Journal of Science and Technology Vol. 13
ISSN -1605 – 427X
Natural and Medical Sciences (NMS No. 2)
sust-journal@hotmail.com

December/2012

تطبيقات البرمجة الخطية في نماذج النقل

عمر محمد ناصر حسين [1*] عبيد محمود حسن الزوبعي [2] عادل موسى يونس [3]

***1. جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا – كلية العلوم – قسم الاحصاء التطبيقي**
هاتف / 0962034053 , Email:omar_alashari@uobaghdad.edu.iq
2 . جامعة جيهان – السليمانية – العراق.
3 . جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا – كلية العلوم – قسم الاحصاء التطبيقي

المستخلص

يتناول هذا البحث تطبيقات البرمجة الخطية في نماذج النقل وخصوصا عند وجود مراحل نقل متعددة (Multi Stages) حيث تم التنبؤ بالطلب على المنتج (الحليب الجاف) ومن ثم بناء نموذج رياضي لمشكلة النقل حيث تعجز طرق النقل الاعتيادية عن حل نموذج نقل لعدة مراحل. وقد تم استخدام تحليل الحساسية (Sensitivity Analysis) لايجاد الكميات المثلى المنقوله وباقل كلفة ممكنة. وقد تم التطبيق في شركة المها التجارية المحدوده في جمهورية العراق – مدينة بغداد.

الكلمات المفتاحية: تحليل الحساسية – طريقة التمهيد الاسي الموسمي – اسعار الظل

ABSTRACT

This work aimed to apply the linear programming in transport models, especially when there are stages of the transfer of multiple (Multi Stages), where the demand for the product (dry milk) was predicted and then a mathematical model was built to solve the problem of transport where the normal transport routes are failed in solving the model of several stages. The sensitivity analysis was used to find the optimal quantities pushers at the lowest possible cost. The model was implemented in the Maha Trading Co. Ltd. in republic of Iraq – Baghdad.

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 في 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 خطيه على اساس تقليل كلفة النقل. ان نموذج النقل هنا هو من النوع تقليل الكلفة (cost minimization)[1].

ان الهدف من هذا البحث هو التنبؤ بكمية الطلب ومن ثم تحويل انموذج النقل الى انموذج برمجة خطية حيث يتم ايجاد الحل الامثل باستخدام البرنامج الجاهز WinQSB ومن ثم يتم استخدام تحليل مابعد الامثلية او ما يسمى بتحليل الحساسية (sensitivity analysis) للوصول الى الكميات المثلى المنقولة بأقل التكاليف.

ان اهمية هذا البحث تكمن في انه يعالج مشكلة النقل ذات المرحلتين مع التنبؤ بحجم الطلب في حين ان الدراسات السابقة قد عالجت مشكلة النقل بمرحله واحدة وبطلب ثابت.

اما بالنسبة للدراسات السابقة فلم اجد أي دراسة عالجت موضوع النقل على عدة محطات باستخدام البرمجة الخطية حيث ان هذه الدراسة تعتبر من اولى الدراسات في هذا المجال .

لقد تم تطبيق الدراسة في شركة المها التجارية المحدودة لاستيراد المواد الغذائية في العراق حيث تم اخذ منتج واحد من منتجاتها وهو الحليب المجفف كونه يمثل اكثر انواع

المواد الغذائية التي تستوردها الشركة طلبا في السوق

المحلية حيث ان الهدف الرئيس من هذا البحث هو التنبؤ بحجم الطلب على الحليب المجفف ومن ثم ايجاد الكميات المثلى المنقوله من المجهز الى المسوق وباقل كلفة كلية ممكنة .

مقدمة عن البرمجة الخطية:

ان اسلوب البرمجة الخطية يعالج المشاكل المختلفة ببناء نموذج حيث يقوم بايجاد قيم (x1…x2…x3……xn) المثلى والتي تحقق اكبر منفعة ممكنة لمتخذ القرار سواء كانت دالة الهدف من نوع تعظيم الارباح (maximization profit) او تقليل التكاليف[2] (minimization of cost).

شروط البرمجة الخطية:

1.القدرة على تحديد المشكلة موضوع البحث تحديدا رياضيا دقيقا .

2.محدودية الموارد البشرية والمادية الخاضعة للبرمجة مثل محدودية راس المال .. عدد العمال ...البضاعة المستورده.... الطاقة الانتاجية وغيرها .

3.امكانية التعبير عن الفعاليات او المتغيرات موضوع البرمجة بصورة رقمية

4.ان تكون العلاقة بين المتغيرات هي علاقة خطية .

5.توفر استخدامات تنافسية للموارد البشرية والمادية موضوع البرمجة الخطيه مثلا انتاج منشأة سلعتين [3].

ان الصيغة الرياضية للبرمجة الخطية هي كالاتي: [4]

$$\text{Max (Min) } Z = C_1X_1+C_2X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots +C_iX_i+\ldots\ldots\ldots\ldots C_nX_n$$

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……n .

اما القيود الخطية فهي تعرف كما ياتي: [4]

$$\begin{array}{l} a_{11} \quad X_1+a_{12}X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \qquad\qquad a_{1n}X_n(<=,>=,=)\ b_1 \\ a_{21} \quad X_1+a_{22}X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \qquad\qquad a_{2n}X_n(<=,>=,=)\ b_2 \\ \\ a_{m1} \quad X_1+a_{m2}X_2+\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \qquad\qquad a_{mn}X_n(<=,>=,=)\ b_m \end{array}$$

شرط عدم السلبية $X_i >= 0$ (i=1,2,……..,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,…….. n
I = 1, 2,…….. m

هناك ثلاثة طرق رئيسية تستخدمها بحوث العمليات لحل مشاكل البرمجة الخطية وكما ياتي: [4]

1 – طريقة الرسم البياني(Graphic Method) : وهي اداة بيانية بسيطة جدا تستخدم رغم بساطتها في معالجة مشاكل متعددة 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.

2 – طريقة الحل الجبري (The Algebra Method): وهي تمثل اسلوبا اخر من اساليب البرمجة الخطية وهذه الطريقة تتميز باتساع استخدامها في حالة زيادة عدد المتغيرات عن اثنين.

3 – الطريقة الثنائية (Simplex Method) : لقد استخدمت هذه الطريقة لاول مرة عام 1947 من قبل العالم الامريكي دانتز 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 المشكلة قيد البحث.

نموذج النقل (transportation model) [5]:

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 ممكنة.

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 .

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

الانموذج الرياضي لمشكلة النقل [6]:

1 –نفترض ان عدد المصادر هو m ونفترض عدد مناطق الطلب هي n

2 – نفترض ان تكلفة نقل الوحدة الواحده من المواد المنقولة من المصدر (i) الى منطقة الطلب (j) , حيث ان (i) عبارة عن رقم من 1 الى m و (j) عبارة عن رقم من 1 الى n وان هذه الكلفة هي C_{ij}.

3 – 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.

4 – نفترض ان الكمية المنقولة هي X_{ij}.

5 – 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.

طرائق حل انموذج النقل [6]:

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

1 – 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.

2 – 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 المطلوبة على اساس اقل الكلف.

3 – 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 ، الوصول للحل الامثل باسرع وقت ممكن.

تحويل انموذج النقل الى انموذج برمجة خطية[7]

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:

$$\text{الهدف}\ \begin{cases} \text{دالة}\quad \text{Min } Z=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij} \\ \text{قيود}\quad \sum_{j=1}^{n} X_{ij}=S_i \quad i=1,2,\ldots..,n \\ \text{قيود}\quad \sum_{i=1}^{m} X_{ij}=d_j \quad j=1,2,\ldots,m \\ \text{الطلب}\quad X_{ij}\geq 0 \end{cases} \quad \text{s. t} \quad (1)$$

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_i هي الكمية المطلوبة للمنطقة j .

طرائق التنبؤ بالطلب [8]:

وبما ان سلوك الطلب موسمي ، تم استخدام طرائق التنبؤ الموسية،وهذه الطرائق هي كالاتي :

- 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.

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

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

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

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

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

إذا أن α, β, γ هي معلمات التمهيد.

ولبيان كفاءة طرائق التنبؤ يتم استخدام المعايير الإحصائية آلاتية:

أولا : معدل القيم المطلقة للأخطاء (Mean absolute error)

$$MAE=1/M\ \Sigma e_t(L)$$

.....(6)

ثانيا: معدل مربعات الخطأ (Mean square error) :

$$MSE=1/M\ \Sigma e^2_t(L)$$

..... (7)

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 الاتية:

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

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

.....(8)

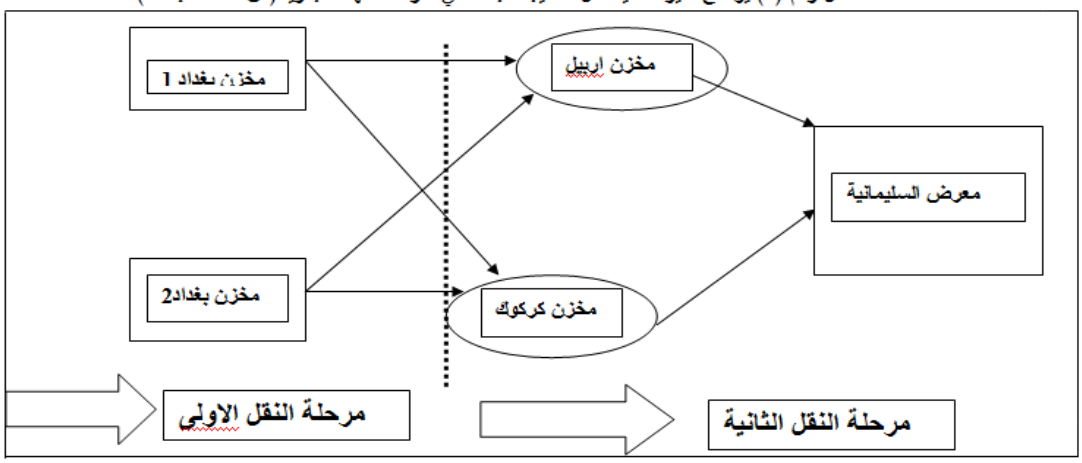
مشكلة البحث:

شركة المها من الشركات الكبرى الخاصة الموجودة في العراق والتي تعمل في استيراد الحليب المجفف بمختلف انواعه من دولة الامارات العربية المتحده عن طريق السفن

الصغيرة حيث تتحمل الشركة المصدرة للحليب تكلفة النقل من دولة الامارات العربيه المتحدة الى مخزني شركة المها الموجوده في بغداد مع التامينات وتاسست هذه الشركة سنة 2003 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 والخبره 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 رقم(1) يوضح سير نقل الحليب الجاف في شركة المها التجارية المحدودة.

الشكل رقم (1) يوضح سير عملية نقل الحليب الجاف في شركة المها التجارية(من اعداد الباحث)



التنبؤ بالطلب:

تم التنبؤ بالطلبات الموسمية للفصل الاول (كانون الثاني , شباط ,اذار) من سنة 2011 باستخدام طريقة ونترز الموسمية وقد استخدمنا طريقة ونترز الموسمية لان الطلب على الحليب الجاف هوموسمي بسبب زيادة الطلب عليه في فترة الصيف كونه مطلوبا وبشدة في صناعة المرطبات، و بسبب محدوية وقصر البيانات المتاحة لان الشركة حديثة العهد، لذلك تم الاعتماد على أسلوب التمهيد الآسي، وكانت النتائج لمعلمات طريقة ونترز للطلب على الحليب المجفف للمدة 2006–2010 والمعايير الإحصائية بالاعتماد على المعادلات (2–8) كالأتي:

قيم معلمات طريقة ونترز المثالية	α=0.2	β=0.05	γ=0.1

المعايير الاحصائية			
MAE	**16.36**		
MSE	**11.007**		
MAPE	**0.53**		

حيث تم تقدير الكمية المطلوبة من الحليب المجفف من قبل المعرض الرئيس في السليمانية ب1000 طن خلال الفصل الاول (شهر 1 ، 2 و 3) من سنة 2012. يبين الجدول رقم (1) والجدول رقم (2) تكاليف النقل (مقاسة بالدينار للطن الواحد) والكميات المنقولة بين المخازن والمعرض (حسب بيانات الشركة).

الجدول رقم (1): تكاليف النقل (مقاسة بالدينار للطن الواحد) بين المخازن والمعرض

من / الى	مخزن اربيل	مخزن كركوك	معرض السليمانية
مخزن بغداد(1)	200000	170000	.....
مخزن بغداد(2)	160000	110000	.....
مخزن اربيل	.....	.....	40000
مخزن كركوك	.....	.....	80000

الجدول رقم (2): الكميات المنقولة بين المخازن والمعرض الرئيس (مقاسة بالاطنان)

من / الى	مخزن اربيل	مخزن كركوك	معرض السليمانية
مخزن بغداد (1)	300	300	.....
مخزن بغداد(2)	500	500	.....
مخزن اربيل	.....	.....	700
مخزن كركوك	.....	.....	700

بناء انموذج برمجة خطية لمشكلة النقل:

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

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن بغداد (1) الى مخزن اربيل = XB1A

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن بغداد (1) الى مخزن كركوك= XB1K

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن بغداد (2) الى مخزن اربيل = XB2A

نفرض ان عدد الاطنان المنقولة من مخزن بغداد (2) الى مخزن كركوك= XB2K

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

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

ان الانموذج الرياضي للمشكلة قيد البحث يكون بالشكل الاتي :

MINIMIZATION Z= 200000XB1A+170000XB1K+160000XB2A +
110000XB2K +40000XAS+ 80000XKS

CONSTRAINT:

XB1A+XB1K=400..……..……..……(1)

XB2A+XB2K=600……..……..……(2)

XB1A+XB2A-XAS=……..……..……...(3)

XB1K+XB2K-XKS=0 ……..……(4)

XAS+XKS=1000 ……..…… (5)

XB1A<=300 ……..(6)

XB1K<=300 ……..……...(7)

XB2A<=500 ……..…….(8)

XB2K<=500 ……..……..(9)

XAS<=700 ……..…….(10)
XKS<=700 ……..…….(11)

NONNEGATIVE INTEGAR:

XB1A,XB1K,XB2A,XB2K,XAS,XKS>=0 AND MUST BE INTEGAR

حل الانموذج الرياضي (انموذج البرمجة الخطية) [2]:

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 وسنعتمد في حل هذا الانموذج على برنامج WINQSB باعتباره من اكثر البرامج تخصصا في حل مشاكل البرمجة الخطية. ان جدول الحل الامثل موضح بالجدول رقم(4) حيث يوضح هذا الجدول الحل الامثل لنموذج البرمجة الخطية.

تفسير النتائج: أن جدول الحل النهائي رقم (4) 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(1) الى مخزن اربيل هي 300 طن وبكلفة كلية هي 60 مليون دينار وهكذا ..... كما ان قيمة دالة الهدف والتي تمثل ادنى كلفة نقل هي 212 مليون دينار حيث يوضح الجدول رقم (3) الكميات التي يجب الالتزام بها للنقل بين المخازن والمعارض في حين ان الجدول رقم (4) يوضح الكميات المثلى التي يجب الالتزام بها للنقل بين المخازن وبين المعرض الرئيس.

الجدول رقم (3): الكميات التي يجب الالتزام بها للنقل بين المخازن والمعرض

من / الى	مخزن اربيل	مخزن كركوك	مخزن السليمانية
مخزن بغداد(1)	300 طن	100 طن	.....
مخزن بغداد(2)	100 طن	500 طن	.....
مخزن اربيل	.....	.....	400 طن
مخزن كركوك	.....	.....	600 طن

الجدول رقم (4): الحل لنموذج البرمجة الخطية

	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

استخدام اسعار الظل (shadow price) في تقليل تكاليف النقل الكلية[6]:

ان مصطلح اسعار الظل (shadow price) هو التغير الحدي في دالة الهدف عند زيادة الطرف الايمن من القيود وحدة واحدة. ان استخدام اسعار الظل يتطلب وبالدرجة الاساس دراسة ندرة الموارد في الطرف الايمن من القيود وامكانية تغيرها زيادة او نقصانا وهذه الدراسة يجب ان تتم بحضور الادارة العليا لغرض الوقوف على الامكانية الفعلية للتغير.

ولقد تم اجراء الدراسة اللازمة للطرف الايمن من القيود وامكانية استخدام اسعار الظل في تقليل تكاليف الانموذج وابدى السيد مدير ادارة الشركة تعاونا كبيرا في اجراء التغير رغبة منه في تطبيق الجانب العلمي وبالتالي تقليل تكاليف النقل باقل ما يمكن فلو لاحظنا الجدول رقم (4) والذي يمثل جدول الحل النهائي سوف نجد ما ياتي:

1. ان قيمة اسعار الظل والمقابلة للقيد الثاني هو – 50 الف دينار وهذا يعني اننا لو غيرنا الطرف الايمن من القيد الثاني من 600 طن الى 601 طن سوف تقل الكلفة الكلية بمقدار 50 الف دينار ولكن وبعد التباحث مع الإدارة وجدنا عدم امكان استخدام هذا القيد لان استيعاب المخزن بغداد (2) هو 600 طن ولا يمكن زيادة الخزين.

2. ان قيمة اسعار الظل والمقابلة للقيد السادس وهي – 10 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 300 طن من المخزن بغداد(1) الى مخزن كركوك حيث تم رفع هذا الحد من 300 طن الى 400 طن وتم ايضا تخفيض الطرف الايمن للقيد السابع والذي يمثل اعلى حد مسموح به وهو 300 طن من مخزن بغداد(1) الى كركوك من 300 طن الى 200 طن وذلك لتعويض الزيادة في القيد السادس بمقدار 100 طن لانها تصدر من نفس المخزن وهو بغداد (1).

3. ان قيمة اسعار الظل والمقابلة الى القيد التاسع هي – 10 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 500 طن من المخزن بغداد(2) الى مخزن كركوك حيث تم رفع هذا الحد من 500 طن الى 600 طن وتم ايضا تخفيض الطرف الايمن للقيد الثامن والذي يمثل اعلى حد مسموح به وهو 500 طن من مخزن بغداد(2) الى مخزن اربيل من 500 طن الى 400 طن وذلك لتعويض الزيادة في القيد التاسع 100 طن لانها تصدر من نفس المخزن بغداد (2). ان جدول

الحل الامثل بعد اجراء التغيرات على الطـــرف الايمـــن موضح بالجدول رقم (5).

تفسير االنتائج:

1 – لو لاحظنا عمود قيمة الحـــل (solution value) في الجدول رقم (5) لوجدنا ان كمية الحليب المثلى التي يجب نقلها من مخزن بغداد (1) الى مخزن اربيل هـــي 400 طن والغاء نقل الحليب من بغداد (1) الى مخـــزن كركوك حيث ان القيمة الموجودة في جدول الحل الامثـــل هي قيمة صفرية.

2 – لو لاحظنا عمود قيمة الحل (solution value) في الجدول (5) لوجدنا ان كمية الحليب المثلى التـــي يجـــب نقلها

من مخزن بغداد(2) الى مخزن كركوك هي 600 طـــن والغاء نقل الحليب من مخزن بغداد(2) الى مخزن اربيل حيث ان القيمة الموجوده في جدول الحل الامثل هي قيمة صفرية.

3 – ان كلفة النقل الكلية المثلى هي 210 مليون دينـــار في الجدول رقم (5) أي انها اقل من الكلفة الكليـــة فـــي الجدول النهائي (الجدول رقم 4) بمقدار 2 مليون دينار.

الجدول رقم (5): الحل الامثل بعد اجراء تغيرات في الطرف الايمن

	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

(RHS)

الاستنتاجات:

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

1. ان القيمة التنبؤية للطلب على الحليب الجاف في معرض السليمانية والتي جـــرى تقديرها باستخدام طريقة ونترز الموسمية هي 1000 طن.

2 . اظهرت نتائج البحث ان اقل كلفة نقل كلية ممكن الحصول عليها هي 210 مليون دينار ككلفة نقل كلية مثلى حصلنا عليها بعد استخدام تحليل ما بعد الامثلية (تحليل الحساسية).

3 . ان استخدام تحليل ما بعد الامثلية (تحليل الحساسية) قد ساهم وبشكل كبير في تقليل كلفة النقل الكلية من 212 مليون دينار الى 210 مليون دينار حيث ان الكلفة الكلية للنقل قد انخفضت بمقدار 2 مليون دينار.

4 . لو نظرنا الى الجدول رقم (1) لوجدنا ان هناك فروقات كبيرة بين كلف النقل بين مخزني بغداد (1) وبغداد (2) الى بقية المخازن مع ان المخزنين يقعان في بغداد واتضح ان السيارات المستخدمة في النقل في مخزن بغداد (1) هي سيارات مؤجرة اما السيارات المستخدمة في مخزن بغداد(2) 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 (1) الى بقية المخازن اعلى من كلفة النقل من مخزن بغداد (2) الى بقية المخازن.

المراجع

1. القيسي , حسن . الجنابي , ضوية . العزاوي ,جبار .الشمخي ,عدنان. (1988). *مقدمة في بحوث العمليات*. مطبعة الحكمة جامعة بغداد. بغداد – العراق . عدد الصفحات 345.

2. الطائي, خالد ضاري. العبيدي, مروان عبد الحميد. العشاري, عمر محمد ناصر. (2009). *تطبيقات وتحليلات النظام الكمي للاعمال WinQSB* .(مكتبة الذاكرة). بغداد– العراق . عدد الصفحات 220.

3. النجار , ظافر حسين .النجار, صباح كريم .القيسي, ثائر فيصل. (2009). *الأساليب الكمية في الادارة*. مطبعة جامعة بغداد. بغداد– العراق .عدد الصفحات 387.

4. Hillier, T., Liberman, J., (2005). *Introduction to the Operation Research*, McGraw-Hill, USA.

5.Diego, B., German, R., (2005). *Linear programming solvers for Markov decision processes*, McGraw –Hill, U. S. A.

6.Yih-Long, C., (2001). *WinQsb*, Jon Willey and Sons, U. S. A.

7.David, R., Anderson, D., Sweeney, J., Tomas, A., (2001). *Quantitative Methods for Busines,*. South –Western Colleg,. India.

8..Wayne, L, Winston, M., (2005). *Operations Research: Applications and Algorithms*. Boston, U. S. A.