

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل
عمر محمد ناصر حسين العشاري

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

عمر محمد ناصر حسين العشاري

جامعة بغداد/ كلية الادارة والاقتصاد

استلام البحث: ١٥-٠٩-٢٠١٠ - قبول النشر: ٠١-٠٢-٢٠١١

الخلاصة

يهدف البحث الى بناء نموذج برمجة خطية لمشكلة النقل ذات المرحلتين حيث ان طرق النقل التقليدية تعجز عن حل مشكلة النقل لاكثر من مرحلة (يمكن تعميم النموذج لمشكلة نقل متعددة المراحل) حيث تم التنبؤ بكمية الطلب ومن ثم استخدام تحليل ما بعد الامثلية لايجاد الكميات المثلى المنقولة وباقل كلفة كلية ممكنة. وقد تم تطبيق النموذج في شركة المها التجارية المحدوده.

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

المقدمة

ان البرمجة الخطية هي عبارة عن اسلوب رياضي يستخدم في ايجاد الحل الامثل لكيفية استخدام المشروع لموارده وتشير كلمة خطية الى ان العلاقات بين المتغيرات هي علاقة خطية اما كلمة برمجة فتشير الى التكنيك الرياضي المستخدم في ايجاد الحل .

ان اسلوب البرمجة الخطية (Linear Programming) يستخدم في حل المشاكل المتعلقة بتخصيص الموارد النادرة من الاستخدامات البديلة المتاحة افضل تخصيص بهدف تعظيم دالة منفعة متخذ القرار وذلك بتخصيص الموارد المتاحة بصورة تحقق اقصى ارباح ممكنة اذا كان الهدف تعظيم الربح (profit maximization) او تدنية الكلفة اذا كان الهدف هو تقليل الكلفة (cost minimization) واغلب مشاكل النقل يتم صياغتها بوساطة نموذج برمجة خطية على اساس تقليل كلفة النقل ان نموذج النقل هو من النوع تقليل الكلفة (cost minimization) .

لقد قمنا بهذا البحث بالتنبؤ بكمية الطلب ومن ثم تحويل النموذج النقل الى نموذج برمجة خطية حيث تم ايجاد الحل الامثل باستخدام البرنامج الجاهز WinQSB ومن ثم تم استخدام تحليل ما بعد الامثلية او ما يسمى بتحليل الحساسية (sensitivity analysis) للوصول الى الكميات المثلى المنقولة باستخدام اقل التكاليف.

لقد تم تطبيق الدراسة في شركة المها التجارية المحدودة لاستيراد المواد الغذائية حيث تم اخذ منتج واحد من منتجاتها وهو الحليب المجفف كونه يمثل اكثر انواع المواد الغذائية التي تستوردها الشركة طلبا في السوق المحلية .

ان محاور منهجية البحث هي كالاتي :
المحور الاول: الجانب النظري حيث يتضمن المفهوم النظري للبرمجة الخطية ونموذج النقل وكذلك اسلوب التنبؤ المستخدم في الدراسة .

المحور الثاني: الجانب التطبيقي حيث يتناول التنبؤ بالطلب على الحليب الجاف ومن ثم بناء نموذج رياضي لمشكلة النقل ذات المرحلتين والتي تتم في الشركة ومن ثم استخدام اسلوب تحليل ما بعد الامثلية لرسم السياسة المثلى لعملية نقل الحليب الجاف باقل التكاليف.

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

المحور الثالث: يتضمن هذا المحور اهم الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل اليها من خلال هذا البحث والتي تفيد الباحثين والمهتمين في هذا المجال.

الجانب النظري

١-٢ مقدمة عن البرمجة الخطية

ان اسلوب البرمجة الخطية يعالج المشاكل المختلفة ببناء نموذج حيث يقوم بايجاد قيم $(x_1 \dots x_2 \dots x_3 \dots \dots x_n)$ المثلى والتي تحقق اكبر منفعة ممكنة لمتخذ القرار سواء كانت دالة الهدف من نوع تعظيم الارباح (maximization profit) او تقليل التكاليف (minimization cost).

2-2 شروط البرمجة الخطية :

١. القدرة على تحديد المشكلة موضوع البحث تحديدا رياضيا دقيقا .
٢. محدودية الموارد البشرية والمادية الخاضعة للبرمجة مثل محدودية راس المال .. عدد العمال...البضاعة المستورده... الطاقة الانتاجية وغيرها .
٣. امكانية التعبير عن الفعاليات او المتغيرات موضوع البرمجة بصورة رقمية .
٤. ان تكون العلاقة بين المتغيرات هي علاقة خطية .
٥. توفر استخدامات تنافسية للموارد البشرية والمادية موضوع البرمجة الخطية مثلا انتاج منشأة سلعتين x_1 و x_2 .

3-2 الصيغة الرياضية للبرمجة الخطية

ان الصيغة الرياضية للبرمجة الخطية هي كالآتي :

$$\text{Max(Min)}Z = C_1X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_iX_i + \dots + C_nX_n$$

حيث ان X_i هي عدد الوحدات المنتجة من المنتج i وان C_i هي معامل رقمي يمثل ربح (كلفة) الوحدة الواحدة من المنتج X_i حيث ان $i=1 \dots n$.

اما القيود الخطية فهي تعرف كما يأتي:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n (<=, >=, =) b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n (<=, >=, =) b_2$$

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n (<=, >=, =) b_m$$

شرط عدم السلبية ($X_i \geq 0 (i=1,2,\dots,n)$)

حيث ان n هي عدد المتغيرات و m تمثل عدد القيود

b_j قيمة المتاح من الموارد، a_{ij} تمثل احتياجات المنتج i من المورد j حيث ان :

$$j=1,2,\dots,n$$

$$i=1,2,\dots,m$$

٢-4 طرائق حل مشكلة البرمجة الخطية

هناك ثلاثة طرق رئيسية تستخدمها بحوث العمليات لحل مشاكل البرمجة الخطية وكما يأتي :

١. طريقة الرسم البياني (Graphic Method) : وهي اداة بيانية بسيطة جدا تستخدم رغم بساطتها في معالجة

مشاكل متعدده في مجال التسويق والانتاج والافراد وغيرها من المجالات الادارية حيث تشترط هذه الطريقة وجود

ثلاثة متغيرات على الاكثر بسبب تعذر رسم اكثر من ثلاثة ابعاد هندسية على الورق حيث يتم رسم دالة الهدف والقيود

ومن ثم ايجاد منطقة الحل الامثل .

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

٢. طريقة الحل الجبري (THE ALGEBRAIC METHOD) : وهي تمثل اسلوبا اخر من اساليب البرمجة الخطية وهذه الطريقة تتميز باتساع استخدامها في حالة زيادة عدد المتغيرات عن اثنين .

٣. الطريقة الثنائية (Simplex Method) : لقد استخدمت هذه الطريقة الاوّل مرة عام ١٩٤٧ من قبل العالم الامريكي داننز وهي اوسع نطاقا من الطريقتين السابقتين وهذه الطريقة تتميز بكونها تتكون من عمليات ومراحل متكرره حيث تمثل كل مرحلة حلا قائما بذاته مع ملاحظة ان كل حل افضل من سابقه وهكذا حتى الوصول للحل الامثل كما ان لكل حل من هذه الحلول دالة الهدف الخاصة به . وعلى العموم تتميز هذه الطريقة بدرجة عالية من الدقة والكفاءه في معالجة مشكلات البرمجة الخطيه بغض النظر عن عدد المتغيرات وسوف نستخدم هذه الطريقة في حل المشكله قيد البحث.

٢-٥ مقدمة عن نموذج النقل (transportation model)

تقوم فكرة نماذج النقل على اساس النقل الاقتصادي للوحدات الانتاجية المتجانسة من مصادر الانتاج او التسويق الى مواقع الطلب او الاستهلاك او بعبارة اخرى فأن نموذج النقل هو خطة النقل لعدد من المنتجات (سلع او خدمات) من عدد من مصادر الانتاج او التجهيز الى عدد من مواقع الطلب او الاستهلاك باقل كلفة نقل ممكنه .

ان نموذج النقل يعتمد على الافتراضات الاساسية الاتية :

. ان جميع المواد المنقولة بين المصادر ومناطق الطلب متجانسة (Homogeneous) .

. عدم وجود عوائق للنقل بين أي مصدر للتجهيز واي موقع للطلب .

. ان مجموع كمية الطلب المتوفرة لدى المصدر يساوي مجموع كمية الطلب في المواقع.

. ان تكاليف نقل المواد بين أي مصدر واي موقع للطلب معروفة ولن تتغير في الامد القريب.

. ان كلفة النقل بين أي مصدر واي موقع لا تتغير بتغير كمية المواد المنقولة .

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

. ان الهدف الرئيس لمشكلة النقل هو تخفيض تكاليف النقل الكلية بين مصادر التجهيز ومناطق الطلب والاستهلاك

6-2 الانموذج الرياضي لمشكلة النقل

١. نفترض ان عدد المصادر هو m ونفترض عدد مناطق الطلب هي n
٢. نفترض ان تكلفة نقل الوحدة الواحد من المواد المنقولة من المصدر (i) الى منطقة الطلب (j) ، حيث ان (i) عبارة عن رقم من ١ الى m و (j) عبارة عن رقم من ١ الى n وان هذه الكلفة هي C_{ij} .
٣. ان كل مصدر يحتوي على كمية من البضاعة تصل الى حد معين ولنفترض ان المصدر (i) يحتوي على a_i وان احتياجات كل منطقة طلب (j) هي b_j .
٤. نفترض ان الكمية المنقولة هي X_{ij} .
٥. ولتسهيل دراسة المشكلة ومن ثم ايجاد الحلول لها نقوم بوضع مشكلة النقل على شكل جدول وهذا الجدول يسمى بجدول النقل حيث تنقسم جداول النقل الى قسمين هما جدول التكاليف وجدول التوزيع .حيث ان جدول التوزيع هو عبارة عن الكميات المنقولة من المصدر الى منطقة الطلب اما جدول الكلفة فهو عبارة عن كلفة النقل من المصدر الى منطقة الطلب .

7-2 طرائق حل انموذج النقل

ان هناك ثلاث طرق رئيسه لايجاد الحل الاساسي الاولي لمشكلة النقل وهي :

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

١. طريقة الركن الشمالي الغربي (North West Corner): تعتبر هذه الطريقة من اسهل الطرق لحل مشكلة

النقل حيث تبدأ عملية ايجاد الحل الاساسي الاولي من الزاوية الشمالية الغربية ولذلك سميت هذه الطريقة بهذا الاسم

٢. طريقة اقل كلفة (The Least –Cost Method) : يتم العمل بهذه الطريقة على اساس اقل الكلف حيث يتم

مشاهدة جدول التكاليف وايجاد اقل الكلف ومن ثم تخصيص الكمية المطلوبه على اساس اقل الكلف.

٣. طريقة فوجل (Vogels Approximation Method) : تعتبر هذه الطريقة من افضل الطرق وادقها لما تتميز

به هذه الطريقة من القدرة للوصول للحل الامثل او الحل القريب من الحل الامثل ونقصد بالافضلية هو الوصول

للحل الامثل باسرع وقت ممكن.

8-2 تحويل انموذج النقل الى انموذج برمجة خطية

ان فكرة تحويل مشكلة النقل (تدنية تكاليف النقل) الى انموذج برمجة خطيه هي بالاساس تتم بتحويل مشكلة النقل

بجملتها الى دالة هدف (OBJECTIVE FUNCTION) من نوع تصغير

(minimization) وقيود (CONSTRAINTS) ان الانموذج الرياضي العام لتحويل مشكلة النقل الى مشكلة برمجة خطية

هو بالشكل الاتي :

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} && \text{دالة الهدف} \\ \text{s.t} & && \\ \sum_{j=1}^n X_{ij} &= S_i && i=1,2,\dots,n \quad \text{قيود التجهيز} \\ \sum_{i=1}^m X_{ij} &= d_j && j=1,2,\dots,m \quad \text{قيود الطلب} \end{aligned} \quad \dots(1)$$

$$X_{ij} \geq 0$$

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

حيث ان X_{ij} هي الكمية المنقولة من المصدر i الى المنطقة j .

C_{ij} هي كلفة النقل من المصدر i الى المنطقة j .

S_i هي كمية التجهيز المتوفرة في المصدر i .

D_j هي الكمية المطلوبة للمنطقة j .

2-9 طرائق التنبؤ بالطلب

وبما ان سلوك الطلب موسمي ، تم استخدام طرائق التنبؤ الموسمية، وهذه الطرائق هي كالآتي :

- نماذج بوكس - جينكيز .
 - طريقة التمهيد الآسي الموسمي "طريقة ونترز".
- تم اعتماد طريقة التمهيد الآسي الموسمي في الجانب التطبيقي ، لذلك سيتم عرض الجانب النظري لطريقة التمهيد الآسي الموسمي فقط.
- طريقة التمهيد الآسي الموسمي "طريقة ونترز".
- تعد أساليب التمهيد الآسي من الأساليب الشائعة الاستخدام في عملية التنبؤ لمعالجة بيانات السلسلة الزمنية ، وذلك بسبب كفاءتها وبساطتها وتكيفها للتغيرات المستقبلية فضلاً عن عدم حاجتها الاحتفاظ بعدد كبير من البيانات. وتستخدم طريقة التمهيد الآسي الموسمي "طريقة ونترز لمعالجة البيانات الموسمية. تستخدم طريقة ونترز عندما تكون السلسلة الزمنية موسمية وتستند هذه الطريقة على المعادلات الآتية:

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

$$\hat{X}_{T+t}(T) = \{\hat{a}(T) + \hat{b}(T)t\} \hat{C}_{T+t}(T + t - L) \dots\dots\dots(2)$$

$$\hat{a}(T) = \alpha \frac{X_t}{\hat{C}_T(T - L)} + (1 - \alpha)\{\hat{a}(T - 1) + \hat{b}(T - 1)\} \dots\dots\dots(3)$$

$$\hat{b}(T) = \beta\{\hat{a}(T) - \hat{a}(T - 1)\} + (1 - \beta)\hat{b}(T - 1) \dots\dots\dots(4)$$

$$\hat{C}_T(T) = \gamma \frac{X_T}{\hat{a}(T)} + (1 - \gamma)\hat{C}_T(T - 1) \dots\dots\dots(5)$$

Where $0 < \alpha\beta\gamma < 1$

إذا أن α, β, γ معلمات التمهيد.

ولبيان كفاءة طرائق التنبؤ ، يتم استخدام المعايير الإحصائية الآتية:

أولا : معدل القيم المطلقة للأخطاء (Mean absolute error)

$$MAE = 1/M \sum e_t(L) \dots\dots\dots(6)$$

ثانيا: معدل مربعات الخطأ (Mean square error) :

$$MSE = 1/M \sum e_t^2(L) \dots\dots\dots (7)$$

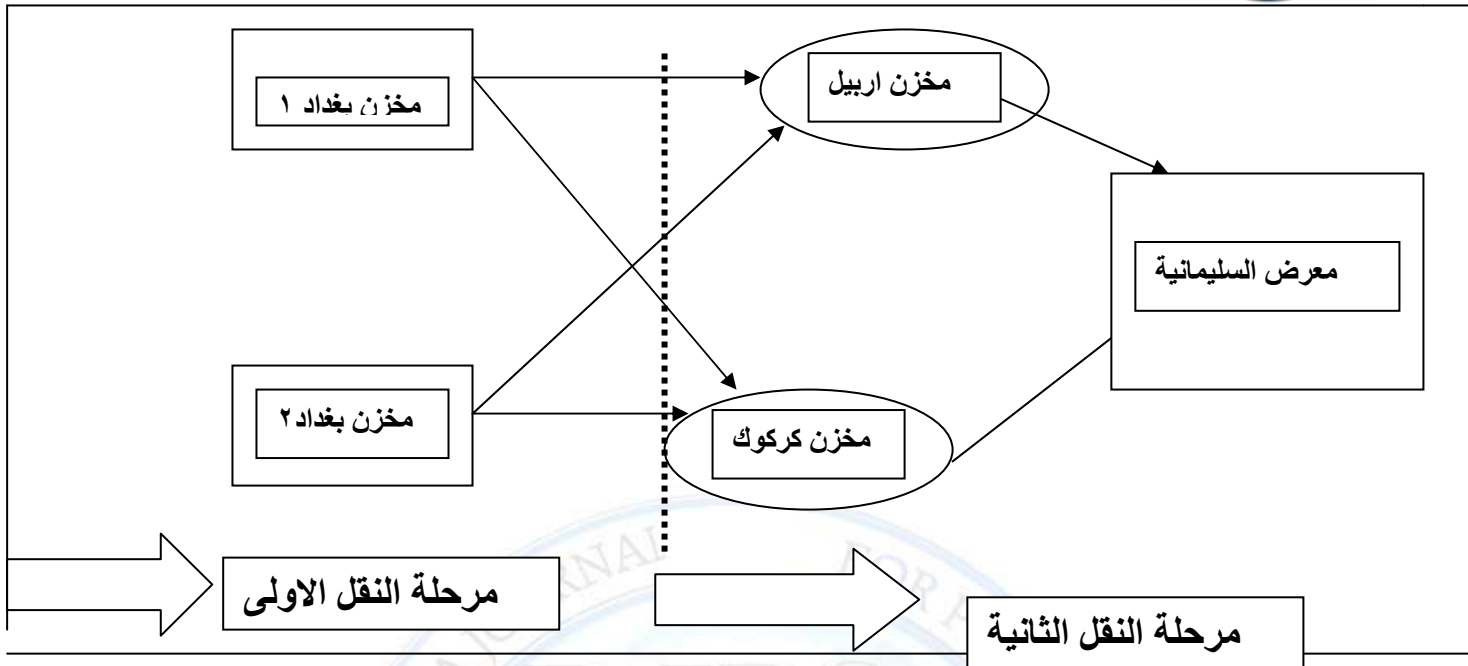
ثالثا: معدل القيم المطلقة لنسب الأخطاء (Mean absolute percentage):

$$MAPE = (1/M \sum e_t(L) / X_{t+L}) 100\% \dots\dots\dots(8)$$

الجانب التطبيقي1.3 مشكلة البحث:

شركة المها من الشركات الكبرى الخاصة الموجودة في العراق والتي تعمل في استيراد الحليب المجفف بمختلف انواعه من دولة الامارات العربية المتحدة عن طريق السفن الصغيرة حيث تتحمل الشركة المصدرة للحليب تكلفة النقل من دولة الامارات العربية المتحدة الى مخزني شركة المها الموجوده في بغداد مع التامينات وتاسست هذه الشركة سنة ٢٠٠٣ وهذه الشركة لها مخزنين رئيسيين في بغداد والتي تستقبل استيرادت الشركة من الحليب المجفف . ولدى الشركة ايضا مخزنين انتقاليين احدهما في محافظة اربيل والثاني في محافظة كركوك . كما ان للشركة ايضا معرض رئيس في محافظة السليمانية(والذي نعتبره مصدر الطلب او المحطة النهائية للحليب المجفف) حيث يستلم هذا المعرض الحليب المجفف من المخزنين الانتقاليين في اربيل وكركوك . من خلال ملاحظتنا لمسير عملية النقل في الشركة وجدنا انهم يطبقون اسلوب التخمينات والخيره السابقة على تجهيزهم للمواد كما ان تقدير الكمية المطلوبة يتم في الشركة عن طريق التخمينات لذلك ابدى السيد مدير الشركة رغبته الشديده في التنبؤ بكمية الطلب ومن ثم بناء نموذج برمجة خطية لعملية نقل الحليب المجفف وتحقيق اقل الكلف وامثل الكميات ضمن عملية النقل اي اننا امام مشكلة نقل وعلى مرحلتين ان الشكل في ادناه(شكل رقم ١) يوضح سير عملية نقل الحليب الجاف في شركة المها التجارية .

الشكل رقم (١) يوضح سير عملية نقل الحليب الجاف في شركة المها التجارية



2.3 التنبؤ بالطلب :

تم التنبؤ بالطلبات الموسمية للفصل الاول (كانون الثاني ، شباط ، اذار) من سنة ٢٠١٠ باستخدام طريقة ونترز الموسمية وقد استخدمنا طريقة ونترز الموسمية لان الطلب على الحليب الجاف هوموسمي بسبب زيادة الطلب عليه في فترة الصيف كونه مطلوباً وبشدة في صناعة المرطبات ، و بسبب محدودية وقصر البيانات المتاحة لان الشركة حديثة العهد، لذلك تم الاعتماد على أسلوب التمهيد الآسي ، وكانت النتائج معلمات طريقة ونترز للطلب على الحليب المجفف للمدة ٢٠٠٩-٢٠٠٥ والمعايير الإحصائية بالاعتماد على المعدلات (2-8) كالتالي:

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

قيم معاملات طريقة ونترز المثالية	$\alpha=0.2$	$\beta=0.05$	$\gamma=0.1$
MAE	31.36		
MSE	1200.7		
MAPE	5.13		

حيث تم تقدير الكمية المطلوبة من الحليب المجفف من قبل المعرض الرئيس في السليمانية ب ١٠٠٠ طن خلال الفصل الاول (كانون الثاني ، شباط ، اذار) من سنة ٢٠١٠

يبين الجدول رقم (١) والجدول رقم (٢) تكاليف النقل (مقاسة بالدينار للطن الواحد) والكميات المنقولة بين المخازن (مقاسة بالاطنان) والمعرض الرئيس لقد تم اخذ هذه البيانات من ادارة الشركة

الجدول رقم (١) يوضح تكاليف النقل (مقاسة بالدينار للطن الواحد) بين المخازن والمعرض

من	الى	مخزن اربيل	مخزن كركوك	معرض السليمانية
مخزن بغداد (١)		٢٠٠٠٠٠	١٧٠٠٠٠	.....
مخزن بغداد (٢)		١٦٠٠٠٠	١١٠٠٠٠	.....
مخزن اربيل		٤٠٠٠٠
مخزن كركوك		٨٠٠٠٠

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

كما ان الجدول ادناه (جدول رقم ٢) يوضح الكميات المنقولة بين المخازن والمعرض الرئيس (مقاسة بالاطنان)

الجدول رقم (٢) يوضح الكميات المنقولة بين المخازن والمعرض الرئيس (مقاسة بالاطنان)

من	الى	مخزن اربيل	مخزن كركوك	معرض السليمانية
مخزن بغداد (١)	٣٠٠	٣٠٠	.....	.....
مخزن بغداد (٢)	٥٠٠	٥٠٠	.....	.....
مخزن اربيل	.....	.....	.....	٧٠٠
مخزن كركوك	.....	.....	.....	٧٠٠

3.3 بناء الانموذج الرياضي (انموذج برمجة خطية) لمشكلة النقل :

. تعريف المتغيرات:

لصيغة الانموذج الرياضي (انموذج البرمجة الخطية) يجب اولا تعريف معالم الانموذج لغرض بناء الانموذج وهذه المعالم هي كالاتي :

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن بغداد (١) الى مخزن اربيل = XB1A

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن بغداد (١) الى مخزن كركوك = XB1K

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن بغداد (٢) الى مخزن اربيل = XB2A

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن بغداد (٢) الى مخزن كركوك = XB2K

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن كركوك الى السليمانية = XKS

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن اربيل الى السليمانية = XAS

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

ان الانموذج الرياضي للمشكلة قيد البحث يكون بالشكل الاتي :

$$\text{MINIMIZATION } Z = 200000XB1A + 170000XB1K + 160000XB2A +$$

$$110000XB2K + 40000XAS + 80000XKS$$

CONSTRAINT:

$$XB1A + XB1K = 400 \dots\dots\dots (1)$$

$$XB2A + XB2K = 600 \dots\dots\dots (2)$$

$$XB1A + XB2A - XAS = 0 \dots\dots\dots (3)$$

$$XB1K + XB2K - XKS = 0 \dots\dots\dots (4)$$

$$XAS + XKS = 1000 \dots\dots\dots (5)$$

$$XB1A \leq 300 \dots\dots\dots (6)$$

$$XB1K \leq 300 \dots\dots\dots (7)$$

$$XB2A \leq 500 \dots\dots\dots (8)$$

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

$$XB2K \leq 500 \dots\dots\dots(9)$$

$$XAS \leq 700 \dots\dots\dots(10)$$

$$XKS \leq 700 \dots\dots\dots(11)$$

NONNEGATIVE INTEGAR:

$XB1A, XB1K, XB2A, XB2K, XAS, XKS \geq 0$ AND MUST BE INTEGAR

4.3 حل الانموذج الرياضي (انموذج البرمجة الخطية)

رغبة منا باستخدام احدى البرامج المخصصة لحل مشاكل البرمجة الخطية حيث ان استخدام البرامج يحقق سرعه ودقة في حل الانموذج كما انه يستوعب اي تغير مستقبلي في المتغيرات وببساطة شديدة جدا دون الحاجة الى تغير فرضيات الانموذج ومن هذه البرامج برنامج اكسل وبرنامج WINQSB وسنعمد في حل هذا الانموذج على برنامج WINQSB باعتباره من اكثر البرامج تخصصا في حل مشاكل البرمجة الخطية .

ان جدول الحل الامثل موضح بالشكل رقم (٢) حيث يوضح هذا الجدول الحل الامثل لانموذج البرمجة الخطية.

شكل رقم (٢) يوضح جدول الحل لانموذج البرمجة الخطية

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

21:23:43	Saturday	February	03	2007			
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1 XB1A	300.0000	200.000.0000	60.000.000.0000	0	basic	-M	210.000.0000
2 XB1K	100.0000	170.000.0000	17.000.000.0000	0	basic	160.000.0000	M
3 XB2A	100.0000	160.000.0000	16.000.000.0000	0	basic	150.000.0000	210.000.0000
4 XB2K	500.0000	110.000.0000	55.000.000.0000	0	basic	-M	120.000.0000
5 XAS	400.0000	40.000.0000	16.000.000.0000	0	basic	30.000.0000	50.000.0000
6 XKS	600.0000	80.000.0000	48.000.000.0000	0	basic	70.000.0000	90.000.0000
Objective	Function	(Min.) =	212.000.000.0000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 C1	400.0000	=	400.0000	0	0	400.0000	M
2 C2	600.0000	=	600.0000	0	-50.000.0000	600.0000	700.0000
3 C3	0	=	0	0	210.000.0000	-100.0000	0
4 C4	0	=	0	0	170.000.0000	-100.0000	0
5 C5	1.000.0000	=	1.000.0000	0	250.000.0000	900.0000	1.000.0000
6 C6	300.0000	<=	300.0000	0	-10.000.0000	200.0000	400.0000
7 C7	100.0000	<=	300.0000	200.0000	0	100.0000	M
8 C8	100.0000	<=	500.0000	400.0000	0	100.0000	M
9 C9	500.0000	<=	500.0000	0	-10.000.0000	200.0000	600.0000
10 C10	400.0000	<=	700.0000	300.0000	0	400.0000	M
11 C11	600.0000	<=	700.0000	100.0000	0	600.0000	M

5.3 تفسير النتائج :

ان جدول الحل في الشكل (٢) يعطينا تصورا واضحا عن الاسلوب الواجب اتباعه في عملية النقل حيث يبين لنا عمود قيمة الحل (SOLUTION VALUE) الكمية التي يجب الالتزام بها من الحليب المجفف الذي يجب نقله بين المخازن فيما بينها وبين المعرض الرئيس فمثلا الكمية التي يجب نقلها من مخزن بغداد (١) الى مخزن اربيل هي ٤٠٠ طن وبكلفة كلية هي ٦٠ مليون دينار وهكذا كما ان قيمة دالة الهدف والتي تمثل ادنى كلفة نقل هي ٢١٢ مليون دينار والجدول رقم (٣) يوضح الكميات المثلى التي يجب الالتزام بها للنقل بين المخازن وبين المعرض الرئيس.

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

الجدول رقم (٣) يوضح الكميات التي يجب الالتزام بها للنقل بين المخازن والمعرض

من	الى	مخزن اربيل	مخزن كركوك	مخزن السليمانية
مخزن بغداد (١)	٣٠٠ طن	١٠٠ طن	.....	.....
مخزن بغداد (٢)	١٠٠ طن	٥٠٠ طن	.....	.....
مخزن اربيل	.....	.....	.....	٤٠٠ طن
مخزن كركوك	.....	.....	.....	٦٠٠ طن

6.3 استخدام اسعار الظل (shadow price) في تقليل تكاليف النقل الكلية

ان مصطلح اسعار الظل (shadow price) هو التغير الحدي في دالة الهدف عند زيادة الطرف الايمن من القيود وحده واحده. ان استخدام اسعار الظل يتطلب وبالدرجة الاساس دراسة ندرة الموارد في الطرف الايمن من القيود وامكانية تغييرها زيادة او نقصانا وهذه الدراسة يجب ان تتم بحضور الادارة العليا لغرض الوقوف على الامكانية الفعلية للتغيير . ولقد تم اجراء الدراسة اللازمة للطرف الايمن من القيود وامكانية استخدام اسعار الظل في تقليل تكاليف الانموذج وابدى السيد مدير ادارة الشركة تعاوننا كبيرا في اجراء التغير رغبة منه في تطبيق الجانب العلمي وبالتالي تقليل تكاليف النقل باقل ما يمكن فلو لاحظنا شكل رقم (٣) والذي يمثل جدول الحل النهائي سوف نجد ما يأتي :

١. ان قيمة اسعار الظل والمقابلة للقيود الثاني هو -٥٠ الف دينار وهذا يعني اننا لو غيرنا الطرف الايمن من القيد الثاني من ٦٠٠ طن الى ٦٠١ طن سوف تقل الكلفة الكلية بمقدار ٥٠ الف دينار ولكن وبعد التباحث مع الإدارة وجدنا عدم امكان استخدام هذا القيد لان استيعاب المخزن بغداد (٢) هو ٦٠٠ طن ولا يمكن زيادة الخزين .

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

٢. ان قيمة اسعار الظل والمقابلة للقيد السادس وهي - ١٠ الف دينار وقد استخدمنا هذا القيد بعد ان عرفنا من الادارة انه من الممكن التغير في هذا القيد والذي يمثل اعلى حد مسموح به وهو ٣٠٠ طن من المخزن بغداد(١) الى مخزن كركوك حيث تم رفع هذا الحد من ٣٠٠ طن الى ٤٠٠ طن وتم ايضا تخفيض الطرف الايمن للقيد السابع والذي يمثل اعلى حد مسموح به وهو ٣٠٠ طن من مخزن بغداد(١) الى كركوك من ٣٠٠ طن الى ٢٠٠ طن وذلك لتعويض الزيادة في القيد السادس بمقدار ١٠٠ طن لانها تصدر من نفس المخزن وهو بغداد (١).

٣. ان قيمة اسعار الظل والمقابلة الى القيد التاسع هي - ١٠ الف دينار وقد استخدمنا هذا القيد بعد ان عرفنا من الادارة انه من الممكن التغير في هذا القيد والذي يمثل اعلى حد مسموح به وهو ٥٠٠ طن من المخزن بغداد(٢) الى مخزن كركوك حيث تم رفع هذا الحد من ٥٠٠ طن الى ٦٠٠ طن وتم ايضا تخفيض الطرف الايمن للقيد الثامن والذي يمثل اعلى حد مسموح به وهو ٥٠٠ طن من مخزن بغداد(٢) الى مخزن اربيل من ٥٠٠ طن الى ٤٠٠ طن وذلك لتعويض الزيادة في القيد التاسع ١٠٠ طن لانها تصدر من نفس المخزن بغداد (٢) . ان جدول الحل الامثل بعد اجراء

التغيرات على الطرف الايمن موضح بالشكل (٥)

الشكل (٥) يوضح جدول الحل الامثل بعد اجراء تغيرات في الطرف الايمن (RHS)

	18-58-57	Wednesday	March	21	2007		
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1 XB1A	400.0000	200.000.0000	80.000.000.0000	0	basic	150.000.0000	210.000.0000
2 XB1K	0	170.000.0000	0	10.000.0000	at bound	160.000.0000	M
3 XB2A	0	160.000.0000	0	10.000.0000	at bound	150.000.0000	M
4 XB2K	600.0000	110.000.0000	66.000.000.0000	0	basic	-M	120.000.0000
5 XAS	400.0000	40.000.0000	16.000.000.0000	0	basic	30.000.0000	50.000.0000
6 XKS	600.0000	80.000.0000	48.000.000.0000	0	basic	70.000.0000	90.000.0000
Objective	Function	(Min.) =	210.000.000.0000				
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1 C1	400.0000	=	400.0000	0	0	400.0000	M
2 C2	600.0000	=	600.0000	0	-50.000.0000	600.0000	600.0000
3 C3	0	=	0	0	200.000.0000	-400.0000	0
4 C4	0	=	0	0	160.000.0000	-100.0000	0
5 C5	1.000.0000	=	1.000.0000	0	240.000.0000	600.0000	1.000.0000
6 C6	400.0000	<=	400.0000	0	0	400.0000	M
7 C7	0	<=	200.0000	200.0000	0	0	M
8 C8	0	<=	400.0000	400.0000	0	0	M
9 C9	600.0000	<=	600.0000	0	0	600.0000	M
10 C10	400.0000	<=	700.0000	300.0000	0	400.0000	M
11 C11	600.0000	<=	700.0000	100.0000	0	600.0000	M

7.3 تفسير النتائج :

١. لو لاحظنا عمود قيمه الحل (solution value) في الشكل (٥) لوجدنا ان كمية الحليب المثلى التي يجب نقلها من مخزن بغداد (١) الى مخزن اربيل هي ٤٠٠ طن والغاء نقل الحليب من بغداد (١) الى مخزن كركوك حيث ان القيمة الموجوده في جدول الحل الامثل هي قيمة صفرية .

٢. لو لاحظنا عمود قيمة الحل (solution value) في الشكل (٥) لوجدنا ان كمية الحليب المثلى التي يجب نقلها من مخزن بغداد(٢) الى مخزن كركوك هي ٦٠٠ طن والغاء نقل الحليب من مخزن بغداد(٢) الى مخزن اربيل حيث ان القيمة الموجوده في جدول الحل الامثل هي قيمة صفرية.

٣. ان كلفة النقل الكلية المثلى هي ٢١٠ مليون دينار أي انها اقل من الكلفة الكلية في الجدول النهائي (شكل رقم ٣) بمقدار ٢ مليون دينار.

٤. الاستنتاجات والتوصيات

1.4 الاستنتاجات : ان اهم الاستنتاجات التي توصلنا اليها من خلال هذا البحث هي كالآتي :

١. ان القيمة التنبؤية للطلب على الحليب الجاف في معرض السليمانية والتي جرى تقديرها باستخدام طريقة ونترز الموسمية هي ١٠٠٠ طن .

٢. اظهرت نتائج البحث ان اقل كلفة نقل كلية ممكن الحصول عليها هي ٢١٠ مليون دينار ككلفة نقل كلية مثلى حصلنا عليها بعد استخدام تحليل ما بعد الامثلية (تحليل الحساسية) .

٣. ان استخدام تحليل ما بعد الامثلية (تحليل الحساسية) قد ساهم وبشكل كبير في تقليل كلفة النقل الكلية من ٢١٢ مليون دينار الى ٢١٠ مليون دينار حيث ان الكلفة الكلية للنقل قد انخفضت بمقدار ٢ مليون دينار .

استخدام البرمجة الخطية في حل مشكلة النقل المتعددة المراحل

٤. لو نظرنا الى الجدول رقم (١) لوجدنا ان هناك فروقات كبيرة بين كلف النقل بين مخزني بغداد (١) وبغداد (٢) الى بقية المخازن مع ان المخزنين يقعان في بغداد واتضح ان السيارات المستخدمة في النقل في مخزن بغداد (١) هي سيارات مؤجرة اما السيارات المستخدمة في مخزن بغداد (٢) فهي ملك للشركة (كلفة النقل هنا محسوبة على اساس مجموع تكاليف صيانة السيارات شهريا + تكلفة الوقود) فمن الطبيعي ان تكون كلف النقل من مخزن بغداد (١) الى بقية المخازن اعلى من كلفة النقل من مخزن بغداد (٢) الى بقية المخازن .

2-4 التوصيات : هنالك جملة من التوصيات التي نوصي بها اعتمادا على نتائج البحث وهي:

١. اعتماد الخطة المقترحة لحل مشكلة النقل في الشركة باستخدام اسلوب البرمجة الخطية وذلك كونه يقلل الكلفة الكلية للنقل ويعطي نتائج مثلى ودقيقة.

٢. توثيق البيانات بصورة دقيقة حيث ان البيانات الدقيقة توفر بيئة مناسبة للتنبؤ ومن ثم بناء النماذج الرياضية المناسبة على اساس علمي قليل الاخطاء.

٣. الغاء خط النقل من بغداد (١) الى كركوك وكذلك خط النقل من بغداد (٢) الى اربيل والاكتفاء بخط النقل من بغداد (١) الى اربيل وكذلك خط النقل من بغداد (٢) الى كركوك كون عملية الالغاء تساهم وبشكل كبير في تقليل كلفة النقل الكلية بمقدار ٢ مليون دينار.

٤. اجراء توسيعات على المخزن بغداد (٢) حيث انه عند الزيارة الميدانية اتضح انه من الممكن اجراء توسيعات على حجم المخزن وخصوصا ان هناك ارض محيطة فارغة حول المخزن حيث ان الزيادة في حجم المخزون في مخزن بغداد (٢) سوف يساهم في تقليل الكلفة الكلية حيث ان زيادة سعة مخزن بغداد (٢) طن واحد يؤدي الى تقليل التكاليف الكلية بمقدار ٥٠ الف دينار عراقي (والى حد معين يتناسب مع توفر امكانية النقل) كما هو موضح في جدول الحل النهائي الامثل (الشكل رقم ٥) في عمود اسعار الظل (shadow price) القيد الثاني .

٥. الاعتماد على الطريقة المقترحة في حل مشاكل النقل ذات المرحل المتعدده حيث انها تعطي مرونة كبيره جدا في التعامل مع مشكلة النقل وايجاد الحل المتوازن لها.

المصادر

١. حسن، ضوية سلمان وجابر وعدنان شمخي (١٩٨٨) ، مقدمة في بحوث العمليات، مطبعة الحكمة جامعة بغداد ، الطبعة الاولى

٢. خالد ضاري، مروان العبيدي، عمر العشاري (٢٠٠٩) ، تطبيقات وتحليلات النظام الكمي للاعمال WinQSB

٣. ظافر النجار، صباح النجار ، نائر فيصل (٢٠٠٩) ، الاساليب الكمية للادارة .

4.Hillier and liberman (2005), "Introduction to the operations research", (Published by McGraw –hill), Eighth Edition.

5.Diego Bello and German Riano (2005), "Linear programming solvers for Markov decision processes", "by internet".

6.Yih-Long Chanc (2001), "WinQsb", (Published by Jon Willey and Sons", First Edition.

7.David R.Anderson, Dennis J.Sweeney, Tomas A.Williams, "Quantitative Methods for Business" (2001). (Published by South –Western College, Eighth Edition.

8. Barry Render&Ralph M.Stair, Jr (2003). "Quantitative analysis for management", Prentice Hall

9. Wei, W.W.S. (1990): "Time Series Analysis" Addison- Wesley Publishing Univariate and Multivariate Methods, company ,Inc.

10. Wayne L. Winston, (2005), "Operations Research: pplications and Algorithms" Boston, USA.