

تحديد القرار الأمثل في عملية تخطيط الإنتاج باستخدام إسلوب البرمجة الديناميكية

م.م

م.م عباس حسين بطيخ
خالد وليد عطا

م.د عبد الجبار خضر بخيت

كلية الإدارة والاقتصاد/جامعة بغداد

الخلاصة

إن عملية تخطيط الإنتاج عملية معقدة وتتطلب جهد عالي ووقت كبير وخاصة إنها فعالية ديناميكية تتغير متغيراتها الأساسية باستمرار مع الزمن، مما يتطلب استخدام إحدى أساليب بحوث العمليات (البرمجة الديناميكية) **Dynamic programming** لما لها من قوة فعالة ومؤثرة في عملية صنع القرار في التخطيط والسيطرة على الإنتاج وتأثيرها المباشر على كلفة العملية الإنتاجية والسيطرة على الخزين .

Abstract

The operation of production planning is a difficult operation and it's required High effect and large time especially it is dynamic activity which it's basic variables change in continuous with the time, for this reason it needs using one of the operation research manner (**Dynamic programming**) which has a force in the decision making process in the planning and control on the production and its direct affect on the cost of production operation and control on the inventory.



تعد أهم المشاكل التي تواجهها إدارة أي منظمة 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 إلى أخرى ومن منتج إلى آخر .

ويعد 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 الطاقات الإنتاجية وذلك لأن القرار النهائي يتخذ على أثر قرارات جزئية سابقة للمشكلة .

وتشير مصادر بحوث العمليات إلى أن أسلوب البرمجة الديناميكية في حل المشكلات يعد واحد من الأساليب الحديثة التي يعود الفضل في تطويره إلى العالم ريشارد بيلمان (Richard Bellman) التي بدأت كتاباته تظهر في الخمسينات من القرن الماضي . وقد توالى البحوث في هذا الموضوع إذ تم تشكيل فريق بحث^(٨) عام ١٩٦١ مكون من Milten,L.G,Dranff,J.s. Wanniger بتطبيق البرمجة الديناميكية في مجال الهندسة الصناعية وقد عد هذا البحث أول تطبيق في هذا المجال

وفي عام ١٩٧٨ حلل الباحث^(٦) Ali نظام الموارد المائية واستخدام الخزانات لإغراض متعددة، وكان النظام المذكور يحوي على ستة خزانات ونهرين رئيسيين في المملكة المتحدة. وقد هدفت المسألة إلى تقليل قيمة دالة الهدف إلى أقل ما يمكن. تلك الدالة تعتمد على المياه وحالة الخزين إذ تم التوصل إلى قواعد التغير الأمثل باستخدام البرمجة الديناميكية التفاضلية المتقطعة. وفي عام ١٩٨٦ قدم الباحث

Sulem Agnes بحثاً حل فيه سياسة الطلبية المثلى لنظام الخزين لمنتج واحد والخاضع لطلب منتج من خلال عملية التصريف، إذ أن الهدف هو تخفيض تكاليف الخضم المتوقعة التي تتضمن تكاليف ثابتة لعملية الشراء وتكاليف خطية للشراء والخزن والحجز. وقد تم التوصل إلى أفضل التكاليف بوصفها أفضل الحلول المتعلقة بأشبه المتغيرات والتي تم اشتقاقها من مبدأ الأمثلية للبرمجة الديناميكية.

وفي عام ٢٠٠٥ اعتبر كل من^(٧) Eugene And laszio بحثاً ناقش فيه مشكلة العشوائية في جدولة الإنتاج بالمكانن المتوازية غير المرتبطة وإعادة الجدولة حسب قرار ماركوف الخاص باستخدام البرمجة الديناميكية وتواصل مع جهود الباحثين الذين سبقونا نقدم هذا البحث الذي يتضمن تطبيق أسلوب البرمجة الديناميكية في تخطيط الإنتاج والسيطرة على تكاليف العملية الإنتاجية من خلال السيطرة على الخزين في الشركة العامة لإنتاج البطاريات .



٢- الجانب النظري

البرمجة الديناميكية / المفهوم والاهمية (D.p) Dynamic programming

يعد أسلوب البرمجة الديناميكية^(١) من الأساليب المهمة لحل مشاكل الأمثلية (Optimization) فهو يشكل أداة مهمة تساهم في تخطيط الإنتاج واتخاذ القرار الأمثل كأن يكون هذا القرار ممثلاً في تعظيم الأرباح أو تقليل التكاليف أو زيادة الطاقة الإنتاجية، وذلك لأن القرار النهائي يتخذ على أثر قرارات مبدئية سابقة للمشكلة.

وتعرف البرمجة الديناميكية بأنها أسلوب رياضي يهدف إلى إيجاد الأمثلية لدالة معينة طبقاً إلى مجموعة شروط، وذلك بتجزئة المسألة الأصلية (الدالة) إلى مجموعة مسائل فرعية (stage) وربطها بعلاقة رياضية، ولكل مسألة حالات عدة (states) لمتغيرات القرار.

وبعد إيجاد الحل الأمثل لكل مسألة فرعية بواسطة العلاقات التكرارية تستخدم هذه الحلول الفرعية للتوصل إلى الحل الأمثل النهائي للمشكلة.

تعد طريقة البرمجة الديناميكية أسلوب من الأساليب المهمة^(٢) في بحوث العمليات، وقد طبقت على المشاكل التي يمكن تجزئتها إلى سلسلة من المراحل وعند كل مرحلة تطبق علاقة تكرارية لإيجاد الحل الأمثل لهذه المرحلة، آخذين بنظر الاعتبار الحالات المختلفة لتغير القرار في تلك المرحلة، وبعد الانتهاء من إيجاد الحلول المثلى لكل المراحل توفق هذه الحلول بطريقة ممكن عدداً طريقة البحث المتسلسل كما هو الحال في مسائل التفرع والتقدير، فالبرمجة الديناميكية (D.p) هي عبارة عن أسلوب خاص للأمثلية ليست خوارزمية خاصة كالخوارزمية المبسطة (simplex) التي هي مجموعة من القواعد العددية على مشكلة البرمجة الخطية (L.P) وإنما هي تقنية للوصول إلى الحل الرياضي الأمثل، والغاية منها بناء سلسلة من العلاقات المترابطة والمتشابهة للقرارات التي تحدد سير عملية تشغيل أي نظام. إذ إن عملية اتخاذ القرار للمراحل المتعددة (Multistage) تتحول إلى سلسلة من المراحل المفردة لاتخاذ القرار.

إن البرمجة الديناميكية تبدأ بجزء صغير من المسألة ومحاولة الوصول إلى حل أمثل لهذا الجزء ثم تدريجياً يؤخذ جزء آخر من هذه المسألة والتوصل إلى حل نموذج آخر، مع الأخذ بنظر الاهتمام للحل للجزء الأول. وهكذا إلى أن نحل المسألة على أكمل صورة ومن جميع الأوجه.

٢-١ المفاهيم الأساسية للبرمجة الديناميكية يمكن تلخيصها كما يلي^(٣):-

١- المرحلة stage:- تمثل الانتقال من حاله إلى أخرى أو هي الفترة الزمنية أو القيمة الفيزيائية التي على أساسها يتم تقسيم المشكلة الرئيسية إلى مشكلات ثانوية.

٢- متغيرات الحالة state variable:- 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 اتخاذ 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 التعااقبية للبرمجة الديناميكية وتعكس بالوقت نفسه المبدأ الأساسي للأمثلية الذي ينص على (أن 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 الأول).

٢-٢ الحسابات الأمامية والخلفية في البرمجة الديناميكية^(٤):-

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

الإسلوب الأول :- يعتمد هذا الأسلوب 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 وهكذا تتقدم بحساب الدوال الأخرى حتى نصل إلى الدالة $F(m)$ التي تمثل الدالة النهائية للمعادلة التكرارية ويسمى هذا الأسلوب بإسلوب الحسابات الأمامية

(Forward Computation Method)

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

٣-٢ وصف النموذج المقترح (٣) (٥) :-
من المعروف أن المنتج يظهر خلال كل فترة من الفترات الزمنية المرقمة من 1 إلى N وعليه فإن الأمر يقتضي القيام بعملية تخطيط الإنتاج على مدى تلك الفترات لكي يمكن تحقيق ذلك الطلب إما بالإنتاج في تلك الفترة أو أية فترة سابقة لها من خلال الكميات المتراكمة .
ومن المعروف أيضا أن العملية الإنتاجية تترتب عليها تكاليف معينة وان عملية التخزين هي الأخرى يترتب عليها تكاليف الاحتفاظ بالخزين **Inventory Carrying Costs** لذا فقد تم الأخذ بنظر الاعتبار في النموذج المقترح هذا التكاليف وكيفية التعامل معها .

٤-٢ المصطلحات والرموز الخاصة بالنموذج المقترح:-

الآتي مجموعة الرموز والمصطلحات الخاصة بالنموذج المقترح

$$\begin{aligned}
 t_i &= \text{الطلب على المنتج خلال الفترة } i \\
 C_i(m) &= \text{كلفة إنتاج } m \text{ وحده من المنتج خلال الفترة } i \\
 L_i(r_i) &= \text{كلفة الاحتفاظ } \text{Holding cost} \text{ بـ } r_i \text{ وحده من المنتج في الفترة } i \\
 m_i &= \text{الكمية المنتجة خلال الفترة } i \\
 r_i &= \text{كمية الخزين تحت اليد في الفترة } i \\
 f_i(r_i) &= \text{اصغر كلفة لتحقيق الطلب للفترة } i \text{ إلى } N \text{ إذا كان } r_i \text{ يمثل الخزين في الفترة } i \\
 f_N(r_N) &= \text{اصغر كلفة لتحقيق الطلب خلال الفترة } N
 \end{aligned}$$

٥-٢ افتراضات النموذج (٣) (٥) :-

- ١- لا يسمح بتراكم الطلب وتخفيضه من الإنتاج في فترات لاحقة في الظروف القياسية للإنتاج.
- ٢- الخزين في فترة بداية عملية التخطيط مساو للصفر لإغراض التسوية المالية.
- ٣- الخزين في فترة نهاية التخطيط مساو للصفر لأغراض التسوية المالية أيضا.
- ٤- كميات الإنتاج والطلب قيم عددية صحيحة بسبب طبيعة المنتج.
- ٥- مستوى الإنتاج يقع بين اصغر مستوى تشغيل وأعظم إمكانية للمؤسسة الإنتاجية.
- ٦- مستوى الخزين يقع بين اصغر خزين أمان والسعة المتاحة لوحد الخزن.
- ٧- مجموع الخزين r_i والإنتاج m_i خلال الفترة i يكون على الأقل مساويا للطلب t_i خلال تلك الفترة .
- ٨- مجموع الإنتاج m_i في الفترة i والخزين r_i في تلك الفترة يجب أن لا يكون اكبر من الطلب الكلي خلال الفترات المتبقية أي

$$t_i \leq r_i + m_i \leq t_i + t_{i+1} + \dots + t_n$$

٦-٢ صياغة النموذج (٥)

١-٦-٢ دالة الهدف:-

إن الهدف هو تحقيق الطلب بأقل كلفة كلية ، ويمثل بالدالة (1-1)

$$\text{Minimize} = \sum_{i=1}^N \{C_i(m_i) + L_i(r_i)\} \dots \dots \dots (1.1)$$

٢-٦-٢ القيود Constraints :-

تخضع دالة الهدف للقيود الآتية :

القيود الأول: يتطلب هذا القيد بان يكون مجموع الخزين في بداية الفترة r والإنتاج خلال تلك الفترة m مساويا لمجموع الطلب خلال تلك الفترة t والخزین في بداية الفترة اللاحقة r ويمثل هذا القيد بالمعادلة (1-2) .

$$r_i + m_i = t_i + r_{i+1} \dots \dots \dots (1-2)$$

القيود الثاني : وفيه تكون كمية الخزین الابتدائي والخزین النهائي مساوية للصفر ويمثل بالعلاقة (1-3) .

$$r_1 = r_{N+1} = 0 \dots \dots \dots (1-3)$$

القيود الثالث : كمية الخزین الإنتاج تكون قيمة عددية صحيحة غير سالبة وتمثل بالعلاقة (1-4) .

$$m_i \geq 0, m_i \cdot \text{integer} \cdot i = 1, 2, \dots, N \dots \dots \dots (1-4)$$

القيود الرابع : كمية الخزین تكون قيمة عددية صحيحة غير سالبة وتمثل بالعلاقة (1-5) .

$$r_i \geq 0, r_i \cdot \text{integer} \cdot i = 2, 3, \dots, N \dots \dots \dots (1-5)$$

ويشير هذا القيد إلى أن الطلب في الفترة i يتحقق من الإنتاج خلال تلك الفترة أو خلال فترات سابقة .

٧-٢ علاقة مستوى الإنتاج مع مستوى الخزین^(١) و^(٢) :-

نلاحظ من القيود بان مستويات الإنتاج والخزین تكون متداخلة فإذا علمنا مستويات الخزین عند جميع الفترات فإننا نستطيع أن نحدد مستويات الإنتاج من القيد الأول في المعادلة (1.2) وبالعكس إذا علمنا مستويات الإنتاج m_1 إلى m_N فإننا نستطيع أن نحدد مستويات الخزین من المعادلة (1-6) .

$$m_1 + \dots + m_{i-1} = r_i + (t_1 + t_2 + \dots + t_{i-1}), i = 2, 3, \dots, N \dots \dots \dots (1-6)$$

ولغرض التأكد من صحة المعادلة (1.6) فإننا نجمع المعادلة (1.2) من 1 إلى $i-1$ وكالاتي :

$$r_1 + r_2 + \dots + r_{i-1} + m_1 + m_2 + \dots + m_{i-1} = t_1 + t_2 + \dots + t_{i-1} + r_2 + r_3 + \dots + r_{i-1} + r_i \dots \dots \dots (1-7)$$

وبما أن $r_1 = 0$ ، وبحذف الحدود المتشابهة ($r_2 + r_3 + \dots + r_{i-1}$) من طرفي المعادلة (1.7) فإننا سنحصل على المعادلة (1.8) ولتوضيح المعادلة (1.8) ، نلاحظ بان الخزین r_i عند الفترة i يساوي الإنتاج الكلي خلال الفترات i إلى $i-1$ مطروحا منه الطلب الكلي خلال هذه الفترات ، أي

$$r_i = m_1 + m_2 + \dots + m_{i-1} - (t_1 + t_2 + \dots + t_{i-1}) \dots \dots \dots (1-8)$$



تسمى $(m_1, m_2, \dots, m_{i-1})$ بخطة الإنتاج الممكنة **feasible production plan** عندما تتحقق مستويات الخزين المحددة بالمعادلة (1.6) القيود الأربعة لدالة الهدف المحددة بالصيغة (1.1) وتسمى $(m_1, m_2, \dots, m_{i-1})$ بخطة الإنتاج الأمثل **Optimal production plan** إذا كانت هي خطة الإنتاج الممكنة التي تقلل دالة الهدف وفق جميع خطط الإنتاج الممكنة .

٣- الجانب التطبيقي

تتطلب عمليه تخطيط الإنتاج واتخاذ القرار اعتماد الأساليب العلمية الحديثة ، باتجاه إتباع الخطط الإنتاجية من شأنها أن تحقق ربحية عالية للمنظمة من حيث تقليل الكلف الإنتاجية وفي نفس الوقت إنتاج الكميات التي تتناسب وقدرات المنظمة من جميع النواحي . وهذا يعني إقامة متطلبات إعداد الخطط الإنتاجية المبنية على أسس علمية . وإحدى هذه المتطلبات تتمثل بتوفير طريقة علمية لإعداد الخطط الإنتاجية واتخاذ القرار حول ذلك وفي كل مرحل من مراحل تنفيذها .

أن إعداد خطة إنتاجية مبنية على أسس علمية متينة يؤدي إلى تعزيز مكانة المنظمة واستمرار وجودها ولأجل تطبيق الطرق العلمية في إعداد الخطة الإنتاجية تم اختيار المنشأة العامة لصناعة البطاريات، إحدى منشآت القطاع الاشتراكي المهمة التي تستخدم التكنولوجيا المتقدمة في الإنتاج وان إنتاجها يتكون من دفعات كبيرة الحجم .

جدول (١)

الإنتاج الفعلي وتكاليف الإنتاج وتكاليف الاحتفاظ بالخزين على مستوى الشهر في المنشأة العامة لصناعة البطاريات لسنة (٢٠٠٥)

| الشهر | الإنتاج الفعلي ألف وحده | كلفة الإنتاج الكلية بالدينار | كلفة الاحتفاظ بالخزين بالدينار |
|-----------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| كانون /2/ | 26 | 1768000 | 18310.163 |
| شباط | 22 | 1364000 | 16514.091 |
| أذار | 25 | 2025000 | 37611.179 |
| نيسان | 20 | 1200000 | 17545.057 |
| مايس | 14 | 1904000 | 33466.089 |
| حزيران | 13 | 1469000 | 43269.179 |
| تموز | 12 | 1548000 | 10886.553 |
| آب | 13 | 1093000 | 19018.832 |
| أيلول | 17 | 2193000 | 14887.538 |
| تشرين /1/ | 11 | 2398000 | 22487.865 |
| تشرين /2/ | 15 | 2580000 | 17557.978 |
| كانون /1/ | 17 | 3060000 | 29983.490 |
| المجموع | 205 | 23602000 | 251538.014 |

ومن خلال الجدول (١) نلاحظ ما يلي:-

- ١- أن مدة التخطيط هي سنة كاملة موزعة على مدى اثني عشر شهرا تمثل المراحل عند حل النموذج فيما بعد
- ٢- أن أقصى طاقة إنتاجية في الشهر الأول لسنة (٢٠٠٥) هي 26000 بطارية سائلة إذ أن هذا الرقم مهم جدا عند إيجاد حسابات المرحلة الأولى بالطريقة الأمامية للحل .
- ٣- أن الكلفة المترتبة على العملية الإنتاجية بما فيها كلفه الاحتفاظ بالخزين بلغت 23853538 دينارا حيث أن هذا الرقم مهم وستجري مقارنة نتائج حل النموذج معه .



٣-٢ الحل بتطبيق النموذج المقترح:-

لغرض حل المشكلة وإيجاد الخطة المثلى للإنتاج في هذه المشكلة وذلك بتطبيق النموذج المقترح وحله بالإسلوبين الأمامي والخلفي إذ أن أحدث ما توفر من البرامج هو البرنامج الجاهز QSB والذي يقوم بالحل لغاية عشرة مراحل فقط . ومن خلال دراسة آلية عمل أسلوب البرمجة الديناميكية في التوصل للنتائج تطلب ذلك تحديد مقدار زيادة في الخزين x_1 بين دوره وأخرى، وبذلك تمت تجربة عدة مقادير زيادة في كل دوره وهي 500، 1000، 2000، 5000، وفي كل مره يتم إيجاد خطه إنتاج كاملة ثم لوحظت الفروقات بين النتائج التي تم التوصل إليها من خلال هذه الزيادات وتم اختيار الأفضل منها. علما انه تم التوقف عند الزيادة البالغة 500 وحدة لأننا حصلنا على الحل الأمثل والذي هو مطابق تماما للزيادة البالغة 1000 وحده، فضلا عن انه مهما يكن مقدار الزيادة (أقل من 500 وحدة) فسنحصل على نفس النتيجة إذ تمت تجربته الزيادة البالغة 400 وحدة فكانت النتائج مطابقة لتلك التي حصلنا عليها من الزيادة السابقة .

٣-٢-١ الحل بالأسلوب الأمامي

أولاً:- عندما تكون الزيادة 5000 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على مستوى الشهر والتكاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول رقم (٢)

جدول (٢)

خطة الإنتاج المثلى مع أقل تكاليف إنتاج على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 5000 وحده والحل بالأسلوب الأمامي لسنة (٢٠٠٥) .

| الشهر | خطة الإنتاج المثلى | تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار | تكاليف إنتاج تجميعية دينار |
|---------|--------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| كانون/2 | 26 | 1711020 | 1711020 |
| شباط | 17 | 1426130 | 3137150 |
| أذار | 20 | 1510271 | 4647421 |
| نيسان | 19 | 1100191 | 5747612 |
| مايس | 14 | 1750260 | 7497872 |
| حزيران | 12 | 1140105 | 8637977 |
| تموز | 11 | 1231210 | 9869187 |
| آب | 12 | 1710890 | 11580077 |
| أيلول | 17 | 1810261 | 13390338 |
| تشرين/1 | 11 | 2310316 | 17500654 |
| تشرين/2 | 14 | 2134567 | 17835221 |
| كانون/1 | 16 | 2540619 | 20375840 |
| المجموع | 189 | | |

المصدر (الشركة العامة للبطاريات)

نلاحظ من خلال الجدول (٢) بان خطة الإنتاج المثلى التي أظهرها تطبيق النموذج المقترح وفقا لهذا المقدار من الزيادة كانت لأشهر السنة على التوالي (بالآلاف): (16,14,11,17,12,11,12,14,19,20,17,26) بطارية سائلة وبكلفة كلية دينار 20375840 دينار عراقي .

ثانياً :- عندما تكون الزيادة 2000 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على أساس الشهر والتكاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول رقم (٣) .

جدول (٣)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل تكاليف إنتاج على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 2000 وحدة والحل بالاسلوب الأمامي لسنة (٢٠٠٥)

| الشهر | خطة الإنتاج المثلى ألف وحدة | تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار | تكاليف الإنتاج التجميعية دينار |
|---------|--------------------------------|---|-----------------------------------|
| كانون/2 | 26 | 1711020 | 1711020 |
| شباط | 18 | 1354213 | 3065233 |
| آذار | 21 | 1490120 | 4555353 |
| نيسان | 19 | 1100191 | 5655544 |
| مايس | 15 | 1703210 | 7358754 |
| حزيران | 13 | 1131101 | 8489855 |
| تموز | 10 | 1201257 | 9691112 |
| أب | 13 | 1690711 | 11381823 |
| أيلول | 16 | 1640413 | 13022236 |
| تشرين/1 | 12 | 2195213 | 15217449 |
| تشرين/2 | 16 | 2063930 | 17281379 |
| كانون/1 | 18 | 2435376 | 19716755 |
| المجموع | 197 | | |

نلاحظ من خلال الجدول (٣) بان خطة الإنتاج المثلى للعام التي أظهرها تطبيق النموذج المقترح وفقاً لهذا المقدار من الزيادة كانت لأشهر السنة على التوالي (بالآلاف) : (18,16,12,16,13,10,13,15,19,21,18,26) بطارية سائلة وكلفة كلية دنيا مقدارها 19716755 دينار عراقي .



ثالثاً :- عندما تكون الزيادة 1000 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على أساس الشهر والتكاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول (٤)

جدول (٤)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 1000 وحدة والحل بالاسلوب الأممي لسنة (٢٠٠٥) .

| الشهر | خطة الإنتاج المثلى ألف وحدة | تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار | تكاليف الإنتاج التجميعية دينار |
|-----------|--------------------------------|---|-----------------------------------|
| كانون/2/ | 26 | 1711020 | 1711020 |
| شباط | 20 | 1334514 | 3045534 |
| آذار | 23 | 1432112 | 4477646 |
| نيسان | 22 | 1005210 | 5482856 |
| مايس | 18 | 1652340 | 7135196 |
| حزيران | 16 | 1101200 | 8236396 |
| تموز | 13 | 1120314 | 9356710 |
| أب | 14 | 1632548 | 10989258 |
| أيلول | 18 | 1521345 | 12510603 |
| تشرين /1/ | 13 | 2001325 | 14511928 |
| تشرين/2/ | 18 | 1934890 | 16446818 |
| كانون/1/ | 19 | 2134726 | 18581544 |
| المجموع | 220 | | |

نلاحظ من خلال الجدول (٤) بأن خطة الإنتاج المثلى التي أظهرها تطبيق النموذج المقترح وفقاً لهذا المقدار من الزيادة كانت لأشهر السنة على التوالي (بـالآلاف): (18,16,12,16,13,10,13,15,19,21,18,26) بطارية سائنة. وبكلفة كلية دنيا 18581544 دينار عراقي .

رابعاً :- عندما تكون الزيادة 500 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على أساس الشهر والتكاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول (٥) .



جدول (٥)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 500 وحدة والحل بالاسلوب الأمامي لسنة (٢٠٠٥)

| الشهر | خطة الإنتاج المثلى ألف وحدة | تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار | تكاليف الإنتاج التجميعية دينار |
|----------|--------------------------------|---|-----------------------------------|
| كانون/2/ | 26 | 1711020 | 1711020 |
| شباط | 20 | 1334514 | 3045534 |
| أذار | 23 | 1432112 | 4477646 |
| نيسان | 22 | 1005210 | 5482856 |
| مايس | 18 | 1652340 | 7135196 |
| حزيران | 16 | 1101200 | 8236396 |
| تموز | 13 | 1120314 | 9356710 |
| آب | 14 | 1632548 | 10989258 |
| أيلول | 18 | 1521345 | 12510603 |
| تشرين/1/ | 13 | 2001325 | 14511928 |
| تشرين/2/ | 18 | 1934890 | 16446818 |
| كانون/1/ | 19 | 2134726 | 18581544 |
| المجموع | 220 | | |

نلاحظ أن النتائج التي توصلنا إليها عندما كانت الزيادة 500 وحدة هي ذاتها التي توصلنا إليها عندما كانت الزيادة 1000 وحدة وبذلك نتوقف عن اختيار مقادير زيادة أخرى ويعتبر الحل الذي تم التوصل إليه هو الحل النهائي للمشكلة بالاسلوب الأمامي

٣-٢-٢ الحل بالاسلوب الخلفي

لغرض حل المشكلة باستخدام النموذج المقترح وفقا لهذا الاسلوب تم تغيير بعض عبارات برنامج الحاسوب الذي استخدم بالاسلوب الأمامي اخذين بنظر الاعتبار التغيير في المعادلات الواردة في المبحث الثاني وفيما يلي تحليل النتائج وفق معايير الزيادة المشار إليها آنفا .

أولاً:- عندما تكون الزيادة 5000 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على مستوى الشهر والتكاليف التجميعية عندما تكون الزيادة 5000 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي كما في الجدول (٦) .



جدول (٦)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 5000 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي لسنة (٢٠٠٥).

| الشهر | خطة الإنتاج المثلى ألف وحدة | تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار | تكاليف الإنتاج التجميعية دينار |
|-----------|--------------------------------|---|--------------------------------|
| كانون /1/ | 16 | 2540619 | 2540619 |
| تشرين/2/ | 14 | 2134567 | 4675186 |
| تشرين/1/ | 11 | 2310316 | 6985502 |
| أيلول | 17 | 1810261 | 8795763 |
| أب | 12 | 1710890 | 10506653 |
| تموز | 11 | 1231210 | 11737863 |
| حزيران | 12 | 1140105 | 12877968 |
| مايس | 14 | 1750260 | 14628228 |
| نيسان | 19 | 1100191 | 15728419 |
| آذار | 20 | 1510271 | 17238960 |
| شباط | 17 | 1426130 | 18664820 |
| كانون/2/ | 26 | 1711020 | 20375840 |
| المجموع | 189 | | |

نلاحظ من خلال الجدول (٦) بأننا توصلنا إلى نفس الحل الوارد في الجدول (٢) وهذا يشير إلى تطابق الحل بالاسلوبين الأمامي والخلفي .

ثانياً:- عندما تكون الزيادة 2000 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على مستوى الشهر والتكاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول (٧) .



جدول (٧)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 2000 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي لسنة (٢٠٠٥) .

| الشهر | خطة الإنتاج المثلى ألف وحدة | تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار | تكاليف الإنتاج التجميعية دينار |
|----------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| كانون/1/ | 18 | 2435376 | 2435376 |
| تشرين/2/ | 16 | 2063930 | 17281379 |
| تشرين/1/ | 12 | 2195213 | 15217449 |
| أيلول | 16 | 1640413 | 13022236 |
| آب | 13 | 1690711 | 11381823 |
| تموز | 10 | 1201257 | 9691112 |
| حزيران | 13 | 1131101 | 8489855 |
| مايس | 15 | 1703210 | 7358754 |
| نيسان | 19 | 1100191 | 5655544 |
| أذار | 21 | 1490120 | 4555353 |
| شباط | 18 | 1354213 | 3065233 |
| كانون/2/ | 26 | 1711020 | 19716755 |
| المجموع | 197 | | |

نلاحظ من الجدول (٧) أننا توصلنا إلى نفس النتائج الواردة في الجدول (٣) وهذا يشير أيضا إلى تطابق الحل بالاسلوبين الأمامي والخلفي .

ثالثا: - عندما تكون الزيادة 1000 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على مستوى الشهر والتكاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول (٨) .



جدول (٨)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 1000 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي لسنة (٢٠٠٥) .

| الشهر | خطة الإنتاج المثلى ألف وحدة | تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار | تكاليف الإنتاج التجميعية دينار |
|----------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| كانون/1/ | 19 | 2134726 | 2134726 |
| تشرين/2/ | 18 | 1934890 | 16446818 |
| تشرين/1/ | 13 | 2001325 | 14511928 |
| أيلول | 18 | 1521345 | 12510603 |
| أب | 14 | 1632548 | 10989258 |
| تموز | 13 | 1120314 | 9356710 |
| حزيران | 16 | 1101200 | 8236396 |
| مايس | 18 | 1652340 | 7135196 |
| نيسان | 22 | 1005210 | 5482856 |
| أذار | 23 | 1432112 | 4477646 |
| شباط | 20 | 1334514 | 3045534 |
| كانون/2/ | 26 | 1711020 | 18581544 |
| المجموع | 220 | | |

نلاحظ من خلال الجدول (٨) أننا توصلنا إلى نفس النتائج الواردة في الجدول (٤) مما يشير أيضا إلى تطابق الحل بالاسلوبين الأمامي والخلفي .

رابعاً- عندما تكون الزيادة 500 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على مستوى الشهر والتكاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في جدول (٩) .

جدول (٩)

خطة الإنتاج المثلى مع أقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 500 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي لسنة (٢٠٠٥) .

| الشهر | خطة الإنتاج المثلى ألف وحدة | تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار | تكاليف الإنتاج التجميعية دينار |
|---------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| كانون/1 | 19 | 2134726 | 2134726 |
| تشرين/2 | 18 | 1934890 | 16446818 |
| تشرين/1 | 13 | 2001325 | 14511928 |
| أيلول | 18 | 1521345 | 12510603 |
| أب | 14 | 1632548 | 10989258 |
| تموز | 13 | 1120314 | 9356710 |
| حزيران | 16 | 1101200 | 8236396 |
| مايس | 18 | 1652340 | 7135196 |
| نيسان | 22 | 1005210 | 5482856 |
| أذار | 23 | 1432112 | 4477646 |
| شباط | 20 | 1334514 | 3045534 |
| كانون/2 | 26 | 1711020 | 18581544 |
| المجموع | 220 | | |

نلاحظ أن هذه النتائج مطابقة لتلك التي توصلنا إليها في الجدول (٨) أي عندما كانت الزيادة 1000 وحدة وكذلك نلاحظ أن هذه النتائج أيضا مطابقة لتلك التي توصلنا إليها في الحل الأمامي في الجدول (٥) ولما كنا قد توصلنا إلى نفس النتيجة لهذا المقدار من الزيادة مع تلك التي حققها مقدار الزيادة السابق البالغ 1000 وحدة لذلك نتوقف ونكون قد حصلنا على الحل الأمثل للمشكلة بالاسلوب الخلفي .

٣-٣ تفسير النتائج:-

١- من خلال الحل بالاسلوبين الأمامي والخلفي نلاحظ أن هناك تذبذبا واضحا في بعض النتائج الواردة في الجداول فيما يتعلق بالإنتاج وتكاليفه . فقد ورد في الجدول (٢) أن إنتاج شهر شباط بلغ 17000 بطارية وبكلفة 1426130 دينار في حين كان إنتاج شهر أيلول مطابقا لذلك الشهر ولكن بكلفة أعلى وهي 1810261 دينار وأيضا نلاحظ أن إنتاج شهر تشرين الأول بلغ 1000 بطارية وهي أقل من شهر أيلول في حين ارتفعت كلفتة 2310316 دينار وهكذا في الجداول (٣)، (٤)، (٥)، (٦)، (٧)، (٨)، (٩) حيث نلاحظ نفس هذه التذبذبات في أشهر مختلفة خلال السنة وعندما تم عرض هذه النتائج على المسؤولين في المنشأة أوضحوا بأنها نتائج اعتيادية نظرا لعدم استقرار حركة السوق وظروف العمل المختلفة في تلك الفترة .

٢- من خلال الجداول التي تم عرضها للحل بالاسلوبين الأمامي والخلفي نلخص القول بان خطة الإنتاج المثلى للمنشأة للعام المذكور مع التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية خلال السنة هي كما وردت في الجدول (٥) بالنسبة للحل بالاسلوب الأمامي وفي الجدول (٩) بالنسبة للحل بالاسلوب الخلفي . وتجدر الإشارة هنا إلى أن بإمكان متخذي القرار بالمنشأة أن يتخذوا قرارا بالإنتاج على مستوى كل شهر من أشهر السنة وتلك هي إحدى المزايا الرئيسية لاسلوب البرمجة الديناميكية، لأن ذلك من شأنه أن يجعل متخذ القرار مواكبا لظروف الإنتاج والتغيرات المحيطة به من خلال مدة الخطة الإنتاجية .

إن مقارنة ما تم التوصل إليه في مجال خطة الإنتاج والتكاليف من خلال تطبيق النموذج المقترح مع الإنتاج الفعلي والتكاليف الحقيقية يمكن إجماله بالملاحظاتين :-

١. حققت خطة الإنتاج المثلى المقترحة نسبة زيادة مقدارها 7.32% مقارنة بخطة الإنتاج الفعلية حيث كانت الفعلية 205000 بطارية سائلة لسنة ٢٠٠٥ في حين اظهر تطبيق النموذج المقترح خطة إنتاج مقدارها 220000 بطارية سائلة .

٢. انخفضت التكاليف الكلية للإنتاج خلال السنة من 23853538 دينار إلى 18581544 دينار أي بنسبة انخفاض مقدارها 22.10% أي أن تطبيق النموذج المقترح حقق فروقات في التكاليف مع إنتاج أكثر .

المبحث الرابع



٤- الاستنتاجات والتوصيات

١-٤ الاستنتاجات

١. أن استخدام أسلوب البرمجة الديناميكية في حل مشكلات تخطيط الإنتاج يوصلنا إلى نتائج جيدة تمثلت في تحديد خطة إنتاجية مثلى على مدار السنة وتحديد اقل كلفة لها .
٢. أن اعتماد هذا الأسلوب العلمي من شأنه أن يشير إلى كفاءة الخطة وأن الإعداد كان بمستوى الأداء حيث أظهرت نتائج التطبيق أن هذا الأسلوب يعتبر أسلوباً متقدماً وذو كفاءة عالية للحصول على الحل للمشكلات الكبيرة من خلال كمية الإنتاج اتخاذ القرارات التخطيطية الملائمة .
٣. يتضح أن النتائج المتحققة من جراء حل النموذج المقترح والذي يعكس الإنتاج التي يمكن تحقيقها في ظل الإمكانيات المتاحة تتفق بشكل تقريبي مع ما هو مخطط المنشأة، وهذا يعكس أن بالإمكان تحقيق الكميات المخطط لها إذا ما تم استخدام الأساليب العلمية الصحيحة. فكمية الإنتاج المتحققة فعلاً والبالغة (205000) بطارية سائلة تقل عما يمكن إنتاجه من خلال تطبيق النموذج بمقدار 15000 كما أن الكلفة الكلية المتحققة فعلاً والبالغة 23853538 دينار تزيد على التكاليف التي أظهرها النموذج والبالغة 18581544 دينار بمقدار 5271994 دينار
٤. أن ما اشرنا إليه من الاستنتاج السابق ينطبق على مستوى مؤشرات كل شهر من أشهر السنة ويمكن ملاحظة ذلك من الجدولين (٩)، (٥) .
٥. أظهرت نتائج استخدام أسلوب الحل الأممي والخلفي تطابق النتائج من حيث خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا للإنتاج مما يعكس صحة استخدام هذين الأسلوب في الحل .

٢-٤ التوصيات

١. تطبيق أسلوب البرمجة الديناميكية في تخطيط الإنتاج وفق الأسلوب المقترح في المنشأة العامة لصناعة البطاريات والمنشآت الإنتاجية المماثلة من شأنه أن يؤدي إلى تقليل الإنتاج الكلية .
٢. نظراً للدور الكبير الذي تؤديه الأساليب الرياضية عموماً، وأساليب بحوث العمليات ومنها البرمجة الديناميكية على وجه الخصوص، كان لا بد للدوائر ذات العلاقة الاهتمام بها بتشكيل مراكز خاصة ورفد تلك المراكز بالاختصاصيين في ادارة العمليات الإنتاجية من اجل خلق قاعدة ملائمة لإعداد النماذج المطلوبة والاستفادة منها نظرياً وتطبيقياً
٣. اهتمام الدوائر الإنتاجية بناء قاعدة بيانات أساسية تتعلق بكل متطلبات العملية الإنتاجية من خزير وتكاليف ومراحل إنتاجية وتوثيقها وإدامتها لفتح المجال أمام الباحثين باستخدام هذه القاعدة لغرض إجراء دراسات ميدانية لتطوير وتقليل كلف العملية الإنتاجية التي يحتاجها القطاع الصناعي في الوقت الحاضر وذلك بسبب منافسة السلع المستوردة من الخارج .

المصادر

أولاً :- المراجع العربية

١. الشرقاوي، علي (بلا تاريخ) -إدارة الأعمال، الوظائف والممارسات الإدارية دار النهضة العربية،

- بيروت
٢. الشرفاوي، علي (بلا تاريخ) ب -إدارة النشاط الإنتاجي في المشروعات الصناعية، دار النهضة العربية، بيروت
 ٣. هانس، جي دبلن باخ، وجون (1992) مقدمة في أساليب بحوث العمليات، ترجمة د.صباح رسول داخل، الطبعة الأولى .
 ٤. وزارة التخطيط، هيئة التخطيط الصناعي، (2000) أساليب تخطيط الإنتاج في المنشآت الصناعية للقطاع الاشتراكي، دراسة رقم 451
 ٥. حيدر عدنان أمير " (2007) استخدام البرمجة الديناميكية لحل مشكلة جدولة إنتاج متعددة لماكينه منفردة لكلفة خزين متغيرة " رسالة ماجستير كلية الإدارة والاقتصاد /جامعة بغداد.

ثانياً:- المصادر الأجنبية

- 6- Ali, A.M. (1978),, Development of reservoir operating rules with particular reference to the river tees system" ,ph.D.theses university of Newcastle upontyne ,u,k.
- 7- Balaze, C.C .and Laszlo, M, (2005)"stochastic reactive production scheduling by Multi- Agent Based Asynchronous Approximate Dynamic programming".
- 8- Dranoff,J.S and Milten ,L.G .and stevens ,W.F. and wanniger,L.A.(1961)"Applicaonof Dynamic programming to counter current flow processes" ,J.OPL .Res , SOC,Vol .9,NO .3.PP.388-401. Eugene, k .and Lehtihet, Amine (1990)"Operation 9-routing with lot sizing Consideration in A Manufacturing system", International Journal of production Res.vol .28.3.pp.503-515.