استخدام البرمجة الديناميكية في حل انموذج المعاينة الدورية الثابته لمشكلة الخزين مع تطبيق عملي في شركة الاقصى التجارية لاستيراد المولدات

م. م. عمر محمد ناصر العشاري
جامعة بغداد/ كلية الادارة والاقتصاد
مركز الحاسبة الالكترونية

المستخلص:

يهدف البحث الى استخدام البرمجة الديناميكية (Dynamic Programming) في حل انموذج المعاينة الدورية الثابته لمشكلة الخزين (Deterministic periodic Review Model) ومن ثم ايجاد السياسات المثلى (Optimal policies) التي تتبعها المؤسسة في الشراء او الانتاج (في مثالنا التطبيقي شركة الاقصى تقوم بشراء المولدات من الخارج).

ABUSTRACT:

The purpose of this paper is use the Dynamic Programming to solve a deterministic periodic review model for inventory problem and then to find the optimal policies that the company must uses in the purchase or production (in the practical application example the Al Aksa company purchase the generators from out side country).

1. المقدمة

تعد البرمجة الديناميكية (Dynamic Programming) من الاساليب الرياضية المهمة في تكوين قرارات متسلسلة. ان البرمجة الديناميكية (Dynamic programming) ليس لها انموذج واحد ممكن تطبيقه في كل المشاكل. حيث ان المبدا العام الذي تعتمد عليه البرمجة الديناميكية (Dynamic Programming) هو تقسم المشكلة الكبيرة (decompose a big problem) الى عدة مشاكل صغيرة وكل مشكلة صغيرة لها حل امثل ومن ثم يكون الاختيار الامثل هو الناتج من تقييم جميع الحلول المثلى لهذه المشاكل الصغرى يرجع الفضل في استخدام هذا الاسلوب لكل من Richard Bellman و D.B.Dantzig عام 1952 وكانت تعرف في وقتها باسم البرمجة الخطية التصادفية stochastic l.p اما الان فقد طورت البرمجة الديناميكية واصبحت كاسلوب رياضي يستخدم بنطاق واسع في عملية اتخاذ القرارات.

2. الجانب النظري:

2.1 مفهوم نظرية الخزين

ان مشكلة الخزين تظهر عندما يكون هناك حاجة الى وجود مخزون يكفي لتلبية حاجة الطلب عليه. ان الهدف الرئيس من استخدام نظرية الخزين ونماذجها هو تقليل التكاليف الكلية للمخزون (تكاليف الطلب + تكاليف المخزون) اقل ما يمكن. أي ان المهم هو الاحتفاظ باقل حجم من الخزين للتقليل من حجم التكاليف. ان نماذج الخزين تقسم بصورة عامة الى قسمين حسب نوعية الطلب:

1. نماذج خزين ثابتة (Deterministic Inventory Models) : وهذه النماذج يكون فيها الطلب على المخزون ثابت ومن هذه النماذج:

أ. انموذج الشراء بدون عجز (Purchase Model No Shortage) : ان هذا الانموذج يحدد الحجم الاقتصادي الامثل الذي يساهم في تحقيق اقل كلفه ممكنة لمجموع تكاليف اصدار الطلبية والاحتفاظ بالخزين. والصيغة الرياضية العامة لحساب الحجم الاقتصادي الامثل هو كالاتي:

$$Q^*=SQR((2*KB)/H)$$

حيث ان K هو كلفة تجهيز الطلبية وهي كلفه تحدث مع كل طلبيه.
وان H هو كلفة خزن الوحدة الواحدة من المخزون خلال فترة زمنية معينة.
وان B هو معدل الطلب خلال الفترة الزمنية.

ب. انموذج الانتاج (الصنع) بدون عجز Production Model, No Shortage :
ان هذا الانموذج يوضح تدفق الوحدات الانتاجية بصورة مستمرة خلال فترة زمينة معينة وبمعدل انتاجي (Production rate) α وحدة خلال الزمن كما يعالج هذا الانموذج الحالات التي يكون فيها معدل الانتاج اكبر من معدل الطلب ($\alpha>B$) أي بعبارة اخرى ليس هناك خزين لان جميع الوحدات المنتجة تباع. ان الحجم الانتاجي الامثل يحسب على اساس الصيغة الرياضية الاتية:

$$Q^*=SQR(2*k*B/ h(1-B/\alpha))$$

ج. انموذج المعاينة الدورية الثابته للخزين(deterministic periodic review)

فرضيات الانموذج

1. يعتمد هذا الانموذج على فكرة ان الطلب لمادة معينة (المولدات في مثالنا التطبيقي) معروف لكل فترة لكنه متغير من حيث الكمية بين فترة واخرى اي ان:

ri= demand in period i   for i = 1,2,3,…………….., n

2. ان كلفة خزين الوحدة الواحدة (h) هي كلفة تتحقق في حالة بقاء الوحدة المخزونة الى الفترة اللاحقة.
3. العجز في تسديد الطلب غير مسموح به في هذا الانموذج.
4. لا يوجد خزين مسبق في بداية الفترة الاولى.
5. ان هدف هذا الانموذج هو تقليل التكاليف المتغيرة اقل ما يمكن خلال n من الفترات الزمنية.

ان تركيزنا في هذا الانموذج ينصب على الكلف المتغيرة وليس الثابتة حيث نسعى الى تقليلها وعدم اهتمامنا بالكلف الثابته يعود لان الكلف الثابتة من الممكن حسابها بسهولة ولا يمكن التحكم بها اما الكلف المتغيرة فمن الممكن تقليها الى اقل حد ممكن. وهذه الكلف هي كالاتي:

1. كلفة التجهيز (set up cost) (k): وهذه الكلفة هي كلفة اعداد الطلبية.
2. كلفة الخزين (holding cost) (h): وهي كلفة خزين الوحدة الواحدة من المادة في حال بقائها الى الفترة اللاحقة.
3. كلفة الشراء او الانتاج: وهي كلفة انتاج او شراء كل وحده من المادة وهذه الكلفة سوف لا نتطرق لها لانها كلفة ثابته ونحن هنا في هذا البحث نناقش الكلف المتغيرة.

ان الهدف الرئيس من تطبيق هذا الانموذج هو تقليل التكاليف المتغيرة اقل مايمكن ومن ثم معرفة اي فترة نقوم بالانتاج او الشراء وكذلك معرفة الكمية المنتجة او المشتراة على اساس اقل كلفة متغيرة ممكنة.

2. نماذج الخزين الاحتمالية (Probabilistic Inventory Models) :

وهذه النماذج يكون الطلب على المخزون احتمالي (Probabilistic Demand) ومن هذه النماذج:

أ. انموذج المراجعة المستمرة (A Continuous Review Model) : وتعتمد فكرة هذا الانموذج على ان الطلب على المخزون احتمالي وان الخزين يعتمد على ما يسمى نقطة اعادة الطلبية (Reorder Point) R حيث كلما وصل الخزين الى هذه النقطة او الكميه يتم طلب طلبيه جديده بحجم y أي ان فكرة هذا الانموذج هو تحديد R و y .

ب. انموذج الطلب الاني ولا وجود لكلفة اعداد الطلبية (Instantaneous Demand No Set Up Cost) : وتعتمد فكرة هذا الانموذج على ان الطلب اني يحدث في بداية الفترة الزمنية وهو احتمالي لذلك فان هناك حالتان ام ان يكون ان يسد المخزون الطلب او ان يكون المخزون اقل من الطلب ويفترض الانموذج عدم وجود كلفة تجهيز.

ج. انموذج الطلب ذا التوزيع المنتظم ولا وجود لكلفة اعداد الطلبية (Uniform Demand No Set Up Cost) : وتعتمد فكرة هذا الانموذج على ان الطلب يتبع التوزيع المنتظم (Uniform distr) كما يفترض الانموذج عدم وجود كلفة تجهيز.

2.2 تطبيق البرمجة الديناميكية (Dynamic Programming) :

ان الخصائص التي تتميز بها البرمجة الديناميكية (D P) عن غيرها من وسائل التحليل الكمي المتعلقة باتخاذ القرارات هي كالاتي:

أ. في مسائل البرمجة الديناميكية تتخذ القرارات للمراحل المتعاقبة n وهذا يعني انه يتم تجزئة المسالة الى عدد من المسائل الجزئية حيث تتخذ القرارات لكل مسالة جزئية على حدة ومن ثم ايجاد قرار واحد.

ب. تعتمد محصلة القرارات في كل مسالة من مسائل البرمجة الديناميكية على عدد صغير من المتغيرات.

ج. تستخدم في البرمجة الديناميكية العلاقات المتعاقبة دائما حيث يتم ربط السياسة المثلى للمرحلة n مع المرحلة n-1 السابقة لها. ويمكن توضيح هذه العلاقة بالمعادلة الاتية:

$$F^*n(Sn)= Opt\{ (rn (dn)\ \ x\ \ F^*n\text{-}1(Sn\ x\ dn)\}\ldots\ldots\ldots\ldots.\ (1)$$

حيث نجد ان الحل الامثل للمرحلة n (F*n) يعتمد على الحل الامثل للمرحلة n-1 (F*n-)

وباستخدام معادلة رقم (1) والتي تمثل معادلة العلاقات المتعاقبة للبرمجة الديناميكية تكون الصيغة النهائية للانموذج بالشكل الاتي:

$$Ci=minimum\ \{cj+1+k+h(ri+1+2ri+2+3ri+3+\ldots\ldots\ldots(j-1)rj)\}\ldots\ldots(2)$$

حيث ان

1. ri يمثل الطلب في الفترة i حيث ان i=1,2,3,……………………..n
2. ci تمثل الكلفة المتغيرة الكلية للسياسة المثلى للفترة i و i+1 و i+2 الى n من الفترات حيث ان الخزين في الفترة i هو قيمة صفرية (قبل الشراء) حيث ان i=1,2,3,…….n
3. k (set up cost) تمثل كلفة اعداد الطلبية.
4. h (holding cost) وتمثل كلفة خزن الوحدة الواحدة في وحدة الزمن.
5. j يشير الى الفترة التي يصل فيها الخزين للصفر .

3. الجانب العملي

3.1 عرض المشكلة:

ان شركة الاقصى تعتبر من الشركات الكبرى المتخصصة في استيراد المولدات الضخمة باحجام 250kv و500 kv و 1000kv وصولا الى 2000 kv وقد تأسست هذه الشركة سنة 2002 ميلادية. ان عمل هذه الشركة هي استيراد هذه المولدات من مناشيء مختلفة ومن ثم تجهيزها الى الدوائر والمؤسسات والاشخاص تسلمت هذه الشركة طلبية من احدى المؤسسات وهي 10 مولدات من نوع مرسيدس وبحجم 250kv ولكن التجهيز يكون خلال سنة وحسب طلب المؤسسة هي كالاتي:

1. 3 مولدات خلال فترة الاولى (من شهر العاشر حتى الشهر الواحد).
2. 2 مولدات خلال الفترة الثانية (من الشهر الواحد الى الشهر الرابع).
3. 3 مولدات خلال الفترة الثالثة (من الشهر الرابع حتى الشهر السابع).
4. 2 مولدات خلال الفترة الثالثة (من الشهر السابع الى الشهر العاشر).

ولقد زودتنا الشركة (القسم الاداري في الشركة) بالكاف الاتيه وحسب الجدول رقم (1) علما ان الكلفة بملايين الدنانير :

جدول رقم (1) يمثل الكاف المجهزة من قبل شركة الاقصى لاستيراد المولدات

ت	نوعية الكلفة	المبلغ
1	كلفة شراء المولدة	45
2	كلفة اعداد الطلبية (set up cost)	2
3	كلفة خزن المولده (holding cost)	0.2
4	كاف ادارية ثابته (كهرباء . ماء . موظفين.. غيرها)	5

لو نظرنا الى الكاف الموجودة في الجدول اعلاه لوجدنا ان الكلفة الاولى والرابعة هي كاف ثابتة لذلك سوف نهملها لاننا نتعامل في هذا الانموذج مع الكاف المتغيرة وهي الكلفتين الثانية والثالثة حيث تمثل الكلفة الثانية كلفة اعداد الطلبية (مثل تجهيز المولدات وترتيبها في المخازن من قبل العمال وغيرها) وهي كاف ثابته لكل طلبية (2 مليون دينار) اما الكلفة الثالثة فهي كلفة الخزين لكل مولدة في حالة بقائها الى الفترة اللاحقة. ان المشكلة تكمن في الكمية التي يجب ان تشتريها الشركة وفي اي فترة من الفترات (هناك اربعة فترات) لكي تضمن الشركة تسديد ما بذمتها الى المؤسسة (وهي 10 مولدات) دون حدوث اي عجز في التسديد لاي فترة من الفترات وبأقل كلفة متغيرة.

الطريقة السابقة لعمل الشركة

كانت الشركة تستخدم الاسلوب الحسابي في تقدير الكلفة المتغيرة مما جعل هذه الكلفة عالية جدا حيث كانت الكلفة الكلية المتغيرة تحسب وحسب المعادلة الاتية:

Z= K* (عدد الطلبيات)*h + (عدد المولدات المطلوبة في الفترة الاولى)* h + (عدد المولدات المطلوبة في الفترة الثانية) * h + (عدد المولدات المطلوبة في الفترة الثالثة h + ( )*عدد المولدات المطلوبة في الفترة الثالثة).

حيث ان:

Z : تمثل الكلفة الكلية المتغيرة.

h : تمثل كلفة خزين الوحدة الواحدة خلال وحدة الزمن.

K : تمثل كلفة اعداد الطلبية الواحدة .

اي ان الكلفة المتغيرة الكلية وحسب المعادلة اعلاه تكون بالشكل الاتي:

$Z= 2(4)+ 0.2(3) + 0.2(2) +0.2(3) +0.2(2)= 10$ مليون دينار

حل المشكلة:

تم استخدام انموذج المعاينة الدورية الثابتة للخزين لحل المشكلة وذلك كون ان هذا الانموذج مناسب جدا لطبيعة المشكلة كونه يعالج مشكلة الخزين الدوري وهنا الخزين يكون دوريا لان الطلب على المولدات مقسم الى اربعة فترات وبالتالي فان انموذج المعاينة الدورية الثابتة يعالج هذا النوع من المشاكل .

لحل المشكلة نقوم بحساب ci وحسب المعادلة رقم (1) وبحسب الخطوات الاتيه:

1. نقوم بحساب الكلفة المتغيرة المثلى لبداية الفترة الرابعه c4 وحتى نهايتها وبالشكل الاتي:

$C4=C5+2=0+2=2$ مليون

حيث ان قيمة الكلفة المتغيرة للفترة الخامسة = صفر لوجود اربعة فترات فقط وعدم وجود الفترة الخامسة.

2. نقوم بحساب الكلفة المتغيرة المثلى لبداية الفترة الثالثة (C3) وحتى نهايتها ولحاسبها يجب اخذ ما ياتي بنظر الاعتبار:

ان وصول الخزين الى الصفر في هذه الحالة يكون لواحدة مما ياتي :

أ. في نهاية الفترة الثالثة (C33) .
ب. في نهاية الفترة الرابعة (C34) .

حيث يجب حساب الحالتين واختيار اقلهما كلفة وكما ياتي:

$$C33=C4+2=2+2=4$$

$$C34=C5+2+0.2(2)=2.4$$

$$C3= \min(4,2.4)= 2.4$$

3. لحساب الكلفة المتغيرة المثلى لبداية الفترة الثانية (C2) وحتى نهايتها يجب اخذ ما ياتي بنظر الاعتبار :

ان وصول الخزين الى الصفر في هذه الحالة يكون لواحدة مما ياتي:

أ. في نهاية الفترة الثانية (C22) .
ب. في نهاية الفترة الثالثة (C23) .
ت. في نهاية الفترة الرابعه (C24) .

وهذا يتطلب حساب الحالات الثلاثة السابقة واختيار اقلها كلفة وحسب الصيغ الاتية:

$$C22=C3+2=2.4+2=4.4$$

$$C23= C4+2+0.2(3)= 2+2+0.2*3=4.6$$

$$C24= C5+2+0.2(3+2(2))=3.4$$

$$C2= \min(4.4,4.6,3.4)=3.4$$

4. لحساب الكلفة المتغيرة المثلى لبداية الفترة الاولى (C1) وحتى نهايتها يجب اخذ ماياتي بنظر الاعتبار .

ان وصول الخزين في هذه الحالة الى الصفر يكون لواحدة مما ياتي:

أ. في نهاية الفترة الاولى (C11) .
ب. في نهاية الفترة الثانية (C12) .
ت. في نهاية الفترة الثالثة (C13) .
ث. في نهاية الفترة الرابعه (C4) .

وهذا يتطلب حساب الحالات الاربعة واختيار اقلها كلفة وحسب الصيغ الاتية :

$$C11=c2+2=3.4+2=5.4$$

$$C12= c3+2+0.2*2=2.4+2+0.4= 4.8$$

$$C13= c4+2+0.2(2+2(3))=2+2+1.6= 5.6$$

$$C14= c5+2+0.2(2+2(3)+3(2))= 4.8$$

$$C1= \min (5.4,4.8,5.6,4.8)= 4.8$$

3.3 تحليل النتائج

لو لاحظنا النتائج لوجدنا ان اقل كلفة في المرحلة الاخيرة من الحسابات هي C12 و C14 وهي 4.8 مليون دينار وهذا يعني ان هناك سياستين او بديلين للاختيار تحققان اقل كلفة وهي 4.8 مليون دينار وهذه السياستين او البديلين هي كما ياتي:

1. لو اخترنا البديل C14 فتطبيقه يعني طلب كل المولدات (10 مولدات) في الفترة الاولى وهي بذلك تكون كافية لتغطية الطلب من الفترة الاولى وحتى الفترة الرابعة وبكلفة متغيرة كلية مثلى هي 4.8 مليون دينار.
2. لو اخترنا البديل C12 فتطبيقه يعني طلب 5 مولدات (نصف العدد الكلي) في الفترة الاولى وهي كافية لتغطية الطلب في الفترة الاولى والفترة الثانية ثم طلب 5 مولدات المتبقية في الفترة الثالثة وهي كافية للفترة الثالثة والفترة الرابعه وكلفة هذا البديل هي 4.8 مليون دينار.

4. الاستنتاجات

1. اظهرت نتائج استخدام اسلوب المعاينة الدورية الثابتة للخزين بان اقل كلفة متغيرة كلية ممكنة هي 4.8 مليون دينار.
2. اظهرت النتائج بان هناك سياستين تحققان نفس الكلفة المتغيرة الكلية حيث انه من الممكن طلب كل المولدات (10 مولدات) في الفترة الاولى ومن ثم توزيع المولدات المتبقية على الفترات وحسب الطلب اما السياسة الثانية فهي طلب نصف عدد المولدات (5 مولدات) في الفترة الاولى وهي كافية للفترة اللاحقة ثم طلب النصف المتبقي (5 مولدات) في الفترة الثالثة وهي كافية لتغطية الطلب على المولدات للفترة الثالثة والرابعة.
3. ان النظام السابق المطبق غير كفء كون الكلفة الكلية المتغيرة هي 10 مليون وهي كلفة كبيرة مقارنة بالكلفة المتغيرة الكلية فيما لو طبقنا نظام الخزين المقترح.
4. ان تطبيق البرمجة الديناميكية (Dynamic Programming) في انموذج المعاينة الدورية الثابتة للخزين يوفر بدائل مختلفة والتي تعطي نفس الكلفة الكلية المتغيرة المثلى مما يمكن الادارة من الاختيار الذي يناسبها وهذه الامكانية لا توفرها نماذج الخزين لانها عادة تعطي حل امثل واحد.

5. التوصيات

1. اوصي الشركة بتطبيق البرمجة الديناميكية (Dynamic Programming) لنظام المعاينة الدورية الثابتة للخزين كونه يوفر مبلغ كبير للشركة حيث يوفر 5.2 مليون دينار.
2. نقترح استخدام السياسة الثانية أي طلب 5 مولدات في الفترة الاولى و5 مولدات في الفترة الثالثة كون ان المخزن لا يتسع لاكثر من 6 مولدات.
3. نقترح اجراء توسيعات في مخزن الشركة لغرض استيعاب اكبر عدد من المولدات وعملية التوسيع هذه مفيدة جدا لانه في بعض الحالات يكون الظرف الامني عائق كبير في ايصال المولدات الى المخزن وبالتالي يحدث تأخير في تسديد عقود الشركة مع طالبي المولدات فعملية توسيع المخزن تساهم وبشكل كبير في خزن الكمية المناسبة لتسديد الطلب على المولدات في مثل هذه الحالات.

المصادر

المصادر العربية:

1. الكبيسي موفق محمد (1999)، بحوث العمليات تطبيقات وخوارزميات، المملكة الاردنية الهاشمية دار الحامد شفا بدران مقابل جامعة العلوم التطبيقية.
2. محمد كعبور، اساليب بحوث العمليات (1992)، اساليب بحوث العمليات (الانترنيت).
3. حسن، ضوية سلمان، وجابر وعدنان شمخي (1988)، ، مقدمة في بحوث العمليات، مطبعة الحكمة جامعة بغداد، الطبعة الاولى.

المصادر الاجنبية (Foreign Referenses)

1. Wai_Ki Ching, Sydney C.k. Chu, Michael K.Ng, Meko M.So(2007), "Dynamic Programming with Priority Models For Production Planning","By Internet.
2. Daniela Pucci De Farias,(2002),"The Linear Programming Approach To Approximate Dynamic Programming Theory And Application,
"By Internet"
3. Taha, Hamdy ,(1997) ,"Operation Research An Introduction "(6 th edition) prentice –hall,Inc, new jersey.
4. M.fogiel," The Operations Research Problem Solver" (1983), Research And Association , "First Edition".