التوقيت الزمني الأوفق لتتابع الأعمال في العمليات الانتاجية (II)

سعدية مراد مكي، يوسف محمد عثمان
قسم الرياضيا ت، كلية العلوم ،جامعة بغداد
قسم الرياضيات ،كلية التربية ، جامعة بغداد

الخلاصة

الموضوع المعالج يتضمن مراحل عمل متتابعة لعمليات انتاجية تتم بشكل متعاقب وتجري عمليات على المنتوج ضمن كل مرحلة قبل انتقاله نحو المرحلة الاتية فيمكن القول ان هذه الدراسة امتداداً لما جاء في (1). ففي (1) تمت دراسة مسألة التوزيع الاوفق للاعمال المختلفة على المكائن والعمال في العمليات الانتاجية في حين ان هذه الدراسة تعالج التوقيت الزمني الاوفق لتتابع الاعمال لهذه العمليات مفترضين ان الاعمال قد تم توزيعها على المكائن والعمال (2). وضعت صياغة رياضية للمسألة قيد الدراسة من حيث تعريف " دالة الهدف OBJECTIVE FUNCTION" بحيث يتم انجاز العمل الكلي المطلوب في اقصر وقت ممكن .وقد اخذ بنظر الاعتبار عدم قابلية العامل او الماكنة من انجاز عملين في آن واحد ،وعدم القدرة على الابتداء بمرحلة ما قبل ان تتم المرحلة التي قبلها ، حيث وضعت هذه الشروط بصيغ رياضية تشكل ضوابط – Conditions– للمسألة الاوفقية – Optimization problem– . صيغت المسألة اعلاه بصورة عامة اولاً يمكن تطبيقها على اي مسألة للتوقيت الزمني الاوفق لتتابع الاعمال في العمليات الانتاجية .ثم اخذ التطبيق الواقعي في عمليات الطباعة والذي سبق ان عرض في (1) كنموذج لمسألة التوزيع الاوفق في العمليات الانتاجية . وقد استعملت نتائج الدراسة في (1) كمدخلات (Inputs) بالنسبة للمسألة قيد المعالجة .

الوصف العام للمسألة (2): احدى المنشآت تقوم بانتاج عدد معين من المنتوجات (products) وان العمل لانتاج اي منها يتم بشكل مراحل (stages) وفي كل مرحلة

تجري على المنتوج عدة عمليات (operations). ولنفترض ان جميع الاعمال اللازمة لهذا الغرض قد وزعت على المكائن والعمال .

والغرض من الدراسة هو التوقيت الزمني لابتداء جميع العمليات وبجميع المراحل بحيث يتم الانتاج الكلي باقصر وقت ممكن بشرط انه:

(أ) لا يجوز قيام العامل (الماكنة) بعملين في آن واحد .

(ب) لا يجوز الابتداء بمرحلة ما على منتوج معين قبل الانتهاء من المرحلة السابقة لها على ذلك المنتوج .

المسألة : التوقيت الزمني الاوفق لتتابع الاعمال في عملية الطباعة

وصف المسألة : تتضمن عملية الطباعة ثلاث مراحل عمل متتالية فيمكن اتخاذها كحالة خاصة مما سبق تفصيله في (2) وكالاتي :

ان المطبعة تقوم بطباعة الكتب المختلفة وتتم كل عملية ضمن مرحلة والتي هي : مرحلة الاعداد ، الطباعة والتصحيف .ليكن عدد الكتب التي تقوم المطبعة بانتاجها كما جاء في (1) ثلاثة وهذا يعني ان N=3 وعليه فالكتب هي : P_1,P_2,P_3 . اما مراحل العمل فعددها ثلاثة كذلك وهي :

المرحلة الاولى : (stage I): تتضمن المرحلة الاولى ثلاث عمليات هي : عملية التنضيد التصويري ، عملية تصوير الرسوم البيانيةعملية تصوير الخرائط للكتب .

ولنرمز للعملية الاولى بالحرف "A" وهي عملية التنضيد التصويري . وهناك ثلاثة عمال يقومون باجراء العملية الاولى كما مذكور في الجدول (1).

ولنرمز بـــ : st Air لزمن ابتداء العامل r عند قيامه بالعمل على الكتاب Pi في العملية الاولى A.حيث : i=1,2,3 و r =1,2,3 وعليه يكون :

زمن ابتداء العامل الاول من الذين يقومون بالعملية الاولى A في المرحلة الاولى على الكتب الثلاثة p_1,p_2,p_3	زمن ابتداء العامل الاول عند قيامه بالعمل على الكتاب الاول P_1 في العملية الاولى StA_{11} زمن ابتداء العامل الاول عند قيامه بالعمل على الكتاب الاول P_2 في العملية الاولى StA_{21} زمن ابتداء العامل الاول عند قيامه بالعمل على الكتاب الاول P_3 في العملية الاولـــى StA_{31}

وبالطريقة نفسها يكون زمن ابتداء العاملين الاخرين في العملية الاولى A . ولنرمز للعملية الثانية بالحرف "B" وهي عملية تصوير الرسوم البيانية وهناك اربعة عمال يقومون باجراء العملية الثانية كما مذكور في الجدول رقم (1).ولنرمز بـــ : st Bir لزمن ابتداء العامل r عند قيامه بالعمل على الكتاب Pi في العملية الثانية B .حيث :

i=1,2,3 و r =1,2,3,4 وعليه يكون:

زمن ابتداء العامل الاول من الذين يقومون بالعملية الثانية B في المرحلة الاولى على الكتب الثلاثة: p_1,p_2,p_3	زمن ابتداء العامل الاول عند قيامه بالعمل على الكتاب الاول P_1 في العملية الثانية StB_{11} زمن ابتداء العامل الاول عند قيامه بالعمل على الكتاب الثاني P_2 في العملية الثانية StB_{21} زمن ابتداء العامل الاول عند قيامه بالعمل على الكتاب الثالث P_3 في العملية الثانية StB_{31}

وعلى المنوال نفسه ، يمكن ترميز زمن ابتداء العمال في العملية الثالثة "D" وهي عملية تصوير الخرائط. ومما جاء في (1) جدول رقم (3) نرى ان العمل قد وزع على العاملين الثاني والثالث فقط في العملية A (عملية التنضيد التصويري) اذ نجد ان العامل الثاني ملزم بانجاز (28) وحدة من الكتاب الاول و (40) وحدة من الكتاب الثالث في حين ان المطلوب من العامل الثالث انجاز (4) وحدات من الكتاب الاول .

وعليه سيكون زمن ابتداء العامل الثاني في العملية الاولى بالعمل على الكتابين P_1 و P_3 (الكتاب الاول والثالث) وفق العلاقة الاتية :

اما $St\ A_{12} + TA_{12} \leq st\ A_{32}$ .....[1]

أو $St\ A_{32} + TA_{32} \leq st\ A_{12}$ .....[2]

ولكن من الجدولين رقم (2) و(3) نجد ان t_{12}=25 mint وان عدد الوحدات المنتجة من قبل العامل الثاني في العملية الاولى A =28 (unit وحدة) وعليه يمكن حساب TA_{12}، حيث :

TA_{12} = (عدد الوحدات المنتجة) (t_{12} الزمن المستغرق لانتاج الوحدة الواحدة)

TA_{12} = (28 unit) (25 mint) = 700 mint

TA_{32} = (40 unit) (25 mint) = 1000 mint وبالطريقة نفسها يكون

وعليه بالتعويض تصبح العلاقتان

اما $stA_{12}+700 \le stA_{32}$

أو $stA_{32}+1000 \le stA_{12}$

وبالامكان التعبير عن العلاقتين (الضابطين) 1و2 اعلاه بموجب الصيغة الاتية :

$\alpha_{13}(stA_{12}+700)+(1-\alpha_{13})(stA_{32}+1000)+(\alpha_{13}-1)stA_{12}-\alpha_{13}(stA_{32}) \le 0$ .....[14]

وهكذا فيمكن كتابة العلاقات الاخرى المماثلة للعمال الاخرين الذين يقومون بالعمل على كتابين او اكثر باتباع الاسلوب نفسه .بما ان العامل الثاني في العملية "D" يقوم بالعمل على الكتابين P_3 , P_2 (الكتاب الثاني والثالث) فان العلاقة تكون كالاتي :

$\alpha_{23}(stD_{22}+1260)+(1-\alpha_{23})(st\ D_{32}+450)+(\alpha_{23}-1)stD_{22}-\alpha_{23}(st\ D_{32}) \le 0$ .....[15]

وبما ان العامل الرابع في العملية "D" يقوم بالعمل على الكتابين P_2,P_1(الكتاب الاول و الثاني) فان العلاقة تكون كالاتي :

$\alpha_{12}(stD_{14}+792)+(1-\alpha_{12})(st\ D_{24}+912)+(\alpha_{12}-1)stD_{14}-\alpha_{12}(st\ D_{24}) \le 0$ .....[16]

الزمن الحرج للمرحلة الاولى بالنسبة للمنتوج (الكتاب الاول)$S_1Ct_1=P_1$

$$S_1Ct_1=\max\begin{Bmatrix} stA_{11}+0, stA_{12}+700, stA_{13}+80; \\ stB_{11}+0, stB_{12}+0, stB_{13}+0, stB_{14}+0; \\ stD_{11}+0, stD_{12}+0, stD_{13}+1710, stD_{14}+792 \end{Bmatrix}$$

وبالطريقة نفسها نحسب

الزمن الحرج للمرحلة الاولى بالنسبة للمنتوج (الكتاب الثاني)$S_1Ct_2=P_2$

الزمن الحرج للمرحلة الاولى بالنسبة للمنتوج (الكتاب الثالث)$S_1Ct_3=P_3$

وبعد التبسيط تصبح كالاتي :

$$S_1Ct_1=\max\begin{Bmatrix} stA_{12}+700, stA_{13}+80, stD_{13}+1710, \\ stD_{14}+792 \end{Bmatrix} \text{.....[17]}$$

$$S_1Ct_2=\max\{stB_{23}+1120, stD_{22}+1260, stD_{24}+912\} \text{.....[18]}$$

$$S_1Ct_3=\max\{stA_{32}+1000, stD_{31}+1700, stD_{32}+450\} \text{.....[19]}$$

المرحلة الثانية (Stage II): هذه المرحلة تماثل رموزها المرحلة السابقة لها ولهذا سنرمز لزمن ابتداء الماكنة q عند قيامها بالعمل على المنتوج (الكتاب) Pi:

$st\ A_{iq}^1$ i= 1,2,……, q =1,2,……,Q

$T\ A_{iq}^1$: الزمن الذي تستغرقه الماكنة q عند قيامها بانتاج المنتوج P_i

ملاحظة : المرحلة الثانية لا تحتوي على عمليات متعددة سوى عملية واحدة فقط هي عملية الطباعة التي تقوم بها المكائن.هذا مع العلم اننا سنأخذ الكتب الثلاثة المطبوعة تحتوي على لونٍ واحد فقط (الحالة الاولى case 1) فيكون زمن ابتداء الماكنة الاولى عند قيامها بطباعة الكتابين P_3و P_1(الكتاب الاول والثالث) يكون وفق العلاقة الاتية :

$$st A^1_{jq} + T A^1_{jq} \le st A^1_{kq}$$ اما

$$st A^1_{kq} + T A^1_{kq} \le st A^1_{jq}$$ أو

لكل $j \neq k$

حيث $T A^1_{iq}$ = الزمن الذي تستغرقه الماكنة q عند قيامها بطبع الكتاب P_i .

وان : $j \neq k$ و $j=1,2,3$ و $k=1,2,3$

وبما ان q=1 ، j=1 ، k=3 فان العلاقتين السابقتين تصبحان بالتعويض

$$st A^1_{11} + T A^1_{11} \le st A^1_{31}$$ اما .....[3]

$$st A^1_{31} + T A^1_{31} \le st A^1_{11}$$ او .....[4]

$$t^1_1 = 0.05hr = 3\min t$$ ومن الجدولين رقم (4) ، (5) نجد ان :

وان عدد الوحدات المطبوعة من قبل الماكنة الاولى ومن (الكتاب الاول) = 48.492 وحدة.وان عدد الوحدات المطبوعة من قبل الماكنة الاولى ومن (الكتاب الثالث) = 1745.511 وحدة.

وبما ان :(t^1 الزمن المستغرق لطباعة كل الف ملزمة ورق) (عدد الوحدات المنتجة) = $T A^1_{iq}$

$$TA^1_{11} = (48.492)(3) = 145.476 \approx 145 \min t$$

$$TA^1_{31} = (1745.511)(3) = 5236.533 \approx 5237 \min t$$

وبالتعويض تصبح العلاقتين كالاتي :

$$st A^1_{11} + 145 \le st A^1_{31}$$ اما

$$st A^1_{31} + 5237 \le st A^1_{11}$$ او

ثم يمكن التعبير عن العلاقتين (الضابطين) (3) و (4) اعلاه بموجب الصيغة الاتية :

$$\alpha^1_{13}(stA^1_{11} + 145) + (1-\alpha^1_{13})(stA^1_{31} + 5237) + (\alpha^1_{13} - 1)stA^1_{11} - \alpha^1_{13}(stA^1_{31}) \le 0 \quad .....[20]$$

وبنفس الطريقة يكون الضابط المتعلق بالماكنة السادسة لانها تقوم بالطباعة على الكتابين P_3و P_2 (الكتاب الثاني والثالث)كالاتي :

$$\alpha^1_{23}(stA^1_{26}+5306)+(1-\alpha^1_{23})(stA^1_{36}+75)+(\alpha^1_{23}-1)stA^1_{26}-\alpha^1_{23}(stA^1_{36})\le 0.....[21]$$

نلاحظ ان [6] تقرأ كما يأتي :

$$\boxed{stA^1_{1q}\ge S_1Ct_1}.....[6] \qquad .....(2)$$

q =1,2,.....,7

نرى من الانسب استبدال هذه الصيغة باخرى مكافئة لها ولكنها اكثر مطاوعة (ملائمة) عند اجراء الحسابات على الالة الحاسبة ويكون ذلك بالشكل الاتي :

زمن ابتداء الماكنة الاولى على الكتاب [22].....

$$\left.\begin{array}{l} stA^1_{11}\ge stA_{12}+700 \\ stA^1_{11}\ge stA_{13}+80 \\ \text{الاول} \\ stA^1_{11}\ge stD_{13}+1710 \\ stA^1_{11}\ge stD_{14}+792 \end{array}\right|$$

زمن ابتداء الماكنة الثانية على الكتاب الاول [23].....

$$\left.\begin{array}{l} stA^1_{12}\ge stA_{12}+700 \\ stA^1_{12}\ge stA_{13}+80 \\ stA^1_{12}\ge stD_{13}+1710 \\ stA^1_{12}\ge stD_{14}+792 \end{array}\right|$$

زمن ابتداء الماكنة الثالثة على الكتاب الاول [24] .....

$$\left.\begin{array}{l} stA^1_{13}\ge stA_{12}+700 \\ stA^1_{13}\ge stA_{13}+80 \\ stA^1_{13}\ge stD_{13}+1710 \\ stA^1_{13}\ge stD_{14}+792 \end{array}\right|$$

زمن ابتداء الماكنة السابعة على الكتاب [25] .....

$$\left.\begin{array}{l} stA^1_{17}\ge stA_{12}+700 \\ stA^1_{17}\ge stA_{13}+80 \\ \text{الاول}\ stA^1_{17}\ge stD_{13}+1710 \\ stA^1_{17}\ge stD_{14}+792 \end{array}\right|$$

وذلك،لان المكائن التي تعمل على الكتاب الاول ضمن المرحلة الثانية (كما يتضح من الجدول) هي : الماكنة الاولى ،الماكنة الثانية ،الماكنة الثالثة ، الماكنة السابعة .

وبالاسلوب نفسه فان (6) تقرأ كما يأتي عندما يكون زمن ابتداء الكتاب الثاني قيد الدراسة

$$\boxed{stA^{1}_{2q} \geq SCt_2} \qquad q=1,2,\ldots\ldots,7$$

وهذا يعني ان :

$$\left.\begin{aligned} stA^{1}_{24} &\geq stB_{23} + 1120 \\ stA^{1}_{24} &\geq stD_{22} + 1260 \\ stA^{1}_{24} &\geq stD_{24} + 912 \end{aligned}\right\}$$

زمن ابتداء الماكنة الرابعة على الكتاب الثاني [26] .....

$$\left.\begin{aligned} stA^{1}_{25} &\geq stB_{23} + 1120 \\ stA^{1}_{25} &\geq stD_{22} + 1260 \\ stA^{1}_{25} &\geq stD_{24} + 912 \end{aligned}\right\}$$

زمن ابتداء الماكنة الخامسة على الكتاب الثاني [27] ....

$$\left.\begin{aligned} stA^{1}_{26} &\geq stB_{23} + 1120 \\ stA^{1}_{26} &\geq stD_{22} + 1260 \\ stA^{1}_{26} &\geq stD_{24} + 912 \end{aligned}\right\}$$

زمن ابتداء الماكنة السادسة على الكتاب الثاني [28] .....

وذلك لان المكائن التي تعمل على الكتاب الثاني ضمن المرحلة الثانية هي : الماكنة الرابعة ، الماكنة الخامسة ، الماكنة السادسة .

$$\boxed{stA^{1}_{3q} \geq SCt_3} \qquad q =1,2,\ldots\ldots,7$$

$$\left.\begin{aligned} stA^{1}_{31} &\geq stA_{32} + 1000 \\ stA^{1}_{31} &\geq stD_{31} + 1700 \\ stA^{1}_{31} &\geq stD_{32} + 450 \end{aligned}\right\}$$

زمن ابتداء الماكنة الاولى على الكتاب الثالث [29] ...

$$\left.\begin{aligned} stA^{1}_{36} &\geq stA_{32} + 1000 \\ stA^{1}_{36} &\geq stD_{31} + 1700 \\ stA^{1}_{36} &\geq stD_{32} + 450 \end{aligned}\right\}$$

زمن ابتداء الماكنة السادسة على الكتاب الثالث [30]....

وذلك لان المكائن التي تعمل على الكتاب الثالث ضمن المرحلة الثانية هي : الماكنة الاولى ، الماكنة السادسة .اما الازمنة الحرجة للمرحلة الثانية لكل من الكتب الثلاثة فتعطى بـــ :

$$S_2Ct_1 = T_1 = \max\{stA^1_{11} + 145, stA^1_{12} + 5382, stA^1_{13} + 5382, stA^1_{17} + 5382.\}.....[31]$$

$$S_2Ct_2 = T_2 = \max\{stA^1_{24} + 5382, stA^1_{25} + 5382, stA^1_{26} + 5306.\}.....[32]$$

$$S_2Ct_3 = T_3 = \max\{stA^1_{31} + 5237, stA^1_{36} + 75\}.....[33]$$

كما يمكن استبدال العلاقات (26)، (27) ،(28) بما يأتي :

$$\left.\begin{aligned} T_1 &\geq stA^1_{11} + 145 \\ T_1 &\geq stA^1_{12} + 5382 \\ T_1 &\geq stA^1_{13} + 5382 \\ T_1 &\geq stA^1_{17} + 5382 \end{aligned}\right\} .....[34] \quad \text{Condition 1}$$

$$\left.\begin{aligned} T_2 &\geq stA^1_{24} + 5382 \\ T_2 &\geq stA^1_{25} + 5382 \\ T_2 &\geq stA^1_{26} + 5306 \end{aligned}\right\} .....[35] \quad \text{Condition 2}$$

$$\left.\begin{aligned} T_3 &\geq stA^1_{31} + 5237 \\ T_3 &\geq stA^1_{36} + 75 \end{aligned}\right\} .....[36] \quad \text{Condition 3}$$

المرحلة الثالثة (stage III): نرى من الجدول رقم (12) في (1) الخاص بتوزيع الاعمال في المرحلة الثالثة (التصحيف) انه لا توجد خيارات معها لاختزال الوقت اللازم لانجاز الاعمال جميعاً ولذلك سوف لن نأخذ بنظر الاعتبار هذه المرحلة .

دالة الهدف (The Objective Function) : ان الغاية من البحث هي اختزال الوقت بحيث ان المجموع الكلي للازمنة اللازمة لانجاز جميع الاعمال يكون في حده الادنى وهذا تكافىء كما ذكرنا تصغير دالة الهدف المعطاة في [13] (2) وفي هذا المثال ستأخذ [13] الشكل الاتي :

$$Z = MIN\{\sum_{n=1}^{3} Tn\}$$ صغّر (minimize)

او بعبارة اخرى صغر

$$T = T_1 + T_2 + T_3 \quad .....[37]$$

حل مسألة البرمجة الرياضية الناتجة :

مما تقدم نجد ان مسألة البرمجة الناتجة تتكون من تصغير دالة الهدف المعطاة بـــ[37] على شرط ان تتحقق الضوابط [14]،[15]،[16]،[20]..... [36].

ولكي نسهل الامر على القارىء سندرج فيما يأتي المسألة بالكامل :

صَغر (minimize) دالة الهدف :

$$MINT=T_1+T_2+T_3$$

بشرط تحقق الضوابط الاتية

$$stA_{1q}^{1} \geq S_1 Ct_1 \qquad q=1,2,3.....,7$$

$$\begin{aligned} stA_{11}^{1} &\geq stA_{12} + 700 \\ stA_{11}^{1} &\geq stA_{13} + 80 \\ stA_{11}^{1} &\geq stD_{13} + 1710 \\ stA_{11}^{1} &\geq stD_{14} + 792 \end{aligned} \qquad .....[22]$$

$$\begin{aligned} stA_{12}^{1} &\geq stA_{12} + 700 \\ stA_{12}^{1} &\geq stA_{13} + 80 \\ stA_{12}^{1} &\geq stD_{13} + 1710 \\ stA_{12}^{1} &\geq stD_{14} + 792 \end{aligned} \qquad .....[23]$$

$$\begin{aligned} stA_{13}^{1} &\geq stA_{12} + 700 \\ stA_{13}^{1} &\geq stA_{13} + 80 \\ stA_{13}^{1} &\geq stD_{13} + 1710 \\ stA_{13}^{1} &\geq stD_{14} + 792 \end{aligned} \qquad .....[24]$$

$$stA_{17}^{1} \geq stA_{12} + 700$$
$$stA_{17}^{1} \geq stA_{13} + 80. \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots[25]$$
$$stA_{17}^{1} \geq stD_{13} + 1710$$
$$stA_{17}^{1} \geq stD_{14} + 792$$

$$\boxed{stA_{2q}^{1} \geq S_1Ct_2} \qquad q = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,7$$

$$stA_{24}^{1} \geq stB_{23} + 1120$$
$$stA_{24}^{1} \geq stD_{22} + 1260 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots..[26]$$
$$stA_{24}^{1} \geq stD_{24} + 912$$

$$stA_{25}^{1} \geq stB_{23} + 1120$$
$$stA_{25}^{1} \geq stD_{22} + 1260 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots[27]$$
$$stA_{25}^{1} \geq stD_{24} + 912$$

$$stA_{26}^{1} \geq stB_{23} + 1120$$
$$stA_{26}^{1} \geq stD_{22} + 1260 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots.[28]$$
$$stA_{26}^{1} \geq stD_{24} + 912$$

$$\boxed{stA_{3q}^{1} \geq S_1Ct_3} \qquad q = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,7$$
$$stA_{31}^{1} \geq stA_{32} + 1000$$
$$stA_{31}^{1} \geq stD_{31} + 1700 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots[29]$$
$$stA_{31}^{1} \geq stD_{32} + 450$$
$$stA_{36}^{1} \geq stA_{32} + 1000$$
$$stA_{36}^{1} \geq stD_{31} + 1700 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots[30]$$
$$stA_{31}^{1} \geq stD_{32} + 450$$

$$T_1 \geq stA_{11}^{1} + 145$$
$$T_1 \geq stA_{12}^{1} + 5382$$

يمثل(condition 1) .....[31]

$$T_1 \geq stA^1_{13} + 5382$$
$$T_1 \geq stA^1_{17} + 5382$$

يمثل(condition 2) .....[32]

$$T_2 \geq stA^1_{24} + 5382$$
$$T_2 \geq stA^1_{25} + 5382$$
$$T_2 \geq stA^1_{26} + 5306$$

يمثل(condition 3) .....[33]

$$T_3 \geq stA^1_{31} + 5237$$
$$T_3 \geq stA^1_{36} + 75$$

$$\alpha_{13}(stA_{12} + 700) + (1 - \alpha_{13})(stA_{32} + 1000) + (\alpha_{13} - 1).stA_{12} - \alpha_{13}(stA_{32}) \leq 0 \text{.....[14]}$$
$$\alpha_{23}(stD_{22} + 1260) + (1 - \alpha_{23})(stD_{32} + 450) + (\alpha_{23} - 1).stD_{22} - \alpha_{23}(stD_{32}) \leq 0 \text{.....[15]}$$
$$\alpha_{12}(stD_{14} + 792) + (1 - \alpha_{12})(stD_{24} + 912) + (\alpha_{12} - 1).stD_{14} - \alpha_{12}(stD_{24}) \leq 0 \text{.....[16]}$$
$$\alpha^1_{13}(stA^1_{11} + 145) + (1 - \alpha^1_{13})(stA^1_{13} + 5237) + (\alpha^1_{13} - 1).stA^1_{11} - \alpha^1_{13}(stA^1_{31}) \leq 0 \text{.....[20]}$$
$$\alpha^1_{23}(stA^1_{26} + 5306) + (1 - \alpha^1_{23})(stA^1_{36} + 75) + (\alpha^1_{23} - 1).stA^1_{26} - \alpha^1_{23}(stA^1_{36}) \leq 0 \text{.....[21]}$$

نلحظ ان عدد المتغيرات في المسألة اعلاه يساوي (27) متغيراً

عدد المتغيرات = 22+5(قيم α) =27 وهي :

StA_{12} , StA_{32} ,StA_{13} ,StB_{23} ,StD_{31} ,StD_{22} ,StD_{32} ,StD_{13} ,StD_{14} ,StD_{24} ,stA^1_{11} , stA^1_{31} , stA^1_{12} , stA^1_{13} , stA^1_{24} , stA^1_{25} , stA^1_{26} , stA^1_{36} , stA^1_{17} ,,T_1,T_2,T_3, α_{12}, α_{13}, α_{23},α^1_{13} , α^1_{23}

طريقة الحل : ومع علمنا بوجود طرائق مختلفة (3-8) فقد وجدنا ان نحل هذه المسألة بطريقة لا نستعمل فيها سوى الحاسبة اليدوية متخذين المبدأ المنطقي الاتي الذي ينص على : " الالتزام بالعمل على الكتب بالتعاقب "(FLOW SHOP SCHEDULING) فمثلاً جميع العمال او المكائن تبدأ بالكتاب الاول ثم الثاني ثم الثالث ، وبذلك فان عدد الترتيبات الممكنة سيقل كثيراً بحيث يصبح من الممكن حل المسألة يدوياً .ولتبرير صلاحية هذا المبدأ فقد اخترنا ترتيباً لا يتفق مع هذا النمط من الترتيب فوجدنا ان الزمن اللازم لاكمال جميع الاعمال اكبر من الوقت اللازم لجميع الترتيبات الاخرى التي تتفق مع هذا المبدأ .وفي الصفحات الاتية عرض مفصل لهذه الاجراءات .

اولاً : يبدأ العمل بالكتاب الاول ثم يليه الثاني ثم الثالث

المرحلة الاولى :

Start Time	Processin -g Time	Compl- etion Time	
وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء	
$StA_{13}=0$	80	80	* توقيت العامل 3 في العملية A على الكتاب 1
$StB_{23}=0$	1120	1120	* توقيت العامل 3 في العملية B على الكتاب 2
$StD_{31}=0$	1700	1700	* توقيت العامل 1 في العملية D على الكتاب 3
$StD_{13}=0$	1710	1710	* توقيت العامل 3 في العملية D على الكتاب 1
$StA_{12}=0$			
StA32=700	700	700	توقيت العامل 2 في العملية Aعلى الكتاب 1
	1000	1700	توقيت العامل 2 في العملية A على الكتاب 3
$StD_{22}=0$			
$StD_{32}=1260$	1260	1260	توقيت العامل 2في العمليةD على الكتاب 2.
	450	1710	توقيت العامل 2 في العملية Dعلى الكتاب 3
$StD_{14}=0$			
$StD_{24}=792$	792	792	توقيت العامل 4 في العمليةDعلى الكتاب 1.
	912	1704	توقيت العامل 4 في العملية Dعلى الكتاب 2

المرحلة الثانية :

وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء	
$St A_{12}^{1}$ =1710	5382	7092	* توقيت الماكنة 2 على الكتاب 1
$St A_{13}^{1}$ 1710	5382	7092	* توقيت الماكنة 3 على الكتاب 1
$St A_{24}^{1}$ =1704	5382	7086	* توقيت الماكنة 4 على الكتاب 2
$St A_{25}^{1}$ =1704	5382	7086	* توقيت الماكنة 5 على الكتاب 2
$St A_{11}^{1}$ =1710	145	1855	توقيت الماكنة 1 على الكتاب 1 توقيت الماكنة 1 على الكتاب 3
$St A_{31}^{1}$ =1855	5237	7092	
$St A_{26}^{1}$ =1704	5306	7010	توقيت الماكنة 6 على الكتاب 2 توقيت الماكنة 6 على الكتاب 3
$St A_{36}^{1}$ =7010	76	7086	
$St A_{17}^{1}$ =1710	5382	7092	* توقيت الماكنة 7 على الكتاب 1

(*)_توقيت الاعمال التي لا مجال فيها للاختيار_.

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتاب الاول :

Max {80,1710,700,792} = 1710 دقيقة = 28.5ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتاب الثاني :

Max {1120,1260,1704} = 1704 دقيقة = 28. 4ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتاب الثالث :

Max {1700,1700,1710} =1710 دقيقة = 28.4ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتاب الاول :

Max {7092,7092,1855,7092}= 7092 دقيقة = 118.2ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتاب الثاني :

Max {7086,7086,7010} = 7086 دقيقة = 118.1ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتاب الثالث :

Max {7092,7086} = 7092 دقيقة = 118.2ساعة

حيث : Z_j الزمن المستغرق لتصحيف الكتاب j $T_j^* = T_j + Z_j$

$T_1^* = 118.2 + 128.57 = 246.77$ ساعة

$T_2^* = 118.1 + 75 = 193.10$ ساعة

$T_3^* = 118.2 + 114.29 = 232.49$ ساعة

المجموع = 672. 36 ساعة

في الحالات القادمة سوف لن نكتب توقيت الاعمال التي لا مجال للاختيار فيها والمعلمة بـــ(*) وانما التي يحدث فيها التغير فقط .

ثانياً : يبدأ العمل بالكتاب الثاني ثم يليه الاول ثم الثالث .

المرحلة الاولى :

جدول المرحلة الاولى السابق نفسه بتغيير

وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء
$StD_{24}=0$	912	912
$StD_{14}=912$	792	1704

توقيت العامل 4 في العملية Dعلى الكتاب 2.

توقيت العامل 4 في العمليةDعلى الكتاب 1.

المرحلة الثانية :

$stA_{24}^{1}=1260$	5382	6642
$stA_{25}^{1}=1260$	5382	6642
$stA_{26}^{1}=1260$	5306	6566
$stA_{36}^{1}=6566$	76	6642

* توقيت الماكنة 4 على الكتاب 2
* توقيت الماكنة 5 على الكتاب 2

توقيت الماكنة 6 على الكتاب 2
توقيت الماكنة 6 على الكتاب 3

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتاب الاول :

Max{80,1710,700,1704}=1710دقيقة=28.5ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتاب الثاني:

Max{1120,1260,912} =1260 دقيقة = 28.5 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتاب الثالث :

Max{1700,1700,1710} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتاب الاول :

Max{7092,7092,1855,7092}=7092 دقيقة = 118.2 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتاب الثاني :

Max{6642,6642,6566} = 6642 دقيقة = 110.7 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتاب الثالث :

Max{7092,6642} = 7092 دقيقة = 118.2 ساعة

$T_j^* = T_j + Z_j$

$T_1^* = 118.2 + 128.27 = 246.77$ ساعة

$T_2^* = 110.7 + 75 = 185.70$ ساعة

$T_3^* = 118.2 + 114.2\,9 = 232.49$ ساعة

المجموع = 664.96 ساعة

ثالثاً: يبدأ العمل بالكتاب الاول ثم يليه الثالث ثم الثاني. المرحلة الاولى :

جدول الحالة الاولى(اولاً) نفسه بتغيير

توقيت العامل2 في العملية D على الكتاب 3.

توقيت العامل 2 في العملية Dعلى الكتاب 2

وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء
$StD_{32}=0$	450	450
$StD_{22}=912$	1260	1710

المرحلة الثانية :

* توقيت الماكنة 4 على الكتاب 2.

* توقيت الماكنة 5 على الكتاب 2.

توقيت الماكنة 6 على الكتاب3

توقيت الماكنة 6 على الكتاب2

$stA^1_{24}=1710$	5382	7092
$stA^1_{25}=1710$	5382	7092
$stA^1_{36}=1700$	76	1776
$stA^1_{26}=1776$	5306	7082

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{80,1710,700,792} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1120,1710,1704} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1700,1700,450} =1700 دقيقة = 28.3 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{7092,7092,1855,7092} = 7092 دقيقة = 118.2 ساعة

Max{7092,7092,7082} = 7092 دقيقة = 118.2 ساعة

Max{7092,1776} = 7092 دقيقة = 118.2 ساعة

$Tj^* = Tj+Zj$

$T_1^* = 118.2+128.57 = 246.77$ ساعة

$T_2^* = 118.2+75 = 193.20$ ساعة

$T_3^* = 118.2+114.2 = 232.49$ ساعة

المجموع = 672.46 ساعة

رابعاً: يبدأ العمل بالكتاب الثاني ثم يليه الثالث ثم الاول.

المرحلة الاولى :

وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء	
$StA_{42}=0$	1000	1000	توقيت العامل2 في العملية Aعلى الكتاب 3.
$StA_{12}=1000$	700	1700	توقيت العامل 2في العمليةAعلى الكتاب 1.
$StD_{24}=0$	912	912	توقيت العامل4 في العملية D علىالكتاب 2.
$StD_{14}=912$	792	1704	توقيت العامل 4 في العملية Dعلىالكتاب 1.

المرحلة الثانية :

$stA^1_{24}=1260$	5382	6642	* توقيت الماكنة 4 على الكتاب 2. * توقيت الماكنة 5 على الكتاب 2.
$stA^1_{25}=1260$	5382	6642	
$stA^1_{31}=1710$	5237	6947	توقيت الماكنة 1 على الكتاب 3.
$stA^1_{11}=6947$	145	7092	توقيت الماكنة 1 على الكتاب 1
$stA^1_{26}=1260$	5306	6566	توقيت الماكنة 6 على الكتاب 2.
$stA^1_{36}=6566$	76	6642	توقيت الماكنة 6 على الكتاب 3.

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{80,1710,1700,1710,1704} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1120,1260,912} =1260 دقيقة = 21 ساعة

Max{1700,1000,1710} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{7092,7092,7092,7092} = 7092 دقيقة = 118.2 ساعة

Max{6642,6642,6566} = 6642 دقيقة = 110.7 ساعة

Max{6947,6642 } = 6947 دقيقة = 115.8 ساعة

رابعاً: يبدأ العمل بالكتاب الثاني ثم يليه الثالث ثم الاول.

المرحلة الاولى :

وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء	
$StA_{42}=0$	1000	1000	3. توقيت العامل2 في العملية Aعلى الكتاب
$StA_{12}=1000$	700	1700	1. توقيت العامل 2في العمليةAعلى الكتاب
$StD_{24}=0$	912	912	2. توقيت العامل4 في العملية D علىالكتاب
$StD_{14}=912$	792	1704	1. توقيت العامل 4 في العملية Dعلىالكتاب

المرحلة الثانية :

$stA^1_{24}=1260$	5382	6642	* توقيت الماكنة 4 على الكتاب 2. * توقيت الماكنة 5 على الكتاب 2.
$stA^1_{25}=1260$	5382	6642	
$stA^1_{31}=1710$	5237	6947	توقيت الماكنة 1 على الكتاب 3.
$stA^1_{11}=6947$	145	7092	توقيت الماكنة 1 على الكتاب 1
$stA^1_{26}=1260$	5306	6566	توقيت الماكنة 6 على الكتاب 2.
$stA^1_{36}=6566$	76	6642	توقيت الماكنة 6 على الكتاب 3.

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{80,1710,1700,1710,1704} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1120,1260,912} =1260 دقيقة = 21 ساعة

Max{1700,1000,1710} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{7092,7092,7092,7092} = 7092 دقيقة = 118.2 ساعة

Max{6642,6642,6566} = 6642 دقيقة = 110.7 ساعة

Max{6947,6642 } = 6947 دقيقة = 115.8 ساعة

T_1^* =118.2+128.57 = 246.77 ساعة

T_2^*=110.7+75 = 185.70 ساعة

T_3^* =115.8+114.29 = 230.07 ساعة

المجموع = 662.54 ساعة

خامساً : يبدأ العمل بالكتاب الثالث ثم يليه الاول ثم الثاني.

المرحلة الاولى :

توقيت العامل2 في العملية A على الكتاب 3.
توقيت العامل 2 في العملية A على الكتاب 1.

توقيت العامل2 في العملية D على الكتاب 3.
توقيت العامل 2 في العملية D على الكتاب 2.

وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء
StA_{32} = 0	1000	1000
StA_{12}=1000	700	1700
StD_{32} = 0	450	450
StD_{22} = 450	1260	1710

المرحلة الثانية :

* توقيت الماكنة 4 على الكتاب 2.
* توقيت الماكنة 5 على الكتاب 2.

توقيت الماكنة 1 على الكتاب 3.
توقيت الماكنة 1 على الكتاب 1

توقيت الماكنة 6 على الكتاب 3.
توقيت الماكنة 6 على الكتاب 2.

$stA_{24}^1 = 1710$	5382	7092
$stA_{25}^1 = 1710$	5382	7092
$stA_{31}^1 = 1700$	5237	6937
$stA_{11}^1 = 6937$	145	7082
$stA_{36}^1 = 1700$	76	1776
$stA_{26}^1 = 1776$	5306	7082

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{80,1710,1700,792} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1120,1710,1704} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1700,1000,450} =1700 دقيقة = 28.3 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{7092,7092,7082,7092} =7092 دقيقة = 118.2 ساعة

Max{7092,7092,7082} =7092 دقيقة = 118.2 ساعة

Max{6937,1776} = 6937 دقيقة = 115.6 ساعة

T_1* =118.2+128.57 = 246.77 ساعة

T_2* =118.2+75 = 193.20 ساعة

T_3* =115.6+114.29 = 229.89 ساعة

المجموع = 669.86 ساعة

سادساً: يبدأ العمل بالكتاب الثالث ثم يليه الثاني ثم الاول.

المرحلة الاولى :

توقيت العامل2 في العملية A على الكتاب 3.

توقيت العامل 2 في العملية A على الكتاب 1.

توقيت العامل2 في العملية D على الكتاب 3.

توقيت العامل 2 في العملية D على الكتاب 2.

توقيت العامل4 في العملية D على الكتاب 2.

توقيت العامل 4 في العملية D على الكتاب 1.

وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء
$StA_{32}=0$	1000	1000
$StA_{12}=1000$	700	1700
$StD_{32}=0$	450	450
$StD_{22}=450$	1260	1710
$StD_{24}=0$	912	912
$StD_{14}=912$	792	1704

المرحلة الثانية :

* توقيت الماكنة 4 على الكتاب 2	7092	5382	$stA^1_{24}=1710$
* توقيت الماكنة 5 على الكتاب 2	7092	5382	$stA^1_{25}=1710$
توقيت الماكنة 1 على الكتاب 3	6937	5237	$stA^1_{31}=1700$
توقيت الماكنة 1 على الكتاب 1	7082	145	$stA^1_{11}=6937$
توقيت الماكنة 6 على الكتاب 3	1776	76	$stA^1_{36}=1700$
توقيت الماكنة 6 على الكتاب 2.	7082	5306	$stA^1_{26}=1776$

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{80,1710,1700,1704} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1120,1710,912} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1700,1000,450} =1700 دقيقة = 28.3 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{7092,7092,7082,7092} = 7092 دقيقة = 118.2 ساعة

Max{7092,7092,7082} = 7092 دقيقة = 118.2 ساعة

Max{6937,1776} = 7937 دقيقة = 115.6 ساعة

T_1* =118.2+128.57 = 246.77 ساعة

T_2*=118.2+75 = 193.20 ساعة

T_3* =115.6+114.29 = 229.89 ساعة

المجموع = 669.86 ساعة

سابعاً: يبدأ العمل على الكتب بصورة عشوائية دون التقيد بترتيب معين .

المرحلة الاولى :

وقت الابتداء	مدة العمل	وقت الانتهاء	
StD_{32}=1700	450	2150	توقيت العامل2 في العملية Dعلى الكتاب 3.
StD_{22}=2150	1260	3410	توقيت العامل 2 في العملية D على الكتاب 2.
StD_{24}=0	912	912	توقيت العامل4 في العملية D على الكتاب 2.
StD_{14}=912	792	1704	توقيت العامل 4 في العملية D على الكتاب 1.

المرحلة الثانية :

$stA^1_{24} = 3410$	5382	8792	* توقيت الماكنة 4 على الكتاب 2.
$stA^1_{25} = 3410$	5382	8792	* توقيت الماكنة 5 على الكتاب 2.
$stA^1_{31} = 2150$	5237	7387	توقيت الماكنة 1 على الكتاب 3.
$stA^1_{11} = 7387$	145	7532	توقيت الماكنة 1 على الكتاب 1
$stA^1_{26} = 3410$	5306	8716	توقيت الماكنة 6 على الكتاب 2.
$stA^1_{36} = 8716$	76	8792	توقيت الماكنة 6 على الكتاب 3.

وقت انتهاء العمل في المرحلة الاولى على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{80,1710,700,1704} =1710 دقيقة = 28.5 ساعة

Max{1120,3410,912} =3410 دقيقة = 56.8 ساعة

Max{1700,1700,2150} =2150 دقيقة = 35.8 ساعة

وقت انتهاء العمل في المرحلة الثانية على الكتب الثلاثة على التوالي :

Max{7092,7092,7532,7092} = 7532 دقيقة = 125.5 ساعة

Max{8792,8792,8716} = 8792 دقيقة = 146.5 ساعة

ساعة 146.5 = دقيقة 8792 = Max{7387,8792}

T_1^* =125.5+128.57 = 254.07 ساعة

T_2^*=146.5+76 = 221.50 ساعة

T_3^* =146.5+114.29 = 260.79 ساعة

المجموع = 736.86 ساعة

النتيجة

يبدو من الترتيبات السبعة السابقة لتوزيع الاعمال ، ان التوقيت الزمني الاوفق لتتابع الاعمال في طباعة الكتب الثلاثة الواردة في المثال المعطى هو في الترتيب " رابعاً " حيث ان الزمن الكلي المستغرق لانجاز جميع الاعمال (662.54) ساعة وهو اقل من زمن جميع الترتيبات الاخرى .

المصادر

1. مكي ، سعدية مراد ، عثمان، يوسف محمد(1991) مجلة كلية الادارة والاقتصاد العدد (2).

2. مكي، سعدية مراد ، عثمان ، يوسف محمد.(1992) مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية – جامعة بغداد – كلية التربية ابن الهيثم . المجلد (3) العدد (1).

3- Balas,A, Nate on branch and bound principle ,(1968) Operation –Research,Vol 16 ,442-445.

4- Cooper,L and Steinberg ,D.(1974).Methods and Applications of Linear Progamming ;W.B.Saunders Co.

5- Dovis ,RE,Weitzman .M,(1971). Abranch & Bound algorithm for (0-1) MIPP ,Operation –Research,9 1036-1044,

6- Hamdy ,A.(1975).Taha ,Theory, Applications and Computations. Academic Press.

7- Kolman ,B.(1980).Blement ,L.P.With Applications, Academic press .

8- Sirnivasan, A.V., An Investigation of Some Computational Experience with (0-1) IP"jacm 12.

جدول (1):اعداد العمال القائمين بالعمليات الثلاث التي تتم خلال المرحلة الاولى

عدد العمال القائمين بالعملية الاولى	عدد العمال القائمين بالعملية الثانية	عدد العمال القائمين بالعملية الثالثة
3	4	4

جدول (2):الزمن الذي يستغرقه العامل الواحد في اتمام الوحدة الواحدة من العملية التي يقوم بتأديتها في كل من العمليات الثلاثة خلال المرحلة الاولى

العمليات / العامل	العملية الاولى	العملية الثانية	العملية الثالثة
	O_1=A	O_2=B	O_3=D
1	t_{11}=15 min	t_{21}=60 min	t_{31}=20 min
2	t_{12}=25	t_{22}=50	t_{32}=30
3	t_{13}=20	t_{23}=70	t_{33}=18
4		t_{24}=60	t_{34}=24

جدول (3) :توزيع الاعمال على العمال خلال المرحلة الاولى

العامل / العملية	الكتاب	العامل الرابع	العامل الثالث	العامل الثاني	العامل الاول	مجموع الوحدات	المجموع الكلي
العملية الاولى A	1	(*)	4	28	(*)	32	72
	2						
	3			40		40	
العملية الثانية B	1						16
	2		16			16	
	3						
العملية الثالثة D	1	33	95			128	308
	2	38		42		80	
	3			15	85	100	

(*) الحقول الشاغرة تعني عدم تنسيب عمل لذلك العامل .

جدول (4): الطاقة المتاحة لمكائن الطباعة

التسلسل q	نوع الماكنة Mq	عدد الالوان	الزمن المستغرق لطباعة كل الف ملزمة			
			الورق	t_q^1	الكارتون	t_k^1
1	النوع الاول	4 الوان	0.05 hr	t_1^1		
2	النوع الثاني	لونان	0.10	t_2^1		
3	النوع الثالث	لون واحد	0.10	t_3^1		
4	النوع الرابع	4 الوان	0.17	t_4^1	0.20	t_4^1
5	النوع الخامس	لونان	0.14	t_5^1	0.20	t_5^1
6	النوع السادس	لون واحد	0.14	t_6^1	0.20	t_6^1
7	النوع السابع	لون واحد	0.22	t_7^1	0.28	t_7^1

جدول (5):توزيع الاعمال على المكائن في (مرحلة الطباعة)الحالة الاولى " جميع الكتب تحتوي على لون واحد "

الكتاب Pi / الماكنة M_q	الكتاب الثالث P_3	الكتاب الثاني P_2	الكتاب الاول P_1	عدد الوحدات المنتجة من قبل الماكنة M_q
الماكنة الاولى M_1	1745.511		48.392	1793.903
الماكنة الثانية M_2			896.951	896.951
الماكنة الثالثة M_3			896.951	896.951
الماكنة الرابعة M_4		527.619		527.619
الماكنة الخامسة M_5		640.680		640.680
الماكنة السادسة M_6	8.978	631.702		640.680
الماكنة السابعة M_7			407.705	407.705

Optimum Time Shedule for Industrial Processes (II)

S.M.Makky , Y.M .Othman
Department of Mathematics, College of Science, University of Baghdad
Department of Mathematics, College of Education University of Baghdad

Abstract

The present study deals with successive stages of productive operations happened to produce a production within each stage before it moves to the next one. It could be deduced that this study is an extension to what has been mentioned in (1) .In (1), the optimum distribution of different jobs of workers and machines in the productive operations has been studied while the study involves the optimum schedule for the succession of these operations presuming that thay have already been distributed on machines and workers (2).A mathematical form has been put for this study to define the "Objective Function " where the total work could be performed in the shortest time .

The incapability of tackling two works at same time by the workers and machines, and the inability of beginning a new stage before the end of the preceding one, both were taken into consideration . These conditions were put in such mathematical forms as - conditions - for the - Optimization Problem -.

The above mentioned operation was generally formed where it can be applied for the optimum schedule to pursue operations in the productive ones.

Then, the virtual application in printing which has already been displayed in (1) as a sample for the optimum distribution in the productive operations.

The data gained in (1) were used as (inputs) for the problem being solved .