استخدام طريقة متوسط اقل كلفة (LCMM) لحل مشكلة النقل

م.م زهراء قاسم هاشم الجامعة التقنية الوسطى /الكلية التقنية الادارية /بغداد

zahraaqasem@mtu.edu.iq

تاريخ القبول: 2021/8/30 تاريخ التشر:2022/7/1

الملخص

من اهم مشاكل البرمجة الخطية هي مشاكل النقل حيث توفر مجموعة شبكات لنقل البضائع , السلع وغيرها من المصادر الى جهات الطلب وبأقل كلفة ويتم حل نماذج مشكلة النقل بعدة طرق للحصول على الحل الاساسي الابتدائي (IBFS) حيث انه الخطوة الاساسية للحصول على الحل الامثل وفي هذا البحث تم استخدام طريقة جديدة وهي طريقة متوسط اقل كلفة **(LCMM)** تسهل عملية الحصول على الحل الابتدائي وبطرق حسابية اسهل ونتائج افضل مقارنة بالطرائق الاخرى وتم تطبيقه في الشركة العامة للمنتجات الغذائية حيث تم تقليل الكلفة الكلية للنقل في الشركة

الكلمات المفتاحية: مشكلة النقل , حل اساسي ابتدائي , متوسط اقل كلفة (LCMM)

Use the Least Cost Mean Method (LCMM) to solve the transportation problem

Abstract

One of the most important problems of linear programming is transportation problems, as it provides a set of networks to transport goods, commodities and other sources to the requesting parties at the lowest cost or time or with the highest profit. Transportation problem models are solved in several ways to obtain the initial basic feasible solution (IBFS) as it is the basic step to obtain The best, and in this research, In this research, a new method was used, which is the Least Cost Mean Method (LCMM), where the method facilitated the process of obtaining initial basic feasible solution with easier mathematical methods and better results compared to other methods. It was applied in the General Company for Food Products, where the total cost of transportation in the company was reduced>

Keywords: transportation problem, primary solution, lowest average cost (LCMM)

1) المقدمة :

اهتم الباحثون بنموذج مشكلة النقل وتطويره والوصول الى افضل الطرائق للحصول على الحل الامثل لما يمتلكه نموذج مشكلة النقل من اهمية بالغة في العملية التجارية والاقتصادية من حيث تقليل الكلفة او الوقت الى اقل حد ممكن او تعظيم الارباح .

و تتلخص مشكلة النقل في عملية لنقل (البضائع , او الوحدات او المنتوجات ...) من المصادر الى جهات الطلب والغاية الاساسية والرئيسية هي توفير خطة نقل مناسبة لتقليل التكاليف الى ادنى حد ممكن , وكأنموذج للبرمجة الخطية يمكن حل النموذج بأستخدام طريقة السمبلكس لأيجاد الحل الاساسي الابتدائي لكن هذه الطريقة تتطلب وقت وجهد كبير لذا دأب الباحثون على ايجاد طرائق اسهل وافضل لحل نموذج النقل وقد تمكنوا من ايجاد الطرائق الرئيسية لحل النموذج وهناك طرائق رئيسية لأيجاد الحل الاساسي الابتدائي لمشكلة النقل ومنه يمكن الحصول على الحل الامثل للمشكلة وفي هذا البحث تم استخدام طريقة جديدة للحصول على الحل الاساسي الابتدائي لمشكلة النقل وبخطوات اسهل وافضل من الطرائق الاخرى , ان الطريقة الجديدة المستخدمة وهي طريقة متوسط اقل كلفة هي من الطرائق التي اثبتت كفاءتها في ايجاد الحل الاساسي الابتدائي وهذا واضح من خلال الخطوات التي تم اتباعها في ايجاد الحل ومقارنته بالحلول الاخرى التي تم الحصول عليها بالطرائق المعتادة

2) مشكلة البحث

من المشكلات التي تواجه الشركة العامة للمنتوجات الغذائية هي عدم استغلال كميات السلع المنتجة وايجاد طريقة مناسبة لتوزيعها بطريقة مثالية تساعد في تقليل الكلفة لعملية النقل , فتم تطوير نموذج لمشكلة النقل واستخدام طريقة جديدة للحصول على افضل توزيع للمنتجات حسب طلب الاسواق و بكلفة اقل .

3) هدف البحث

يهدف البحث الى ايجاد طريقة افضل لحل مشكلة النقل والحصول على الحل الاساسي الابتدائي لنموذج النقل وبنتائج افضل حيث تعتمد طريقة متوسط اقل كلفة **(LCMM)** على خوارزمية بخطوات واضحة وبسيطة تعمل على توزيع السلع بطريقة مثلى لتقليل الكلفة الكلية للشركة العامة للمنتوجات الغذائية

4) الجانب النظري

(4-1) النموذج العام لمشكلة النقل

واحدة من اهم تطبيقات البرمجة الخطية لحل مشكلة توزيع الموارد المتاحة في المصادر هو نموذج مشكلة النقل و يكون الغرض الاساسي هو تقليل الكلفة الكلية لمشكلة النقل بحيث يتم تلبية احتياجات مراكز الطلب حسب سعة كل مصدر من الموارد .

النموذج الخطي لمشكلة النقل هو حالة من حالات نموذج البرمجة الخطية ,اذ يعتبر النموذج من مكملات العملية الانتاجية وتوفر الحلول المناسبة لمتخذي القرار للوصول الى التوزيع الامثل

يتكون النموذج العام لمشكلة النقل من دالة الهدف التي تكون بنوع Min لتقليل كلفة النقل الكلية ومن m من المصادر التي توفر الموارد المتاحة ومن n من جهات الطلب التي توزع عليها الموارد المتاحة من المصادر ويكون الشكل العام للنموذج كالاتي :[2][3]

$$Minmize\ Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} Cij\ Xij \qquad \dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

Sub. to :

$$\sum_{j=1}^{n} Xij = Si \qquad i = 1,2,\dots.,m \qquad \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} Xij = dj \qquad j = 1,2,\dots.,n \qquad \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

$$Xij \geq 0 \ \forall i \ \& j$$

حيث ان :

Si= كمية الموارد المتاحة في المصادر i

dj= كمية الموارد المطلوبة في جهات الطلب j

Cij=كلفة نقل الوحدة الواحدة من الموارد من المصدر i الى جهة الطلب j

Xij = كمية الموارد المنقولة من المصدر i الى جهة الطلب j حيث تحدد كميتها بشكل امثل لتقليل كلفة النقل الكلية الى ادنى حد وهذا الهدف الرئيسي لنموذج مشكلة النقل

(4-2) طرق حل نموذج مشكلة النقل

من اهم الطرق التي تم تطبيقها لحل مشكلة النقل والحصول على الحل الاساسي الابتدائي (IBFS) هي الطرق الرئيسية الثلاث :

- طريقة الركن الشمالي الغربي Northwest-corner method
- طريقة اقل كلفة Least-cost method
- طريقة فوجل Vogel's approximation method.

تعددت الدرسات لأيجاد افضل الطرق للحصول على الحل الاساسي الابتدائي المقبول لمشكلة النقل (IBFS) ومن الطرائق الحديثة التي استخدمت لأيجاد الحل الاساسي هي

(4-2-1) طريقة الفروق المتطرفة[6] Extreme Difference Method (EDM)

يتم في هذه الطريقة حساب الفرق بين اعلى كلفة واقل كلفة في الصف (العمود) ومن ثم يتم اختيار الصف (العمود) الذي يحتوي على اعلى فرق بين الكلف وتبدأ عملية التوزيع وذلك بأختيار الخلية ذات الاقل كلفة في الصف (العمود) المختار وتعاد الخطوات لأستيفاء جميع التخصيصات وتحسب الكلفة الكلية

(4-2-2) طريقة جدول التخصيص[1] Allocation Table Method (ATM)

يتم تكوين جدول تخصيص لحل لمشكلة النقل بعد التاكد من التوازن في جدول مشكلة النقل يتم بناء جدول للنقل (TT) حسب المشكلة ويتم تحديد اقل كلفة فردية (MOC) من جميع خلايا الكلف في TT. بعد ذلك يكون جدول جديد يُعرف باسم جدول التخصيص (AT) عن طريق الاحتفاظ بأقل كلفة فردية MOC في الخلية كما كانت ومن ثم طرح MOC المحددة فقط من كل خلية من الخلايا ذات التكلفة الفردية من TT. يتم التخصيص ابتداءا بأقل كلفة فردية وتستمر لغاية استيفاء الطلب حسب اقل الكلف لأيجاد الكلفة الكلية

(4-2-3) طريقة مصفوفة الكلفة الإجمالية المناسبة [7][5] Total Opportunity Cost Matrix Method (TOCM)

وهي احدى الطرق للحصول على (IBFS) عن طريق إضافة كلفة الصف المناسبة وكلفة العمودالمناسبة. حيث ان كلفة الصف المناسبة هي الفرق بين أقل كلفة وبين جميع عناصر الكلف الأخرى لهذا الصف المحدد.

(4-2-4) طريقة فروق الكلفة الاعلى highest cost Difference Method[8]

تعمل الطريقة على ايجاد الفرق بين أعلى كلفتين لكل صف ولكل عمود. حيث يسمى الفرق ب مؤشر التكلفة، ثم نحدد أعلى ثلاثة مؤشرات ونخصص للخلية الممكنة بأقل تكلفة نقل

(4-2-5) طريقة متوسط كلفة النقل [9] Average Transportation Cost Method (ATCM)

وتنص هذه الطريقة على ايجاد معدل الكلف في كل صف وفي كل عمود ومن ثم اختيار اعلى معدل للكلف المقابل للصف او العمود ويبدأ التخصيص في الخلية الاقل كلفة وتستمر الخطوات لحين اكمال جميع التخصيصات .

(4-3) حل نموذج مشكلة النقل بأستخدام طريقة متوسط اقل كلفة (Least Cost Mean Method)

تم في هذا البحث استخدام طريقة جديدة لأيجاد الحل الاساسي الابتدائي لمشكلة النقل وتكون هذه الطريقة من اربعة مراحل : [7][4]

المرحلة الاولى : قبل البدء بعملية ايجاد الحل الاساسي الابتدائي يجب موازنة نموذج مشكلة النقل حيث ان كمية الموارد المتاحة = كمية الطلب من جهات الطلب اي ان :

$$\sum_{i=1}^{m} S_i = \sum_{j=1}^{n} d_j$$

المرحلة الثانية : هي تحديد الصف او العمود الذي سيتم بدء التوزيع له وذلك عن طريق اخذ المتوسط بين اقل كلفتين لكل صف ولكل عمود ويتم تحديد المتوسط الاعلى بينهم[1] .

المرحلة الثالثة : بعد تحديد الصف (العمود) في المرحلة الثانية يتم تخصيص اقل كمية في المصادر او الطلب min(Si,dj) للخلية ذات الكلفة الاقل[2]

[1] اذا وجد اكثر من متوسط عالي يتم اختيار الصف او العمود ذا الكلفة الاقل

بعد التخصيص للخلية يجب ملاحظة ما يأتي :

A. اذا كان التخصيص (Xij =dj) فسيحذف العمود j وتكون Sij الجديدة هي (Sij – dij) ويستمر التخصيص حسب الكلف الاقل وعند اكمال التخصيص Xik في الصف i في الخلية (i ,k) نعيد خطوات التخصيص للأعمدة j وهكذا حتى توزيع جميع الكميات على الصفوف والاعمدة , ونفس الخطوات تطبق اذا كانت (Xij =Si)

B. اذا كان التخصيص يكون متساوي اي ان (Xij = dj = Si) فعندها نجد الخلية ذات الكلفة الاقل الاخرى من باقي الصفوف والاعمدة نخصص لها zero ونحذف الصف او العمود ونكمل التخصيصات حسب النقطة A

المرحلة الرابعة : يتم حساب الكلفة الكلية للنموذج حسب التخصيصات

5.الجانب التطبيقي

تم تطبيق طريقة **متوسط اقل كلفة (LCMM)** في الشركة العامة للمنتوجات الغذائية تتكون الشركة من عشرة مراكز للبيع موزعة في انحاء بغداد ويتم تجهيز هذه الاسواق من مستودعات مصانع الشركة وهي (مصنع الامين ، مصنع المأمون ، مصنع الرشيد)

(5-1) :المنتجات :

تنتج الشركة العديد من المنتجات التي يتم نقلها وتسويقها الى جهات الطلب (الاسواق) والجدول رقم (1) يبين المنتجات للشركة والكميات المتاحة في المستودعات (مصانع الشركة)

المنتج / المصنع	صابون سائل	صابون الغار	صابون التواليت	مسحوق الغسيل (سومر)	الزاهي	القاصر	المجموع
الامين	211000	375000	34000	80000	100000	80000	800000
المأمون			111000	131000	525000	133000	900000
الرشيد			35000	162000	125000		322000

جدول رقم (1) يوضح المنتجات والكمية المتاحة منها

(5-2) جهات الطلب (الاسواق)

ان الاسواق يتم تجهيزها حسب الطلب من المستودعات الخاصة بالشركة حيث يتم تصريف منتجات الشركة في 10 سوق موزعة في بغداد والجدول رقم (2) يوضح الاسواق وكمية الطلب على المنتجات جميعها

(5-3) كلف النقل

تم الحصول على الكلف الكلية لعملية نقل الكيلو غرام من المنتجات من المستودعات الى مراكز الطلب (الاسواق) والجدول رقم (2) يبين طلب الاسواق والكميات المتاحة في المصانع وكلفة نقل الوحدة الواحدة من المنتجات من المصانع الى الاسواق

وبعد موازنة جدول النقل حيث تم اضافة سوق جديد بطلب مقداره (527420) و حله حسب طريقة LCMM تم الحصول على النتائج حيث بلغت الكلفة الكلية لعملية النقل (10681263) دينار في حين كانت الكلفة الكلية للنقل في الشركة (15097196) والجدول رقم (2) يبين توزيع الكميات حسب توزيع النموذج

[2] اذا كانت أكثر من خلية ذات كلفة اقل فنحدد الخلية ذات الحد الاعلى للتخصيص فأذا كانت متساوية فيتم الاختيار بينهم عشوائيا

جدول رقم (2) يبين العرض والطلب وكلفة النقل وتوزيع المنتجات حسب طريقةLCMM

d_j / S_i	الرصافة	الاعظمية	الكرادة	الوكلاء	الكاظمية	الشعب	المستنصرية	القدس	الباع	السيدية	d 11	العرض
الامين	7	10 52622	10	7	11	9 87927	8 95284	8 36747	10	11	0 52 74 20	800000
المأمون	6 62210 0	9 34413	9 94931	6 42373	10 106183	9	8	8	11	11	0	900000
الرشيد	5	9	9	5 200828	10	10	8	9	9 24008	9 97164	0	322000
الطلب	62210 0	87035	94931	243201	106183	87927	95284	36747	24008	97164	52 74 20	2022000

d_j / S_i	الرصافة	الاعظمية	الكرادة	الوكلاء	الكاظمية	الشعب	المستنصرية	القدس	الباع	السيدية	d 11	العرض
الامين	7	10 286 14	10	7	11	9 879 27	8 9528 4	8 367 47	10 240 08	11	0 5274 20	80000 0
المأمون	6 6221 00	9 584 21	9 949 31	6 1836 5	10 106 183	9	8	8	11	11	0	90000 0
الرشيد	5	9	9	5 2248 36	10	10	8	9	9	9 971 64	0	32200 0
الطلب	6221 00	870 35	949 31	2432 01	106 183	879 27	9528 4	367 47	240 08	971 64	5274 20	20220 00

جدول رقم (3) توزيع المنتجات حسب طريقة MODI

6. امثليه النموذج

تم اختبار امثلية الحل لمشكلة النقل بأستخدام طريقة التوزيع المعدل (MODI) حيث بلغت كلفة النقل المثلى (10657255) دينار , وهذا يدل على ان الحل الاساسي الذي تم الحصول عليه هو قريب من الامثليه حيث بلغت الكلفة في الحل الاساسي الابتدائي (10681263)دينار والجدول رقم (3) يمثل توزيع المنتجات حسب طريقة (MODI)

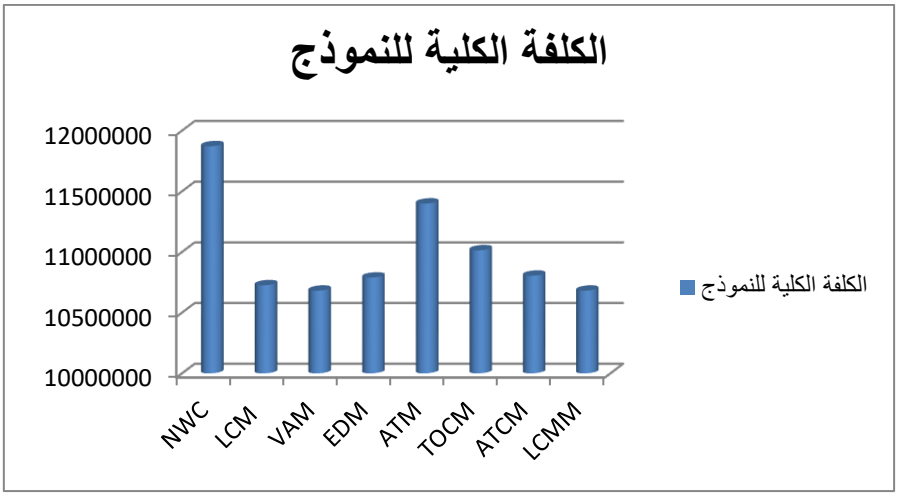
7. مقارنة النتائج

لبيان افضلية طريقة متوسط اقل كلفة LCMM في ايجاد الحل الاساسي الابتدائي المقبول IBFS لمشكلة النقل التي تم تطبيقها على الشركة العامة للمنتجات الغذائية تم حل النموذج بالطرائق المتبعة لأيجاد IBFS حيث اثبتت الطريقة كفاءتها في تقليل الكلفة ووضوح خطوات الحل وبساطتها وايجاد الحل الاساسي الابتدائي المقبول الذي قد يكون امثلا او قريب من الامثلية للمشكلة وفيما يلي نتائج الحل موضحة بجدول رقم (4)) الاتي :

ت	طريقة الحل لإيجاد IBFS	الكلفة الكلية للنموذج (دينار)
.1	الركن الشمالي الغربي NWC	11871813
.2	اقل كلفةLCM	10725805
.3	فوجل VAM	10681263
.4	الفروق المتطرفةEDM	10789286
.5	جدول التخصيص ATM	11399297
.6	مصفوفة الكلفة الاجمالية TOCM	11013954
.7	متوسط اقل كلفة ATCM	10804726
.8	متوسط اقل كلفة LCMM	10681263

جدول رقم (4) يبين الفرق في الكلفة حسب الطريقة

ونلاحظ ان حل الطريقة الجديدة يمتاز عن الطرائق الاخرى بسهولة خطواته لأيجاد الحل الاساسي المقبول , والرسم البياني الاتي يوضح الفرق اعلاه للكلف حسب الطريقة المستخدمة لأيجاد الحل الاساسي الابتدائي المقبول IBFS



شكل رقم (1) يوضح الفرق في الكلف حسب الطريقة

وبلغت النسبة المئوية لمدى انحراف الحل الاساسي عن الامثلية لطريقة متوسط اقل كلفة LCMM هي(0.23%) وهي نسبة منخفضة جدا وبلغت نسبة الانحراف لطريقة الركن الشمالي الغربي NWC (11.4%) ونسبة طريقة اقل كلفة LCM (0.64%) حيث تم استخدام معادلة نسبة الانحراف عن الحل الامثل P_D [4] والتي تساوي:

$$PD = \frac{IBFS - OPtimal\ Result}{OPtimal\ Result} * 100$$

حيث ان (optimal result) تمثل النتيجة الافضل من النتائج الموضحة في جدول رقم (4)

8. الاستنتاجات والتوصيات

1) ان استخدام الطريقة LCMM عمل على تقليل الكلفة لعملية النقل بشكل ملحوظ
2) تعمل الطريقة LCMM على تسهيل عملية توزيع الكميات بصورة قريبة من الحل الامثل وبعمليات حسابية اقل وبخطوات واضحة
3) تبين افضلية استخدام الطريقة من حيث النتائج المستحصل عليها وطريقة التوزيع حسب الموارد المتاحة وتلبية طلب الاسواق
4) استفادة الشركة من الطريقة المتبعة لتوزيع الكميات بصورة افضل واستغلال الموارد حسب الامكانيات المتاحة

9. المصادر

- Ahmed, M.M., Khan, A.R., Uddin, Md.S. and Ahmed,(2016), " A New Approach to Solve Transportation Problems ", Open Journal of Optimization,5,pp(22-30) .
- Asmaa ,Sulaiman ,(2019) ," Proposed methods for finding the basic acceptable solution for the transportation problems", Iraqi Journal of Statistical Science , pp(19- 30) .
- Dipti .Y , Rahul B, Singh R , Yogendra R. ,(2020) ,"A Comparative Analysis for the Solution of Transportation Model by Various Methods" , Journal of Xi'an University of Architecture & Technology ,ISSN(1006-7930) .
- Hossain, Md.M., Ahmed,M.M, (2020), "A Comparative Study of Initial Basic Feasible Solution by a Least Cost Mean Method (LCMM) of Transportation Problem" , American Journal of Operations Research, pp(122-131) .
- Hossain, Md.M., Ahmed,M.M., Islam, Md.A. and Ukil, S.I. ,(2020), "An Effective Approach to Determine an Initial Basic Feasible Solution: A TOCM-MEDM Approach " , Open Journal of Optimization, 9, pp(27-37) .
- Kasana, H.S. and Kumar, K.D.(2005), "Introductory Operations Research: Theory and Applications" ,Springer International Edition, New Delhi .
- Kirca, and Satir ,(1990), "A Heuristic for Obtaining an Initial Solution for the Transportation Problem" , Journal of the Operational Research Society , 41, pp (865-871) .
- Khan, A.R. , (2010) ," Analysis and Resolution of the Transportation Problem: An Algorithmic Approach" , M. Phil. Thesis, Jahangirnagar University, Savar .
- Priyanka, M. and Sushma, J,(2018) "Modified Form of Average Transportation Cost Method (ATCM)—An Efficient Method for Finding an Initial Basic Feasible Solution for Transportation Problem" , International Journal of Mathematics Trends and Technology, Vol (59), No(1), pp(1-3) .