

استخدام أسلوب البرمجة الديناميكية لإيجاد أقل كلفة ممكنة للإنتاج المفرد والمتعدد "دراسة تطبيقية"

م . د. حامد هاشم رسن
كلية الإدارة والاقتصاد/ جامعة واسط
Hamed Hashim 2010@yahoo.com

٠٧٧٠٣٩٤٨٢٣١

المستخلص:

ان من اهم المشاكل التي تواجهها ادارة اي منشأة هي كيفية اتخاذ القرار المناسب لتقليل التكاليف . وهذه المشكلة تنتج بسبب عدم وجود جدولة مناسبة للإنتاج مع الخزين ، بوجود طلبات معلومة ولكن تتغير من فترة الى اخرى ومن منتج الى آخر .
وقد ارتأينا استخدام أسلوب البرمجة الديناميكية لتخطيط الإنتاج المفرد والإنتاج المتعدد لماكنة واحدة ولنماذج مختلفة لإيجاد أقل كلفة .

يعد أسلوب البرمجة الديناميكية من الأساليب المهمة لحل مشاكل الأمثلية فهو يشكل أداة مهمة تسهم في تخطيط الإنتاج واتخاذ القرار الأمثل كأن يكون هذا القرار متمثلاً في تعظيم الأرباح أو تقليل التكاليف أو زيادة الطاقة الإنتاجية ، وذلك لأن القرار النهائي يتخذ على أثر قرارات جزئية سابقة للمشكلة .

ولأجل عرض هذه المفاهيم بشكل واضح ، جرى بحث الموضوع وتطبيقه على منتجات الشركة العامة للصناعات الجلدية نتيجة لتزايد الطلب على هذه المنتجات من جهة ولتعدد الأنواع المنتجة من جهة أخرى مما يستدعي استبدال أجزاء الماكينة من منتج إلى آخر ، إذ تم وضع خطة علمية بحثية لإيجاد أقل كلفة وذلك باستخدام أسلوب البرمجة الديناميكية وإستخدام البرنامج الجاهز (Win QSB).

Abstract:

One of the most important problems faced by the management of any facility or plant is how to make the appropriate decision to reduce costs. This problem is caused by the absence of a suitable scheduling of production with the storage of the existence of requests for information but change from time to time and from one product to another. Dynamic programming is an important tool to solve optimization problems. It is an important tool that contributes to optimal production planning and decision-making, such as maximizing profits, reducing costs or increasing production capacity, because the final decision is made on the basis of previous partial decisions of the problem. We have seen here the use of dynamic programming method for single production planning and multiple production of one machine and different models to find less expensive. In order to present these concepts clearly, the subject was discussed and applied to the products of the General Company for Leather Industries as a result of the increasing demand for these products on the one hand and the number of species produced on the other. This requires replacing parts of the machine from one product to another. A scientific research plan has been developed to find the least cost by using dynamic programming method.

مقدمة البحث :

يعد أسلوب البرمجة الديناميكية من الأساليب المهمة لحل مشاكل الأمثلية Optimization فهو يشكل أداة مهمة تسهم في تخطيط الإنتاج واتخاذ القرار الأمثل كأن يكون هذا القرار متمثلاً في تعظيم الأرباح أو تقليل التكاليف أو زيادة الطاقة الإنتاجية ، وذلك لأن القرار النهائي يتخذ على أثر قرارات جزئية سابقة للمشكلة . وقد ارتأينا هنا استخدام أسلوب البرمجة الديناميكية لتخطيط الإنتاج المفرد والإنتاج المتعدد لماكنة واحدة ولنماذج مختلفة لإيجاد أقل كلفة.

الدراسات والبحوث السابقة:

في عام 2003 أعتبر كل من Eugene and Michal إن مشكلة تخطيط الإنتاج مع الخزين في كلا الحالتين المنقطع والمستمر تكمن في ضبط الموقع . وقد حللا الحالتين وكيفية استخدام البرمجة الديناميكية لتحديد حجم الإنتاج .

وفي عام 2005 قدم كل من الباحثين Peter and Robert بحثاً استخدموا فيه خوارزمية البرمجة الديناميكية الجبرية لتحقيق الأمثلية تحت الدلالات الموضوعية المتعددة . وقد حصلوا على حلول بديلة لتحليل فضاء بحث شمولي ودقيق . تعرضت الطريقة إلى عدة تطبيقات للتنبؤ في تركيب RNA الثانوي . إن عملية المنتج كما قدمت في هذا البحث تضيف كمية هامة من المرونة للبرمجة الديناميكية .

وفي العام 2005 قدم الباحثان Balazs and Laszlo بحثاً ناقشا فيه مشكلة العشوائية في جدولة الإنتاج بالمكائن المتوازية غير المرتبطة . وإعادة صياغة الجدولة حسب قرار ماركوف الخاص . باستخدام البرمجة الديناميكية .

هدف البحث :

يهدف البحث إلى تخطيط الإنتاج باستخدام أسلوب البرمجة الديناميكية لإيجاد أقل كلفة ممكنة وذلك للإنتاج المفرد والمتعدد لماكنة واحدة مع كلف التغيير في الماكنة في حالة الإنتاج المتعدد ولنماذج إنتاج مختلفة من خلال كتابة برنامج حاسبي لكل نموذج وتنفيذه على بيانات حقيقية.

البرمجة الديناميكية (D. P) Dynamic Programming :-

تعرف البرمجة الديناميكية بانها اسلوب رياضي يهدف الى إيجاد الأمثلية لدالة معينة طبقاً الى مجموعة شروط ، وذلك بتجزئة المسألة الأصلية الى مجموعة مسائل فرعية (Stages) وربطها بعلاقة رياضية . ولكل مسألة حالات عدة (States) لمتغيرات القرار ، وبعد إيجاد الحل الأمثل لكل مسألة فرعية و بواسطة العلاقات التكرارية تستخدم هذه الحلول الفرعية للتوصل الى الحل الأمثل النهائي للمشكلة . [Peter , 2015 : 4 , p75]

تعد طريقة البرمجة الديناميكية اسلوب من الأساليب المهمة في بحوث العمليات ، وقد طبقت على المشاكل التي يمكن تجزئتها إلى سلسلة من المراحل وعند كل مرحلة تطبيق علاقة تكرارية لإيجاد الحل الأمثل لهذه المرحلة ، أخذين بنظر الاعتبار الحالات المختلفة لمتغير القرار في تلك المرحلة . وبعد الإنتهاء من إيجاد الحلول المثلى لكل المراحل توفق هذه الحلول بطريقة ممكن عددها طريقة البحث المتسلسل كما هو الحال في مسائل التفرع والتقيد .

وأن هناك اساليب متعددة في بحوث العمليات تصلح لحل المشاكل التي يواجهها الباحثون في مجالات تخطيط الإنتاج والخزين والحصول على كمية الإنتاج المثلى التي تؤدي إلى تقليل الكلفة الكلية للإنتاج ، واحدها هو اسلوب البرمجة الديناميكية . [Eugene , 2001:2, p 54-58]

وهذا هو موضوع بحثنا (أي استخدام نماذج البرمجة الديناميكية لجدولة إنتاج مادة واحدة أو عدة مواد لماكنة واحدة مع الأخذ بنظر الاعتبار كلفة الإبدال بين منتجين مختلفين) . فالبرمجة الديناميكية (D.P) Dynamic Programming هي عبارة عن أسلوب خاص للأمثلية ليست خوارزمية خاصة كالخوارزمية البسيطة التي هي مجموعة من القواعد المعروفة لحل مشكلة البرمجة الخطية ، وإنما هي تقنية للوصول إلى الحل الرياضي الأمثل ، والغاية منها بناء سلسلة من

العلاقات المترابطة والمتشابكة للقرارات التي تحدد سير عملية تشغيل أي نظام . إذ إن عملية اتخاذ القرار للمراحل المتعددة (Multi Stage) تتحول إلى سلسلة من المراحل المفردة لإتخاذ القرار . إن البرمجة الديناميكية تبدأ بجزء صغير من المسألة ومحاولة الوصول الى حل أمثل لهذا الجزء ثم تدريجياً يؤخذ جزء اخر من هذه المسألة والتوصل إلى حل نموذجي اخر ، مع الأخذ بنظر الاعتبار الحل للجزء الأول . وهكذا إلى أن تحل المسألة على أكمل صورة ومن جميع الأوجه .

المفاهيم الأساسية للبرمجة الديناميكية يمكن توضيحها كما يلي : [Liao 1999:3 , p61]
١. المرحلة Stage : تمثل الانتقال من حالة إلى أخرى أو هي الفترة الزمنية أو القيمة الفيزيائية التي على أساسها يتم تقسيم المشكلة الرئيسية إلى مشكلات ثانوية .

٢. متغيرات الحالة State Variables : وهي تلك المتغيرات التي تمثل الربط بين المراحل السابقة والمرحلة الحالية أو عملية الربط بين المرحلة الحالية والمرحلة اللاحقة ومن خلال تحديد عملية الربط يتم إتخاذ القرار الأمثل للمرحلة الحالية .

٣. المعادلة التكرارية The Recursive Equation : المعادلة التكرارية هي قاعدة لصياغة أي مشكلة أمثلية بواسطة البرمجة الديناميكية ، إذ تكشف هذه المعادلة الطبيعة التعايقية للبرمجة الديناميكية وتعكس بالوقت نفسه المبدأ الأساسي للأمثلية الذي ينص على (إن السياسة المثلى لها خاصية وهي مهما كانت الحالة الابتدائية والقرار الابتدائي ، فإن القرارات المتبقية يجب أن تكون سياسة مثلى بالرجوع إلى الحالة الناتجة من القرار . [كرزان ، ٢٠٠٣ : ١ ، ص ٦٢-٥٦]

الحسابات الأمامية والخلفية في البرمجة الديناميكية :

يعتمد مبدأ عمل المعادلات التكرارية على قيم دوال العائد للمراحل المختلفة التي تتضمنها المشكلة . وهناك في الواقع أسلوبان لحساب قيم الدوال التي من خلالها نحصل على الحل الأمثل للمشكلة بشكل عام .

الاسلوب الأول :- يعتمد هذا الاسلوب على قيم الدوال المرتبة ترتيباً تصاعدياً . إذ تستخدم المعادلة التكرارية أولاً في حساب قيمة الدالة الأولى (الابتدائية) ولتكن على سبيل المثال $F(1)$ ، وذلك في المرحلة الأولى ثم يتم حساب $F(2)$ في المرحلة الثانية ، وهكذا نتقدم بحساب الدوال الأخرى حتى نصل الى الدالة $F(n)$ التي تمثل الدالة النهائية للمعادلة التكرارية . ويسمى هذا الأسلوب بأسلوب الحسابات الأمامية . [Eugene , 2013:2 , p65 -78]

الأسلوب الثاني :- يمكننا في بعض المسائل استخدام المعادلة التكرارية عن طريق حساب قيم الدوال $F(i)$ بأسلوب معاكس تماماً للأسلوب الأول وذلك بترتيب الدوال تنازلياً . وبموجب هذا الأسلوب تستخدم المعادلة التكرارية لإيجاد قيمة العائد للمرحلة الأخيرة n ثم التدرج تنازلياً باستخدام المعادلة التكرارية نفسها لإيجاد قيم العوائد للمراحل الأخرى حتى نصل إلى المرحلة الأولى ويسمى هذا الأسلوب Backward Computation Method .

نماذج البرمجة الديناميكية : Dynamic Programming Models

فرضيات النموذج:

D_t : الطلب عند فترة t ، $(t=1,2,\dots,T)$.

m : عدد المصادر للمنتج في اي فترة

P_{it} : الإتاحية أو السعة ، في وحدات الإنتاج ، للمصدر i في الفترة t ، $(i=1,2,\dots,m)$.

X_{it} : كمية الإنتاج المخططة المعدة من المصدر i في الفترة t .

C_{it} : الكلفة المتغيرة لكل وحدة من المصدر i في الفترة t .

h_t : كلفة الخزن للوحدة من الفترة t الى الفترة $t+1$.

I_t : مستوى الخزين في نهاية الفترة t بعد تحقيق كل الطلبات في الفترة t .

$K_t (X_t , I_t)$: كلفة لإنتاج X_t من الوحدات و لصافي الخزين لها في نهاية الفترة الزمنية t .
 $f_t (I)$: اقل كلفة في الفترات $t = 1, 2, \dots, T$ عندما يكون الخزين الصافي في بداية الفترة t هو I
 اذا كان الخزين في بداية الفترة t هو $(I_{t-1} = I)$ كمية الإنتاج هي (X_t) و الكلفة الناتجة في الفترة t هي $K_t (X_t , I_t)$. كذلك الخزين في نهاية الفترة الزمنية t هو (I_t) الذي يحدد بالضبط بواسطة (I, X_t, D_t) ، تأثير تقليل الكلف المتحققة في الفترات التي تتبع الفترة الزمنية t .
 ويكون ناتج القرار X_t للكلفة في الفترات المتأخرة من $t + 1$ إلى T للمقدار .

$$K_t(X_t, I_t) + f_{t+1}(I_t)$$

وإن اقل قيمة لتلك الكلفة هي $f_t (I)$ والمعروفة في المعادلات التكرارية التالية

$$[f_t(I) = \text{Min}Z = [K_t(X_t, I + X_t - D_t) + f_{t+1}(I + X_t - D_t)] \dots \dots \dots (1-1)]$$

لاحظه معادلة الخزين المتعادل :

$$I + X_t - D_t = I_t \dots \dots \dots (1-2)$$

والتي تكون كضغط على الدالة $K_t (X_t , I_t)$ كمعادلة البداية للخزين (الخزين الابتدائي)
 $(I = I - 1)$ ، نسبة الإنتاج X_t .

نستطيع استخدام اسلوب البرمجة الديناميكية القياسية لإيجاد الإنتاج الأمثل المجدول (X_t) . باضافة القيود مثل ، $X_t \leq P_t$ او $I_t \leq L_t$ ، كل هذا لتقليل مدى القيم المعطاة لمتغيرات القرار او متغيرات الحالة . [Eugene , 2013: 2 , p67]

$$K_t(X_t, I_t) = C_t(X_t) + h_t(I_t) \dots \dots \dots (1-3)$$

X_t : كمية الإنتاج المخططة المعدة من المصدر في الفترة t .

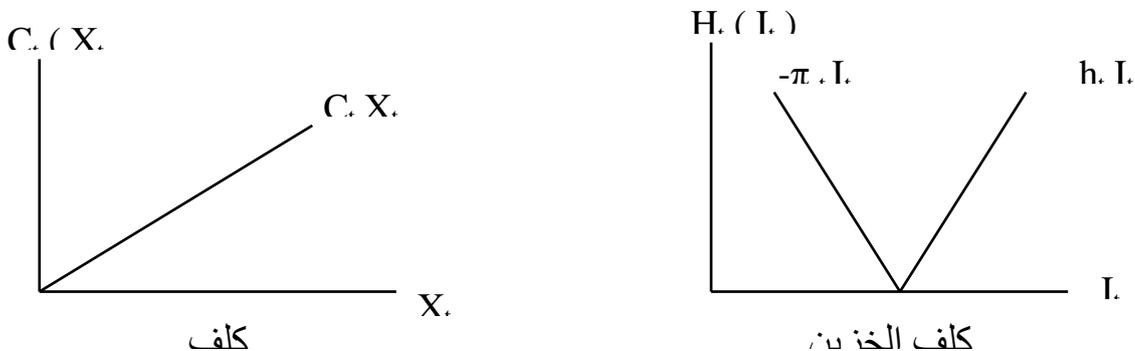
i_t : الكلفة المتغيرة لكل وحدة من المصدر في الفترة t .

h_t : كلفة الخزن للوحدة من الفترة t الى الفترة $t+1$.

I_t : مستوى الخزين في نهاية الفترة t بعد تحقيق كل الطلبات في الفترة t .

هناك ثلاث صيغ خاصة لكلف الإنتاج والخزين وهي :

(1) كلف خطية $H_t (I_t)$ و $C_t (X_t)$ كما في الشكل (1-1)

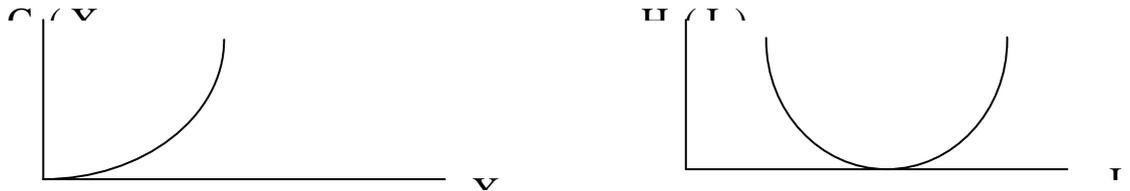


الشكل (1-1) دوال الكلف الخطية

$$\left. \begin{aligned} C_t(X_t) &= C_t X_t \quad \text{for } X_t \geq 0 \quad (C_t \geq 0) & (1) \\ H_t(I_t) &= \begin{cases} h_t I_t & \text{for } I_t \geq 0 \quad (h_t \geq 0) \\ -\pi_t I_t & \text{for } I_t \leq 0 \quad (\pi_t \geq 0) \end{cases} & (2) \end{aligned} \right\}$$

[Eugene , 2013:2 , p65]

(2) كلف محدبة $H_t(I_t)$ و $C_t(X_t)$ كما في الشكل (1-2)

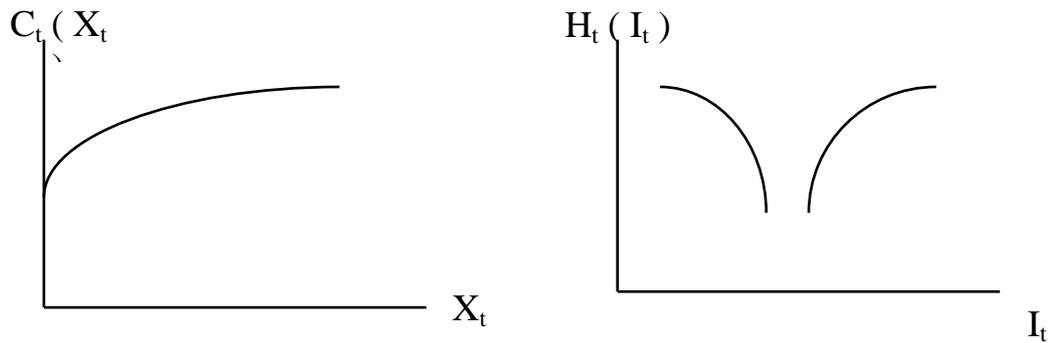


الشكل (1-2) دوال الكلف المحدبة

[Eugene , 2013:2 , p66]

$$\left. \begin{aligned} C_t(X_t) &\geq 0 \quad \text{convex for } X_t \geq 0 & (1) \\ H_t(I_t) &\geq 0 \quad \begin{cases} \text{convex for } I_t \geq 0 \\ \text{convex for } I_t \leq 0 \end{cases} & (2) \end{aligned} \right\} \text{ (3) كلف مقعرة}$$

(1-3) كما في الشكل



الشكل (1-3) دوال الكلف المقعرة

$$\left. \begin{aligned} C_t(X_t) &\leq 0 \quad \text{concave for } X_t \geq 0 & (1) \\ H_t(I_t) &\leq 0 \quad \begin{cases} \text{concave for } I_t \geq 0 \\ \text{concave for } I_t \leq 0 \end{cases} & (2) \end{aligned} \right\}$$

[Eugene , 2013:2 , p67]

نماذج الكلفة المحدبة : Models with Convex Cost

نفترض ان الكلفة للإنتاج والخزين في الفترة t معطاة بالشكل التالي:

$$K_t(X_t, I_t) = C_t(X_t) + H_t(I_t) \quad \dots \dots \dots (1-4)$$

$C_t(X_t)$: محدبة عند $X_t \geq 0$ و $H_t(I_t)$: محدبة لكل قيم الخزين الصافي I_t .

ونفرض ان العجز هو الطلبات غير المتحققة (تغطية الطلبات السابقة) وبذلك سيكون I_t قيم سالبة في معظم الأحيان وسيكون الإنتاج الأمثل (Convex Cost Algorithm) سنقوم بتغطية كل الطلبات في كل الفترات بشكل طلب ذات الفترة وهكذا الى ان تنتهي كل الطلبات (اي تكون متحققة)

عندما نقرر كيف نغطي الطلب في نفس الفترة ، نستخدم مصادر الإنتاج وقد يؤدي ذلك الى زيادة الكلفة . بدائل الإنتاج في الفترة المحمولة و الإنتاج في الفترة الأولى مع الخزين والإنتاج في الفترة اللاحقة مع الطلبات الخلفية (التي لم تحقق في الفترة السابقة) خطط الإنتاج لتغطية الطلبات في الفترات (1 , 2 , ... , k-1) ، و ان الفترة k ستقر بالشكل التالي :

1 - يوجد T من البدائل المحتملة لتحقيق الوحدة اللاحقة ل D_k ، طبقا للزيادة في الإنتاج باضافة وحدة واحدة بالضبط في واحد من الفترات T , 2 , ... , 1 لأي من تلك البدائل . (حسب الزيادة في الكلفة الداخلة في الإنتاج ، الخزين ، والطلبات الخلفية (غير المتحققة) ولحساب تلك الزيادة في الكلفة ، نفترض ان كلاً من الإنتاج الفعلي او الجزء الجديد من الإنتاج المجدول وجد لتغطية أو لمواجهة كل الطلبات في الفترات 1 , 2 , ... , k-1 ، و أي جزء من الطلب يحقق في الفترة k ، وبالحقيقة تحقيق أقل كلفة حاصلة) .

2 - اذا كان الطلب في الفترة k لا يمكن ان يغطي ، نعود الى الفقرة (١) و نحدد ما هو الأفضل لتحقيق الوحدة القادمة من طلب فترة k . وخلاف ذلك نعتبر الطلبات في الفترة k + 1 ، ونعود الى الخطوة (١) مع $k = k + 1$. ونكمل الى T من الفترات . نفس هذه التطبيقات حلت بطريقة النقل كما ذكر سابقا . [Peter , 2015:4 ,p45]:

الجانب التطبيقي

عينة البحث :

تأسست المنشأة العامة للصناعات الجلدية سنة (1976) كحصيلة لدمج الشركة العامة لصناعة الجلود التي تأسست سنة (1945) والتي كانت آنذاك تحتوي على معمل واحد لدباغة الجلود الكبيرة ومن ثم تأسيس معمل الحقائق سنة (1969) مع شركة باتا العامة التي تأسست عام (1932) و يضم الموقع المعامل الآتية :-

أ - معمل دباغة الجلود الكبيرة لدباغة جلود البقر والجاموس الخام المحلية والمستوردة لإنتاج جلود وجه الحذاء وبطائنه ونعله .

ب - معمل دباغة الجلود الصغيرة ، تأسس هذا المعمل عام (1976) لدباغة جلود الغنم والماعز الخام المحلية وتصدير معظمها بشكل نصف مصنع و إكمال تصنيع المتبقي منها لأغراض وجه الحذاء وبطائنه .

ج - معمل الحقائق يختص بتصنيع الحقائق السفرية والمدرسية والدبلوماسية وحقائب رجال الأعمال بمختلف الأنواع كما ينتج الأحزمة والمحافظ ومنتجات السراجة الأخرى .

د - معمل طبقات الجلد الاصطناعي والمقوى ، شيد هذا المعمل في نهاية الثمانينات من القرن السابق ويختص بإنتاج طبقات الجلد الاصطناعي التي تدخل في صناعة الأحذية وكذلك المقوى الذي يدخل في صناعة الحقائق .

هـ - معمل الملابس الجلدية ، شيد هذا المعمل سنة (1989) ، يختص بتصنيع الملابس الجلدية والحقائب النسائية .

تطبيق الخوارزميات :

أولاً : الخوارزمية الأمامية - عدم وجود عجز
ثانياً : الخوارزمية الأمامية - يسمح بوجود عجز
ثالثاً : الخوارزمية ذات الاتجاه الخلفي - يسمح بوجود عجز

طبقت هذه الخوارزميات على بيانات الشركة العامة للصناعات الجلدية ، بحيث ستكون فترة التخطيط لأربع سنوات و لأربعة معامل وعليه سيتضمن هذا الفصل تعريف المتغيرات التي تمثل كميات الإنتاج لكل منتج والكلف الثابتة والمتغيرة وكلف الأبدالات وكلف الخزين والجزاء وكذلك الطلب على المنتج ، إذ إن :

X_{it} = كمية المنتج i في الفترة t ، ($i=1,2,3,4$) ، ($t=1,2,3,4$) مقاسه بالوحدة
 D_{it} = كمية الطلب على المنتج i في الفترة t
 A_{it} = الكلفة الثابتة للمنتج i في الفترة t
 h_{it} = كلفة الخزين للوحدة الواحدة من المنتج i في الفترة t
 ch = كلفة الإبدال في الماكينة وتكون حسب نوع الماكينة والمعمل
 I_{it} = كمية الخزين من المنتج i في الفترة t
 π_{it} = كلفة الجزاء للمنتج i في الفترة t
 اما المنتجات التي تضمنها البحث فهي المنتجات الجلدية ويتضمن :

١- معمل بغداد (أحذية رجالي ونسائي)

٢- معمل الكوفة (أحذية رياضية رجالي و ولادي)

٣- معمل الملابس الجلدية (رجالي ونسائي)

٤- معمل الحقائق (حقائب مدرسية ونسائية)

وقد جمعت البيانات الخاصة بالنماذج الرياضية عن طريق السجلات والتقارير الرسمية للكلف والطلبات والإنتاج لكل من المعامل الأربعة ولأربعة سنوات على شكل ناتج سنوي .
 وأن نماذج البرمجة الديناميكية تتضمن دالة الهدف مع قيود متعددة ، ولغرض صياغة الأنموذج تطلب وصف البيانات التي تم الحصول عليها من الشركة ، وقد شملت البيانات ما يلي :

١- البيانات الخاصة بالطلب السنوي على المنتجات وكذلك الكلف الثابتة والمتغيرة وكلف الخزين والجزاء ، إذ جرى الحصول عليها من قسم الدراسات والبحوث وقسم الكلفة وقد تم محاكاة تلك البيانات بما يلائم لتطبيقها في الخوارزميات .

٢- اعتمد الباحث في استخدام الخوارزميات للحل على البرامج الجاهزة لإستخراج النتائج وتفسيرها ومقارنتها .

تطبيق الخوارزميات و تفسير النتائج :

في البداية تم تطبيق الخوارزميات على بيانات الإنتاج المفرد لمعمل بغداد وكانت النتائج للخوارزمية الأولى في الجدول رقم (4-1) والكميات المثلى للإنتاج المقابلة لها في الجدول رقم (5-1) ونتائج الخوارزمية الثانية في الجدول رقم (6-1) والكميات المثلى للإنتاج في الجدول رقم (7-1) . ونتائج الخوارزمية الثالثة في الجدول رقم (8-1) وقيم $\gamma(t,e)$ في الجدول المرقم (9-1) .

جدول(4-1)يمثل استخدام الخوارزمية الأولى على بيانات معمل بغداد

فترة آخر إنتاج	آخر نقطة إعادة توليد	الفترة (k)			
		1	2	3	4
j+1	j				
1	0	2220567012*	6345461556*	15070363316	30945565580
2	1		6623064364	15707482264	32052570332
3	2			12399329328*	24783500820
4	3				18621376520*
$F_k =$	Min(alfa)	2220567012	6345461556	12399329328	18621376520
$[j^*(k)]$		0	0	2	3

جدول(1-5) يمثل كميات الإنتاج المثلى لمعمل بغداد

x*[j]	كمية الإنتاج			
	k=1	k=2	k=3	k=4
1	940918	1872466	940918	940918
2		0	931548	931548
3			1206430	1206430
4				1576798

جدول(1-6) يمثل استخدام الخوارزمية الثانية على بيانات معمل بغداد

اخر نقطة اعادة توليد	نقطة اعادة التوليد القادمة	فترة الإنتاج (t)					
		1	2	3	4	t*[j,k]	m[j,k]
[j]	[k]						
0	1	2220567012*				1	2220567012
0	2	6345461556*	9822185032			1	6345461556
0	3	15070363316*	18906602932	19048008704		1	15070363316
0	4	30945565580	35251691000	31432180196	26335351880*	4	26335351880
1	2		4402497352*			2	4402497352
1	3		13486915252	12034405932*		3	12034405932
1	4		29832003320	24418577424	18996191480*	4	18996191480
2	3			6053867772*		3	6053867772
2	4			18438039264	12693337712*	4	12693337712
3	4				6222047192*	4	6222047192

جدول(1-8) يمثل استخدام الخوارزمية الثالثة على بيانات معمل بغداد فترة الإنتاج القادم (t)

نقطة إعادة التحويل (j)	1	2	3	4	t*[j]	Bj
0	18621376520*	22098099996	25270055896	26335351880	1	18621376520
1		16678412316*	18256453124	18996191480	2	16678412316
2			12275914964*	12693337712	3	12275914964
3				6222047192*	4	6222047192

جدول(9-1) حساب قيمة $\gamma(t,e)$

فترة الانتاج	فترات نقطة اعادة التوليد بالرجوع الخلفي	نقطة اعادة التوليد k					
		1	2	3	4	k*[t,e]	$\gamma[t,e]$
[t]	[e]						
2	0	18898979328	18621376520*	21292410508	30945565580	2	18621376520
2	0		16678412316*	19708962444	29832003320	2	16678412316
2	1		21125190784*	24155740912	34278781788	2	21125190784
3	0			12275914964*	18438039264	3	12275914964
3	1			16950422828*	23112547128	3	16950422828
3	2			21671949352*	27834073652	3	21671949352
4	0				6222047192*	4	6222047192
4	1				10982619972*	4	10982619972
4	2				14658508380*	4	14658508380
4	3				18371370808*	4	18371370808

جدول(10-1) يمثل استخدام الخوارزمية الأولى على بيانات معمل الملابس الجلدية

فترة اخر إنتاج	اخر نقطة اعادة توليد	الفترات (k)			
		1	2	3	4
j+1	j				
1	0	723653698*	2110313098	3268333598	9847526498
2	1		1454437916*	2220289704	7291398612
3	2			1764855614*	5084577626
4	3				3174767250*
$F_k =$	Min(alfa)	723653698	1454437916	1764855614	3174767250
$[j^*(k)]$		0	1	2	3

جدول(11-1) يمثل كميات الإنتاج المثلى لمعمل الملابس الجلدية

$x^*[j]$	كمية الإنتاج			
	k=1	k=2	k=3	k=4
1	47810	47810	47810	47810
2		35700	35700	35700
3			21346	21346
4				82086

جدول (1-12) م يمثل إستخدام الخوارزمية الثانية عمل الملابس الجلدية

فترة الإنتاج (t)							
نقطة إعادة توليد	نقطة إعادة التوليد القادمة	1	2	3	4	t*[j,k]	m[j,k]
[j]	[k]						
0	1	723653698*				1	723653698
0	2	2110313098*	2276099038			1	2110313098
0	3	3268333598	3041950826	2734825278*		3	2734825278
0	4	9847526498	8113059734	6054547290	5778808652*	4	5778808652
1	2		730784218*			2	730784218
1	3		1496636006	1104599898*		3	1104599898
1	4		6567744914	4424321910	3403512232	4	3403512232
2	3			310417698*		3	310417698
2	4			3630139710	2052981232	4	2052981232
3	4				1409911636	4	1409911636

جدول (1-13)

j\k	1	2	3	4
0	723653698*	2110313098	2734825278	5778808652
1		1454437916*	1828253596	4127165930
2			1764855614*	3507419148
3				3174767250*
$F_k =$	723653698	1454437916	1764855614	3174767250
$[j^*(k)]$	0	1	2	3

جدول (1-14) يمثل إستخدام الخوارزمية الثالثة على بيانات معمل الملابس الجلدية فترة الإنتاج القادم (t)

نقطة إعادة التحويل (j)	1	2	3	4	t*[j]	Bj
0	3174767250*	3996428372	4144736914	5778808652	1	3174767250
1		2451113552*	2514511534	3403512232	2	2451113552
2			1720329334*	2052981232	3	1720329334
3				1409911636*	4	1409911636

جدول(1-15) حساب قيمة $\gamma(t,e)$

فترة الانتاج	فترات نقطة اعادة التوليد بالرجوع الخلفي	نقطة اعادة التوليد k					
		1	2	3	4	$k^*[t, e]$	$\gamma[t, e]$
[t]	[e]						
2	0	3174767250*	3830642432	4678245234	9847526498	1	3174767250
2	0		2451113552*	2906547642	6567744914	2	2451113552
2	1		3429784252*	3885218342	7546415614	2	3429784252
3	0			1720329334*	3630139710	3	1720329334
3	1			2239478734*	4149289110	3	2239478734
3	2			2934731754*	4844542130	3	2934731754
4	0				1409911636*	4	1409911636
4	1				1776550532*	4	1776550532
4	2				2389733732*	4	2389733732
4	3				3210918292*	4	3210918292

جدول(1-16) يمثل استخدام الخوارزمية الأولى على بيان معمل الحقائب

فترة اخر انتاج	اخر نقطة اعادة توليد	الفترات (k)			
		1	2	3	4
j+1	j				
1	0	275765232*	965523812	10341351004	40866573052
2	1		377186678*	4474259278	22745341678
3	2			985278932*	11157015764
4	3				1946388326*
$F_k =$	Min(alf)	275765232	377186678	985278932	1946388326
$[j^*(k)]$		0	1	2	3

جدول(1-17) يمثل كميات الإنتاج المثلى لمعمل الحقائب

$x^*[j]$	كمية الإنتاج			
	k=1	k=2	k=3	k=4
1	216456	216456	216456	216456
2		240334	240334	240334
3			2156354	2156354
4				5005776

جدول (1-18) يمثل استخدام الخوارزمية الثانية على بيانات معمل الحقائب

فترة الإنتاج (t)							
آخر نقطة اعادة توليد	نقطة اعادة التوليد القادمة	1	2	3	4	t*[j,k]	m[j,k]
[j]	[k]						
0	1	275765232*				1	275765232
0	2	965523812	365497766*			2	365497766
0	3	10341351004	4462570366	1246749942*		3	1246749942
0	4	40866573052	22733652766	11418486774	4256563806*	4	4256563806
1	2		101421446*			2	101421446
1	3		4198494046	853232934*		3	853232934
1	4		22469576446	11024969766	3693345294*	4	3693345294
2	3			608092254*		3	608092254
2	4			10779829086	3259782758*	4	3259782758
3	4				961109394*	4	961109394

جدول (1-19)

j\k	1	2	3	4
0	275765232*	365497766*	1246749942	4256563806
1		377186678	1128998166	3969110526
2			973590020*	3625280524
3				1934699414*
$F_k =$	275765232	365497766	973590020	1934699414
$[j^*(k)]$	0	0	2	3

جدول (1-20) يمثل استخدام الخوارزمية الثالثة على بيانات معمل الحقائب

نقطة إعادة التحويل (j)	1	2	3	4	t*[j]	Bj
0	1946388326	1934699414*	2207859336	4256563806	2	1934699414
1		1670623094*	1814342328	3693345294	2	1670623094
2			1569201648*	3259782758	3	1569201648
3				961109394*	4	961109394

جدول (1-21) حساب قيمة $\gamma(t,e)$

فترة الانتاج	فترات نقطة اعادة التوليد بالرجوع الخلفي	نقطة اعادة التوليد k					
		1	2	3	4	k*[t,e]	$\gamma[t,e]$
[t]	[e]						
2	0	1946388326*	2534725460	11302460398	40866573052	1	1946388326
2	0		1670623094*	5159603440	22469576446	2	1670623094
2	1		1761967526*	5250947872	22560920878	2	1761967526
3	0			1569201648*	10779829086	3	1569201648
3	1			1636975836*	10847603274	3	1636975836
3	2			1698016428*	10908643866	3	1698016428
4	0				961109394*	4	961109394
4	1				1375129362*	4	1375129362
4	2				1421273490*	4	1421273490
4	3				1462833042*	4	1462833042

الاستنتاجات :

اولاً: بالنسبة للمنتج المفرد :

١- معمل بغداد تطبيق الخوارزمية الاولى يتبين انه في الفترة الثانية أي عندما $k=2$ كمية الإنتاج = صفر يعني ان الإنتاج في الفترة الاولى يغطي الطلب في الفترتين . أما في الفترة $k=4$ فان كمية الإنتاج = الطلب وبذلك وبذلك الخزين = صفر .

و عند تطبيق الخوارزمية الثانية نلاحظ فترات إعادة التوليد 0,2,3 وهذا يعني كذلك ان الإنتاج في الفترة الثانية = صفر أي هناك خزين من الفترة الاولى .

و عند تطبيق الخوارزمية الثالثة نحصل على نفس النتائج .

٢- معمل الكوفة تطبيق الخوارزمية الاولى نلاحظ ان الإنتاج يكون حسب الطلب أي في جميع الفترات الخزين = صفر .

و عند تطبيق الخوارزمية الثانية والخوارزمية الثالثة نحصل على النتائج نفسها من حيث الإنتاج اي قيم x مع تغيير في قيمة دالة الهدف .

٣- معمل الملابس الجلدية وبنفس الطريقة بالنسبة لمعمل الكوفة ان الإنتاج يغطي الطلب في جميع المراحل و عند تطبيق الخوارزميات كلها .

٤- معمل الحقائب هنا نلاحظ بعض الاختلافات . عند تطبيق الخوارزمية الاولى يكون الإنتاج حسب الطلب أي لا يوجد خزين أما عند تطبيق الخوارزميتين الثانية والثالثة فانه في الفترة الثانية الإنتاج = صفر وهذا يعني ان هناك خزين فائض من الفترة الاولى يغطي الطلب في الفترة الثانية .

ثانياً: بالنسبة للإنتاج المتعدد :

١- معمل بغداد عند تطبيق الخوارزمية الاولى في كل الحالات التي تتغير بها كلف الابدال في الماكنة لا يوجد إنتاج في الفترة الثانية اي ان الطلب يغطي بواسطة الخزين في الفترة الاولى أما عند تطبيق الخوارزمية الثانية نلاحظ في كل الحالات عند الفترة الرابعة الإنتاج يغطي الطلب . وعند تطبيق الخوارزمية الثالثة ان الإنتاج في الفترة الثانية = الطلب الاول + الطلب الثاني . والطلب الثالث اكبر من الصفر .

- ٢- معمل الكوفة في كل الحالات الإنتاج يغطي الطلب في كل الفترات اي ان الخزين = صفر عند تطبيق الخوارزمية الأولى . ونفس الشيء عند تطبيق الخوارزمية الثانية والثالثة نحصل على النتائج نفسها حسب البيانات .
- ٣- معمل الملابس الجلدية عند تطبيق الخوارزمية الاولى الإنتاج يغطي الطلب ولايوجد خزين وفي كل الحالات التي تتغير بها نسب الابدال للماكنة وكذلك نحصل على نفس الشيء عند تطبيق الخوارزميتين الثانية والثالثة .
- ٤- معمل الحقائب الإنتاج يغطي الطلب عند تطبيق الخوارزمية الاولى . أما عند تطبيق الخوارزمية الثانية نلاحظ نقاط إعادة التوليد 0,2,3 هذا يعني ان الإنتاج في الفترة الثانية = صفر والإنتاج في الفترة الاولى = الطلب الاول + الطلب الثاني .
و الشيء نفسه نحصل عليه عند تطبيق الخوارزمية الثالثة .

المصادر :

- ١- كرزان مهدي غفور (2003) ، " بناء الانموذج الامثل للسيطرة على الخزين المتعدد المواقع للشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد " ، رسالة ماجستير ، كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد
- 2- Eugene, K .and Michel T. (2013) "Parallelism of Continuous and Discrete – Time Production Planning Problem " .
- 3- Liao , Ching-Jong (1999), "Optimal Products with Common and Unique Components " ,International Journal of Systems Science vol.27.No.4.pp.361
- 4- Peter, S. and Robert G. (2015) "Versatile and Dynamic Programming using Pair algebras "Faculty of Technology ,Bielefeld University , Postfach 100131 , 33501 Bielefeld ,Germany .