تحديد القرار الأمثل في عملية تخطيط الإنتاج باستخدام إسلوب البرمجة الديناميكية

م.د عبد الجبار خضر بخيت م.م عباس حسين بطيخ م.م خالد وليد عطا
كلية الإدارة والاقتصاد/جامعة بغداد

الخلاصة

إن عملية تخطيط الإنتاج عملية معقدة وتتطلب جهد عالي ووقت كبير وخاصة إنها فعاليـة ديناميكيـة 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 القـرار في التخطيط والسيطرة على الإنتاج وتأثيرها المباشر على كلفة العملية الإنتاجية والسيطرة على الخزين .

<u>Abstract</u>

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 اسلوب البرمجة الديناميكية من الأساليب المهمة لحل مشاكل الأمثليـة (optimization) فهـو يشكل أداة مهمة تسهم في تخطيط الإنتاج واتخاذ القرار الأمثل كأن يكون هذا القرار متمـثلا فـي تعظـيم الأرباح أو تقليل التكاليف أو زيادة الطاقات الإنتاجية وذلك لان القرار النهائي يتخذ على أثر قرارات جزئيـة سابقة للمشكلة .

وتشير مصادر بحوث العمليات إلى أن اسلوب البرمجة الديناميكية في حل المشكلات يعـد واحـد مـن الأساليب الحديثة التي يعود الفضل في تطويره إلى العالم ريشارد بيلمـان (Richard Bellman) التـي بدأت كتاباته تظهر في الخمسينات من القرن الماضي . وقد توالت البحوث في هذا الموضوع إذ تم تـشكيل فريق بحث[8] عـام 1961 مكـون مـن Milten,L.G,Dranff,J.s. Wanniger بتطبيـق البرمجـة الديناميكية في مجال الهندسة الصناعية وقد عد هذا البحث أول تطبيق في هذا المجال

وفي عام 1978 حال الباحث Ali[6] نظام الموارد المائية واستخدام الخزانات لإغراض متعددة، وكـان النظام المذكور يحوي على ستة خزانات ونهرين رئيسين في المملكة المتحدة. وقد هدفت المسالة إلى تقليل قيمة دالة الهدف إلى اقل ما يمكن. تلك الدالة تعتمد على المياه وحالة الخزين إذ تم التوصـل إلـى قواعـد التغير الأمثل باستخدام البرمجة الديناميكية التفاضلية المتقطعة. وفي عام 1986 قدم الباحث

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

وفي عام 2005 اعتبر كل من[7] Eugene And laszio بحثا ناقشا فيه مشكلة العـشوائية فـي جدولة الإنتاج بالمكائن المتوازية غير المرتبطة وإعادة الجدولة حسب قرار مـاركوف الخـاص باسـتخدام البرمجة الديناميكية وتواصلا مع جهود الباحثين الذين سبقونا نقدم هذا البحث الذي يتضمن تطبيق اسـلوب البرمجة الديناميكية في تخطيط الإنتاج والسيطرة على تكاليف العملية الإنتاجية من خـلال الـسيطرة علـى الخزين في الشركة العامة لإنتاج البطاريات .

2- الجانب النظري

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

يعد اسلوب البرمجة الديناميكية[8] من الأساليب المهمة لحل مشاكل الأمثلية (Optimization) فهو بشكل أداة مهمة تسهم في تخطيط الإنتاج واتخاذ القرار الأمثل كأن يكون هذا القرار ممثلا في تعظيم الأرباح أو تقليل التكاليف أو زيادة الطاقة الإنتاجية، وذلك لأن القرار النهائي يتخذ على اثر قرارات مبدئية سابقة للمشكلة.

وتعرف البرمجة الديناميكية بأنها اسلوب رياضي يهدف إلى إيجاد الأمثلية لدالة معينة طبقا 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 اسلوب من الأساليب المهمة[6] 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 عدها طريقة البحث المتسلسل كما هو الحال في مسائل التفرع والتقيد، فالبرمجة الديناميكية (D.p) هي عبارة عن اسلوب 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 والمتشابكة للقرارات التي تحدد سير عملية تشغيل أي نظام. إذ إن عملية اتخاذ القرار للمراحل المتعددة (Multistage) تتحول الى سلسلة من المراحل المفردة لاتخاذ القرار.

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

2-1 المفاهيم الأساسية للبرمجة الديناميكية يمكن تلخيصها كما يلي[3]:-

1- 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.
2- 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 .
3- المعادلة التكرارية The Recursive Equation:- المعادلة التكرارية هي قاعدة لصياغة أي مشكلة أمثلية بواسطة البرمجة الديناميكية. إذ تكشف هذه المعادلة الطبيعة التعاقبية للبرمجة الديناميكية وتعكس بالوقت نفسه المبدأ الأساسي للامثلية الذي ينص على (أن السياسة المثلى لها خاصية وهي مهما كانت الحالة الابتدائية والقرار الابتدائي فان القرارات المتبقية يجب أن تكون سياسة مثلى بالرجوع إلى الحالة الناتجة من القرار الأول) .

2-2 الحسابات الأمامية والخلفية في البرمجة الديناميكية[5]:-

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

الإسلوب الأول :- يعتمد هذا الأسلوب على قيم الدوال المرتبة ترتيبا تصاعديا .إذ تستخدم المعادلة التكرارية أولا 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 الـدوال *F(i)* بإسلوب معاكس تماما للإسلوب الأول وذلك بترتيب الدوال تنازليا. وبموجب هذا الإسلوب نستخدم المعادلـة 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)*.

2-3 وصف النموذج المقترح [3]،[5]:-

من المعروف أن المنتج يظهر خلال كل فترة من الفترات الزمنية المرقمة من 1 إلى N وعليـه فـان الأمر يقتضي القيام بعملية تخطيط الإنتاج على مدى تلك الفترات لكي يمكن تحقيق ذلك الطلب إما بالإنتـاج 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 الأخـرى يترتب عليها تكاليف الاحتفاظ بالخزين Inventory Carrying Costs لذا فقد تم الأخذ بنظر الاعتبار في النموذج المقترح هذا التكاليف وكيفية التعامل معها .

2-4 المصطلحات والرموز الخاصة بالنموذج المقترح:-

الآتي مجموعة الرموز والمصطلحات الخاصة بالنموذج المقترح

ti = الطلب على المنتج خلال الفترة i

Ci(m) = كلفة إنتاج m وحده من المنتج خلال الفترة i

Li(ri) = كلفة الاحتفاظ Holding cost بـ ri وحده من المنتج في الفترة i

mi = الكميه المنتجة خلال الفترة i

ri = كمية الخزين تحت اليد في الفترة i

fi(ri) = اصغر كلفه لتحقيق الطلب للفترة i إلى N إذا كان ri يمثل الخزين في الفترة i

fN(rN) = اصغر كلفة لتحقيق الطلب خلال الفترة N

2-5 افتراضات النموذج [3]،[5] :-

1- لا يسمح بتراكم الطلب وتخفيضه من الإنتاج في فترات لاحقة في الظروف القياسية للإنتاج.
2- الخزين في فترة بداية عملية التخطيط مساو للصفر لإغراض التسوية المالية.
3- الخزين في فترة نهاية التخطيط مساو للصفر لأغراض التسوية المالية أيضا.
4- كميات الإنتاج والطلب قيم عددية صحيحة بسبب طبيعة المنتج.
5- مستوى الإنتاج يقع بين اصغر مستوى تشغيل وأعظم إمكانية للمؤسسة الإنتاجية.
6- مستوى الخزين يقع بين اصغر خزين أمان والسعة المتاحة لوحدة الخزن.
7- مجموع الخزين r_i والإنتاج m_i خلال الفترة i يكون على الأقل مساويا للطلب t_i خلال تلك الفترة .
8- 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

$$t_i \le r_i + m_i \le t_i + t_{i+1} + ... + t_n$$

2-6 صياغة النموذج [5]

2-6-1 <u>دالة الهدف</u>:-

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

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

2-6-2 القيود Constraints :-

تخضع داله الهدف للقيود الآتية :

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

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

القيد الثاني : وفيه تكون كمية الخزين الابتدائي والخزين النهائي مساوية للصفر ويمثل بالعلاقة . (1-3)

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

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

$$m_i \geq 0, m_i \cdot \text{int}\, eger \cdot i = 1,2,\cdots,N \cdots\cdots\cdots\cdots (1-4)$$

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

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

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

7-2 علاقة مستوى الإنتاج مع مستوى الخزين[(1) و(2)]:-

نلاحظ من القيود بان مستويات الإنتاج والخزين تكون متداخلة فإذا علمنا مستويات الخزين 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 الخزين من المعادلة (1-6) .

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

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

$$\begin{aligned} r_1 + r_2 + \cdots + r_{i-1} + m_1 + m_2 + \cdots + m_{i-1} &= t_1 + t_2 + \cdots \\ &+ t_{i-1} + r_2 + r_3 + \cdots + r_{i-1} + r_i \cdots\cdots\cdots\cdots (1-7) \end{aligned}$$

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

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

تسمى $(m_1,m_2,\ldots,m_{i-1})$ بخطة الإنتاج الممكنـة feasible production plan عنـدما تتحقق مستويات الخزين المحددة بالمعادلة (1.6) القيود الأربعة لدالة الهـدف المحـددة بالـصيغة (1.1) وتسمى $(m_1,m_2,\ldots,m_{i-1})$ بخطة الإنتاج الأمثل Optimal production plan إذا كانت هي خطـة الإنتاج الممكنة التي تقلل دالة الهدف وفق جميع خطط الإنتاج الممكنة .

3- الجانب التطبيقي

تتطلب عمليه تخطيط الإنتاج واتخاذ القرار اعتماد الأساليب العلمية الحديثة ، باتجـاه إتبـاع الخطـط الإنتاجية من شانها أن تحقق ربحية عالية للمنظمة من حيث تقليل الكاف الإنتاجية وفي نفس الوقت إنتـاج 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 خطه إنتاجية مبنية على أسس علمية متينة يؤدي إلى تعزيز مكانـة المنظمـة واسـتمرار وجودها ولأجل تطبيق الطرق العلمية في إعداد الخطة الإنتاجية تـم اختيـار المنـشأة العامـة لـصناعة البطاريات، إحدى منشآت القطاع الاشتراكي المهمة التي تستخدم التكنيك المتقدم في الإنتـاج وان إنتاجهـا يتكون من دفعات كبيرة الحجم .

جدول (1)

الإنتاج الفعلي وتكاليف الإنتاج وتكاليف الاحتفاظ بالخزين على مستوى الشهر في المنشأة العامة لصناعة البطاريات لسنة (2005)

الشهر	الإنتاج الفعلي ألف وحده	كلفة الإنتاج الكلية بالدينار	كلفة الاحتفاظ بالخزين بالدينار
كانون /2/	26	1768000	18310.163
شباط	22	1364000	16514.091
آذار	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 (1) نلاحظ ما يلي:-

1- أن مدة التخطيط هي سنة كاملة موزعة على مدى اثني عشر شهرا تمثل المراحل عنـد حـل النموذج فيما بعد
2- أن أقصى طاقة إنتاجية في الشهر الأول لسنة (2005) هي 26000 بطارية سائلة إذ أن هذا الرقم مهم جدا عند إيجاد حسابات المرحلة الأولى بالطريقة الأمامية للحل .
3- أن الكلفة المترتبة على العملية الإنتاجيـة بمـا فيهـا كلفـه الاحتفـاظ بـالخزين بلغـت 23853538دينار حيث أن هذا الرقم مهم وستجري مقارنة نتائج حل النموذج معه .

3-2 الحل بتطبيق النموذج المقترح:-

لغرض حل المشكلة وإيجاد الخطة المثلى للإنتاج في هذه المشكلة وذلك بتطبيق النموذج المقترح وحله بالإسلوبين الأمامي والخلفي إذ أن احدث ما توفر من البرامج هو البرنامج الجاهز QSB والـذي يقـوم بالحل لغاية عشرة مراحل فقط . ومن خلال دراسة آلية عمل اسلوب البرمجة الديناميكية في التوصل للنتائج تطلب ذلك تحديد مقدار زيادة في الخزين r_1 بين دوره وأخرى، وبذلك تمت تجربة عدة مقادير زيادة في كل دوره وهي 5000، 2000، 1000، 500، 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 عنـد الزيادة البالغة 500 وحدة لأننا حصلنا على الحل الأمثل والذي هو مطابق تماما للزيـادة البالغـة 1000 وحده، فضلا عن انه مهما يكن مقدار الزيادة (اقل من 500 وحدة) فسنحصل على نفس النتيجـة إذ تمـت تجربه الزيادة البالغة 400 وحدة فكانت النتائج مطابقة لتلك التي حصلنا عليها من الزيادة السابقة .

3-2-1 الحل بالاسلوب الأمامي

أولا:- عندما تكون الزيادة 5000 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على مـستوى الـشهر والتكـاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول رقم (2)

جدول (2)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل تكاليف إنتاج على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 5000 وحده والحل بالاسلوب الأمامي لسنة (2005) .

الشهر	خطة الإنتاج المثلى	تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار	تكاليف إنتاج تجميعية دينار
كانون/2/	26	1711020	1711020
شباط	17	1426130	3137150
آذار	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 (2) بان خطة الإنتاج المثلى التي أظهرها تطبيق النموذج المقترح وفقا لهـذا المقـدار مـن الزيـادة كانـت لأشـهر الـسنة علـى التـوالي (بـالآلاف): (16,14,11,17,12,11,12,14,19,20,17,26) بطارية سائلة وبكلفة كلية دينار 20375840 دينار عراقي .

ثانيا :- عندما تكون الزيادة 2000 وحدة

لقد كانت خطه الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على أسـاس الـشهر والتكـاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول رقم (3) .

جدول (3)

خطة الإنتاج المثـلى مع اقل تكاليف إنتاج على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 2000 وحدة والحل بالاسلوب الأمامي لسنة (2005)

الشهر	خطه الإنتاج المثلى ألف وحدة	تكاليف الإنتاج على مستوى الشهر دينار	تكاليف الإنتاج التجميعية دينار
كانون2/	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
آب	13	1690711	11381823
أيلول	16	1640413	13022236
تشرين1/	12	2195213	15217449
تشرين2/	16	2063930	17281379
كانون1/	18	2435376	19716755
المجموع	197		

نلاحظ من خلال الجدول (3) بان خطة الإنتاج المثلى للعام التي أظهرها تطبيق النموذج المقترح وفقـا لهـذا المقـدار مـن الزيـادة كانـت لأشـهر الـسنة علـى التـوالي (بـالآلاف) : (18,16,12,16,13,10,13,15,19,21,18,26) بطارية سائلة وكلفة كلية دنيا مقدارها 19716755 دينار عراقي .

ثالثا :- عندما تكون الزيادة 1000 وحدة

لقد كانت خطه الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على أسـاس الـشهر والتكـاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول (4)

جدول (4)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 1000 وحدة والحل بالاسلوب الأمامي لسنة (2005) .

الشهر	خطة الإنتاج المثلى ألف وحده	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
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 من خلال الجدول (4) بأن خطة الإنتاج المثلى التي أظهرها تطبيق النموذج المقترح وفقا لهذا المقـدار مـن الزيـادة كانـت لأشـهر الـسنة علـى التـوالي (بـالآلاف): (18,16,12,16,13,10,13,15,19,21,18,26) بطارية سائلة. وبكلفة كلية دنيا 18581544 دينـار عراقي .

رابعا :- عندما تكون الزيادة 500 وحدة

لقد كانت خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا المترتبة على الإنتاج على أسـاس الـشهر والتكـاليف التجميعية عند هذه الزيادة كما في الجدول (5) .

جدول (5)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 500 وحدة والحل بالاسلوب الأمامي لسنة (2005)

الشهر	خطة الإنتاج المثلى ألف وحده	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
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

3-2-2 الحل بالاسلوب الخلفي

لغرض حل المشكلة باستخدام النموذج المقترح وفقا لهذا الاسلوب تم تغير 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 .

أولا:- 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 (6) .

جدول (6)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 5000 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي لسنة (2005).

الشهر	خطة الإنتاج المثلى ألف وحده	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
آب	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 (6) بأننا توصلنا إلى نفس الحل الوارد في الجدول (2) وهذا يشير إلى تطابق الحل بالاسلوبين الأمامي والخلفي .

ثانيا:- 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 (7) .

جدول (7)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 2000 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي لسنة (2005) .

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
آذار	21	1490120	4555353
شباط	18	1354213	3065233
كانون/2/	26	1711020	19716755
المجموع	197		

نلاحظ من الجدول (7) أننا توصلنا إلى نفس النتائج الواردة في الجدول (3) 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 (8) .

جدول (8)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 1000 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي لسنة (2005) .

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
آب	14	1632548	10989258
تموز	13	1120314	9356710
حزيران	16	1101200	8236396
مايس	18	1652340	7135196
نيسان	22	1005210	5482856
آذار	23	1432112	4477646
شباط	20	1334514	3045534
كانون/2/	26	1711020	18581544
المجموع	220		

نلاحظ من خلال الجدول (8) أننا توصلنا إلى نفس النتائج الواردة في الجدول(4) مما يشير أيضا إلى تطابق الحل بالاسلوبين الأمامي والخلفي .

رابعا:- 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 (9) .

جدول (9)

خطة الإنتاج المثلى مع اقل التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية عندما تكون الزيادة 500 وحدة والحل بالاسلوب الخلفي لسنة (2005) .

الشهر	خطة الإنتاج المثلى ألف وحده	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
آب	14	1632548	10989258
تموز	13	1120314	9356710
حزيران	16	1101200	8236396
مايس	18	1652340	7135196
نيسان	22	1005210	5482856
آذار	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 (8) أي عندما كانت الزيادة 1000 وحدة وكذلك نلاحظ أن هذه النتائج أيضا مطابقة لتلك التي توصلنا إليها في الحل الأمامي في الجدول (5) 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 .

3-3 تفسير النتائج:-

1- 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 (2) 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 اقل من شهر أيلول في حين ارتفعت كلفته 2310316 دينار وهكذا في الجداول (3)،(4)،(5)،(6)،(7)،(8)،(9) 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 .

2- من خلال الجداول التي تم عرضها للحل بالاسلوبين الأمامي والخلفي نلخص القول بان خطة الإنتاج المثلى للمنشاة للعام المذكور مع التكاليف على مستوى الشهر والتجميعية خلال السنة هي كما وردت في الجدول (5) بالنسبة للحل بالاسلوب الأمامي وفي الجدول (9) 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، لان 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 مجالي خطة الإنتاج والتكاليف من خلال تطبيق النموذج المقترح مع الإنتاج الفعلي والتكاليف الحقيقية يمكن إجماله بالملاحظتين :-

1. حققت خطة الإنتاج المثلى المقترحة نسبة زيادة مقدارها 7.32% مقارنة بخطة الإنتاج الفعلية حيث كانت الفعلية 205000 بطارية سائلة لسنة 2005 في حين اظهر تطبيق النموذج المقترح خطة إنتاج مقدارها 220000 بطارية سائلة .
2. 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

4- الاستنتاجات والتوصيات

4-1 الاستنتاجات

1. أن استخدام اسلوب البرمجة الديناميكية في حل مشكلات تخطيط الإنتاج يوصلنا إلى نتائج جيدة تمثلت في تحديد خطة إنتاجية مثلى على مدار السنة وتحديد اقل كلفة لها .
2. أن اعتماد هذا الاسلوب العلمي من شأنه أن يشير إلى كفاءة الخطة وان الإعداد كان بمستوى الأداء حيث أظهرت نتائج التطبيق أن هذا الاسلوب يعتبر اسلوبا متقدما وذو كفاءة عالية للحصول على الحل للمشكلات الكبيرة من خلال كمية الإنتاج لاتخاذ القرارات التخطيطية الملائمة .
3. 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 فعلا والبالغة (205000) بطارية سائلة تقل عما يمكن إنتاجه من خلال تطبيق النموذج بمقدار 15000 كما أن الكلفة الكلية المتحققة فعلا والبالغة 23853538 دينار تزيد على التكاليف التي أظهرها النموذج والبالغة 18581544 دينار بمقدار 5271994 دينار
4. أن ما اشرنا إليه من الاستنتاج السابق ينطبق على مستوى مؤشرات كل شهر من أشهر السنة ويمكن ملاحظة ذلك من الجدولين (9)،(5) .
5. أظهرت نتائج استخدام اسلوبي الحل الأمامي والخلفي تطابق النتائج من حيث خطة الإنتاج المثلى والتكاليف الدنيا للإنتاج مما يعكس صحة استخدام هذين الاسلوب في الحل .

4-2 التوصيات

1. تطبيق اسلوب البرمجة الديناميكية في تخطيط الإنتاج وفق الاسلوب المقترح في المنشأة العامة لصناعة البطاريات والمنشآت الإنتاجية المماثلة من شأنه أن يؤدي إلى تقليل الانتاج الكلية .
2. نظرا للدور الكبير الذي تؤديه الأساليب الرياضية عموما، وأساليب بحوث العمليات ومنها البرمجة الديناميكية على وجه الخصوص، كان لابد للدوائر ذات العلاقة الاهتمام بها بتشكيل مراكز خاصة ورفد تلك المراكز بالاختصاصيين في ادارة العمليات الانتاجية من اجل خلق قاعدة ملائمة لإعداد النماذج المطلوبة والاستفادة منها نظريا وتطبيقيا
3. اهتمام الدوائر الإنتاجية ببناء قاعدة بيانات أساسية تتعلق بكل متطلبات العملية الإنتاجية من خزين 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

أولا :- المراجع العربية

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

ثانيا:- 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.