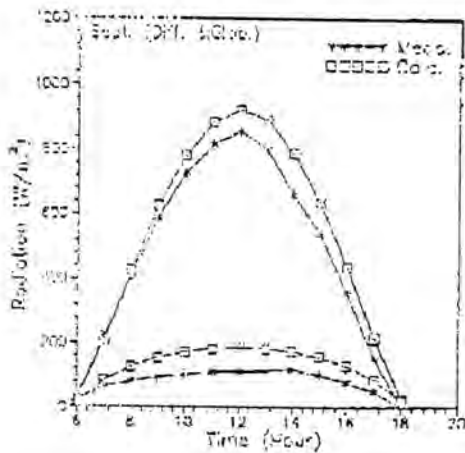
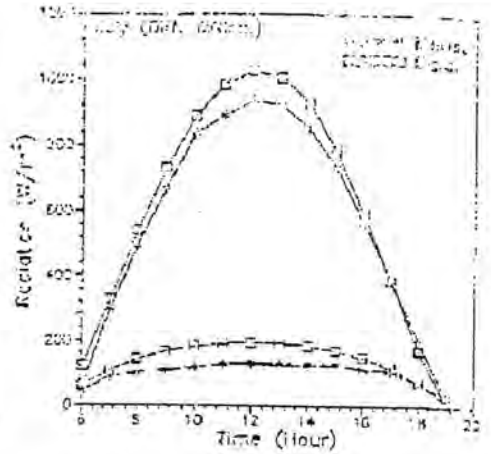
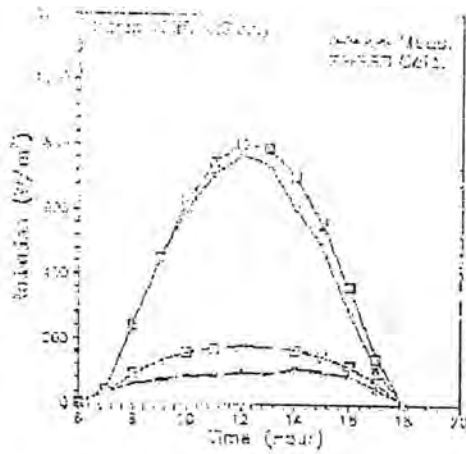
يمكن تلخيص اهم النتائج التي توصلت اليها هذه ادراسة بما يأتي:

اولاً: بالامكان استخدام نموذج Spectral2 لحساب القيم المتكاملة لمركبات طيف الاشعاع الشمسي وكذلك لحزم طيفية عريضة لاي وقت من اوقات النهار خلال ايام السنة. بينت النتائج ان هناك تقارب واضح بين القيم المحسوبة والمقاسة مما يدل على امكانية الافادة من مخرجات النموذج لحساب مركبات الاشعاع الشمسي لطول موجي معين او لحزمة طيفية عريضة او للاشعاع المتكامل.

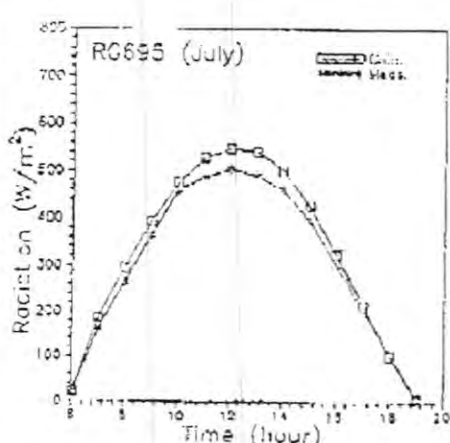
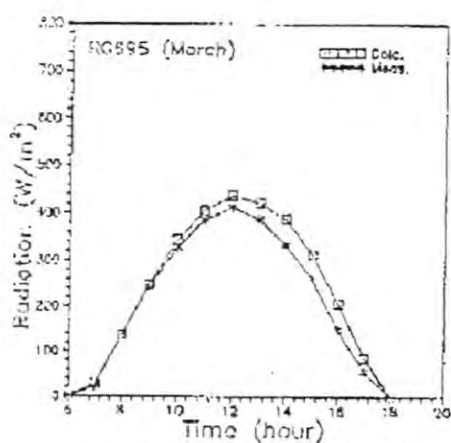
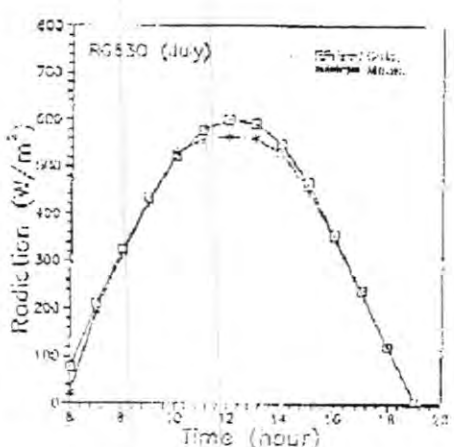
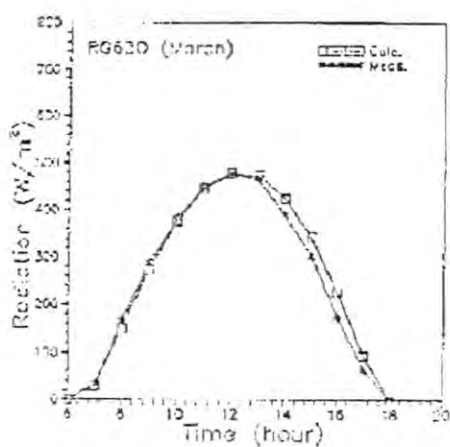
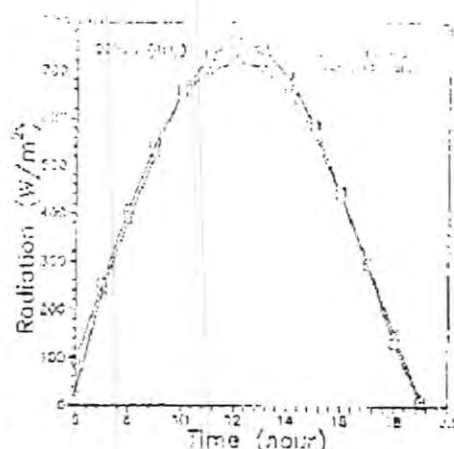
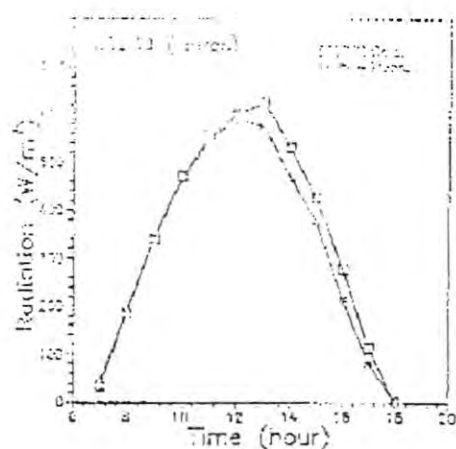


الشكل (1) مقارنات القيم الساعية المتكاملة المقاسة للاشعاع الشمسي المباشر العمودي (Direct) مع القيم المحسوبة للاشهر آذار، تموز، ايلول، كانون أول خلال الايام الصاحية لمدينة بغداد.





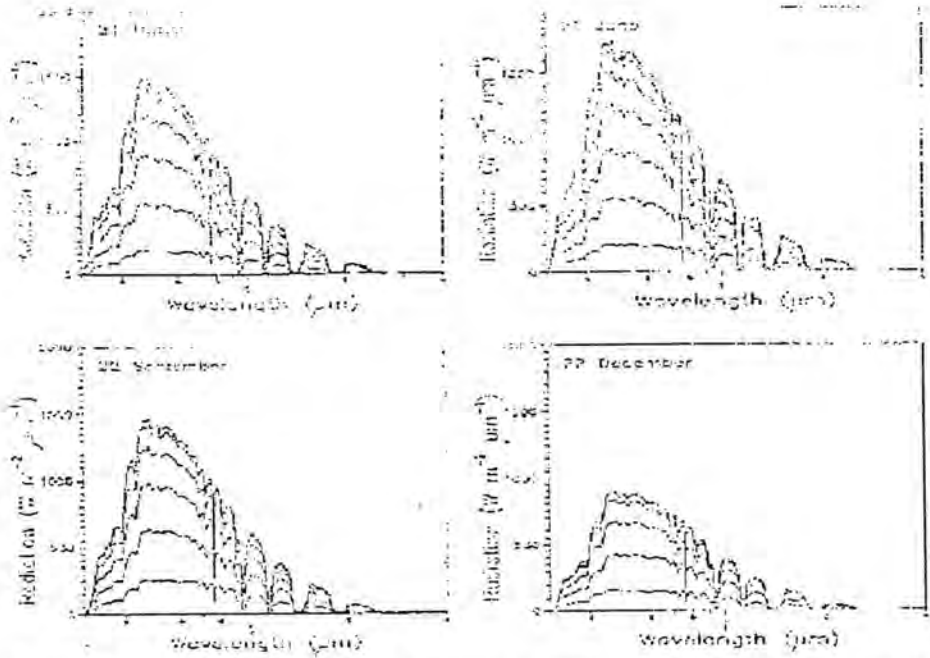
الشكل (2) مقارنات القيم الساعية المتكاملة المقاسة للإشعاع الشمسي الكلي (Glob.) والمنتشر (Diff.) مع القيم المحسوبة للأشهر آذار، تموز، أيلول، كانون أول خلال الأيام الصاحية لمدينة بغداد.



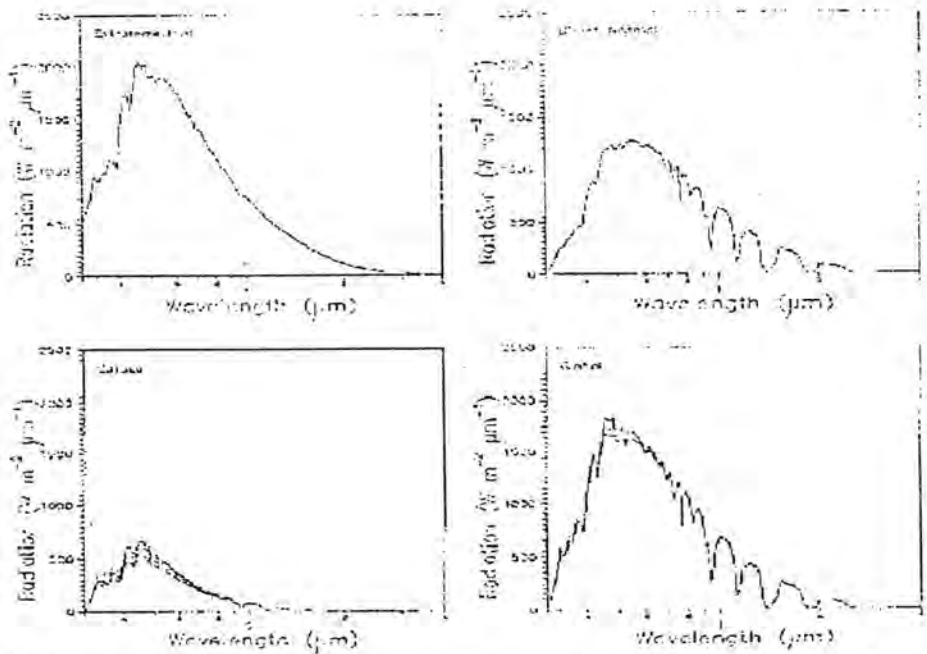
الشكل (3) مقارنات القيم الساعية المقاسة لطيف الإشعاع الكلي لحرم عريضة متتارة ( $\lambda > 965 \text{ nm}$ ,  $\lambda > 630 \text{ nm}$ ,  $\lambda > 530 \text{ nm}$ ) مع القيم المحسوبة للأشهر

أذار وتموز وخلال الأيام السياحية لمدينة بغداد.

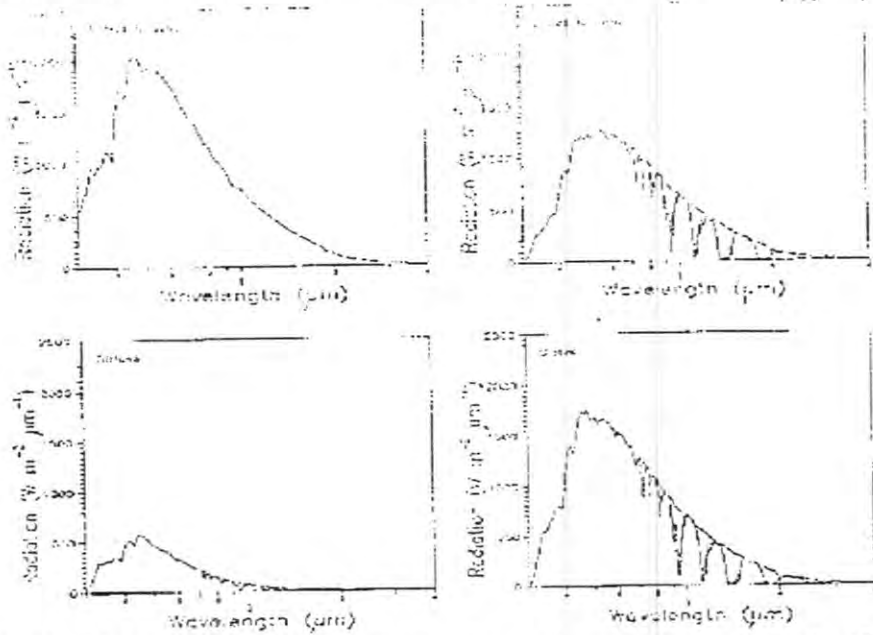
مهدي الرياحي وجماسته



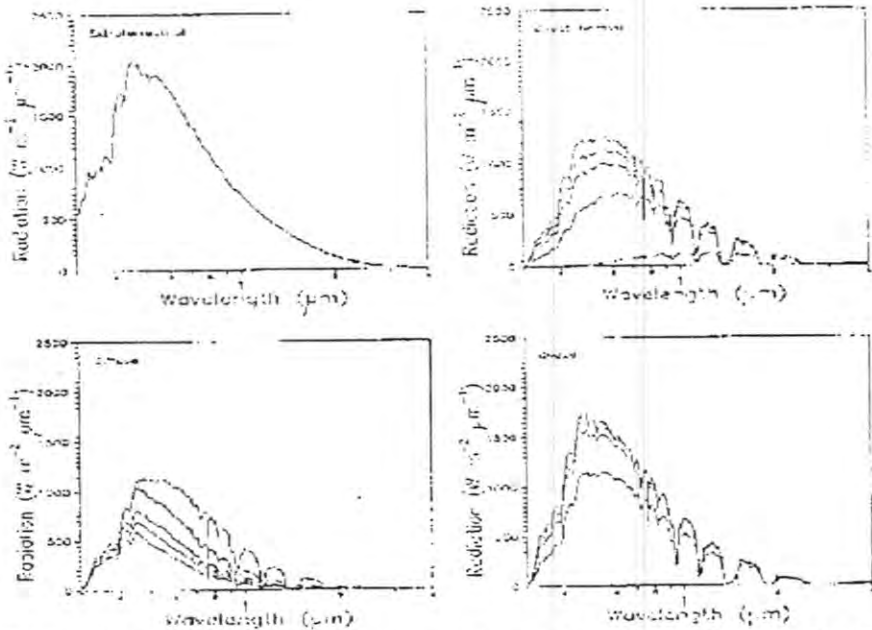
الشكل (4) طيف الاشعاع الشمسي الكلي لساعات مختلفة من النهار لأشهر آذار، حزيران، أيلول، كانون أول خلال الأيام العاصية لمدينة بغداد (المنحنى العلوي يمثل الساعة 12 ظهرا).



الشكل (5) طيف مركبات الاشعاع الشمسي النسم مختلفة من الانعكاسية (0.20, 0.15, 0.10, 0.30, 0.25) ليوم 21 حزيران الساعة 12 ظهرا لمدينة بغداد (المنحنيات من الاسفل الى الأعلى على التوالي)



الشكل (6) طيف مركبات الاشعاع الشمسي لقيم مختلفة من الرطوبة النسبية (25، 50، 75، 100) ، 0 بالمانعة ) ليوم 21 حزيران الساعة 12 ظهرًا لمدينة بغداد ( المنحنيات من الأسفل الى الأعلى على التوالي).



الشكل (7) طيف مركبات الاشعاع الشمسي لقيم مختلفة من مدى الزوايا الأفقية (5، 10، 15، 20، 25 ك.اومتر ) ليوم 21 حزيران الساعة 12 ظهرًا لمدينة بغداد.

مهدي الرياحي وجماعته

ثانياً: ان نتائج دراسة العوامل الانوائية المؤثرة على مركبات طيف الاشعاع الشمسي بينت ان الرطوبة النسبية تؤثر على طيف الاشعاع الشمسي ضمن منطقة الاشعة تحت الحمراء التي تتواجد فيها حزم الامتصاص من مكونات الغلاف الجوي. اما بالنسبة لانعكاسية سطح الارض فقد وجد بانها تؤثر فقط على طيف الاشعاع الشمسي المنتشر. كما دلت النتائج على ان مدى الرؤيا الأفقية هو العامل الاكثر تاثيراً على طيف الاشعاع الشمسي من بين العوامل الثلاثة ويلعب دوراً كبيراً في زيادة او تقليل طاقة فيض الاشعاع الشمسي الوارد الى سطح الارض.

## REFERENCES

1. R. Goody and A. Sobei, A graduate radiation course based upon numerical methods. Bulletin of American Meteorological Society 77, 2919-2924 (1996).
2. R.E. Brid and C. Riordan, Simple solar spectral model for direct and diffuse irradiance on horizontal and tilted planes at the earth's surface for cloudless atmosphere. J. Climate and Applied Meteorology 25, 87-97 (1986).
3. R.E. Brid, A simple solar spectral model for direct normal and diffuse horizontal irradiance. Solar Energy 32, 416-471 (1984).
4. Bo Leckner, The spectral distribution of solar radiation at the earth's surface-Elements of a model. Solar Energy 20, 143-150 (1978).
5. P.T. Brind and M. Iqbal, Solar spectral diffuse irradiance under cloudless skies, The Renewable Challenges 2, 1271 (1982).
6. F.X. Kneizys and E.P. Shettel, Atmospheric Transmittance radiation computer code Lowtran 5. Tech. Rep. AFGL-TR 80-0067 US Air Force Geophysics Laboratory (1980).
7. G.G. Justus and M.V. Paris, A model for spectral irradiance and radiation at bottom and top cloudless atmosphere. J. Climate and Applied Meteorology 24, 193-205 (1985).
8. J.E. Hay and J.A. Davies, Calculation solar radiation incident on inclined surfaces. Proc. First Canadian solar radiation data workshop Toronto; Ontario, Canada (1978).
9. D. Nullet and P.C. Ekern, Modeling clear day insulation at sea level in Hawaii. Solar Energy 40, 187-189 (1988).
10. F. Stravisi, Fortran routines for the computation of clear sky solar direct and diffuse spectral irradiance at the ground. International Centre for Theoretical Physics ICTP, Terestie, Italy (1984).