بناء أنموذج رياضي لمشكلة النقل في ظل قيود ديناميكية الطلب مع تطبيق عملي

ا.م.د. عبد الجبار خضر بخيت/كلية الادارة والاقتصاد/جامعة بغداد
الباحث/زهراء قاسم هاشم/ كلية الادارة والاقتصاد/جامعة بغداد

المستخلص

في هذا البحث تم بناء أنموذج رياضي لمشكلة النقل لبيانات الشركة العامة لتجارة الحبوب تحت بيئة من الطلب المتغير و حالات عدم القدرة على تحديد الكميات المعروضة والكميات المطلوبة نتيجة لأسباب اقتصادية وتجارية ، كما عالج الأنموذج حالات الطوارئ التي تواجه الشركة من نقصان او عدم وصول كميات الحبوب للسايلوات وذلك بالاحتفاظ بخزين احتياطي عن طريق تقييد التدفق الكلي لكميات الحبوب الى مستوى معين ومحدد من قبل متخذي القرار، كما أخذت قدرات الجهة الناقلة للحبوب بنظر العناية وتم تحديد المواد المنقولة من السايلوات لتفادي حالات نقص وعدم القدرة على التجهيز . وقد اعتمد في الأنموذج الرياضي دالتي هدف : الاولى خطية لتقليل التكاليف الاجمالية لمشكلة النقل والثانية خطية كسرية تمثل نسبة المصروف العام للسايلوات الى الارباح الكلية ، ولحل الأنموذج الاصلي غير المتوازن للمشكلة قد صيغ أنموذج آخر متوازن ومكافئ . ولقد اثبتت النتائج كفاءة الأنموذج في عملية توزيع كميات الحبوب حيث تم تخفيض الكلفة الكلية لعملية النقل بنسبة (24%) مع ضمان وجود خزين احتياطي وتلبية طلب المطاحن حيث تم الاحتفاظ بكمية خزين تكفي لمدة شهر ونصف تقريبا وتم حل الأنموذج الرياضي لمشكلة النقل باستخدام برنامج (LINGO14.0) .

المصطلحات الرئيسية للبحث / مشكلة النقل المقيدة ، خطية زائدا خطية كسرية ،تدفق مقيد

*البحث مستل من رسالة ماجستير

مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية
العدد 91 المجلد ٢٢
الصفحات ٣٥٣-٣٦٦

(1) المقدمة

تعد مشكلة النقل من الاساليب الرياضية التي لها أهمية في عملية اتخاذ القرارات ، و اهتم الباحثون بدراسة و تطوير الأنموذج الرياضي لمشكلة النقل لما له من تطبيقات واسعة في مشاكل الحياة الاقتصادية والتجارية حيث يعالج الأنموذج مشكلة نقل الوحدات الإنتاجية المتجانسة من المصادر المختلفة (مصادر الإنتاج او التسويق) الى مراكز الطلب المختلفة (مراكز الاستهلاك أو الأسواق) و بأقل كلفة ممكنة أو بأقل وقت ممكن.

الهدف الرئيس والاساس لمشكلة النقل هو توفير خطة متكاملة لتوزيع البضائع (السلع) لتخفيض كلفة النقل الى اقل ما يمكن وتحقيق الطلب.

يعد نموذج مشكلة النقل تطبيقا لنموذج البرمجة الخطية وحالة من حالاتها حيث يتكون النموذج الخطي لمشكلة النقل من داله هدف تعمل على تقليل التكاليف الكلية ، لكن هناك بعض التكاليف التي يمكن ان تؤثر في عملية اتخاذ القرار وتوزيع البضائع بشكل مناسب والتي تغير من شكل دالة الهدف لمشكلة النقل . فعندما تكون دالة الهدف لمشكلة النقل هي عبارة عن نسبة لدالتين خطيتين حينها تدعى المشكلة بمشكلة النقل الخطية الكسرية . ان تحقيق الأمثلية لمشكلة النقل باستخدام البرمجة الخطية الكسرية هو عبارة عن وصف نوع من اجراءات قياس الكفاءة للنظام .

ان استخدام ودمج البرمجة الخطية والبرمجة الخطية الكسرية في مشكلة النقل هي حالة مهمة في عملية النقل اذ تعمل هذه التركيبة على دعم وتحسين القرار في اختيار المصدر لجهة الطلب الملائمة والتي تحقق الهدف .

هناك بعض الحالات العرضية التي ترافق مشكلة النقل من كلف اضافية مؤثرة وكميات طلب متغيرة حيث يصعب تحديد كمية طلب ثابتة نتيجة بعض الظروف المرتبطة بجهة الطلب وغيرها من الحالات والتي تتطلب بناء أنموذجا رياضيا اكثر واقعية وشمولية لاحتواء مثل هذه الحالات والعمل على حلها لما لها من تأثير في عملية توزيع ونقل البضائع وكذلك على التكاليف الكلية لمشكلة النقل .بمعنى اخر تؤثر في مشكلة النقل بشكل عام وعلى الأنموذج الرياضي بشكل خاص .

(2) مشكلة البحث

تعد الشركة العامة لتجارة الحبوب من اهم الشركات الخدمية في القطر لما تمثله من دور كبير في توفير ونقل المواد الغذائية للمواطنين ولاسيما الحبوب الذي يعد القوت الرئيس لهم، وتعاني الشركة من عدم الاستغلال الامثل لكميات الحبوب المتاحة في السايلوات وتوزيعها بشكل صحيح يضمن تقليل الكلفة الكلية ، حيث ان الاسلوب التقليدي المستخدم في عملية النقل غير كافي في احتواء جميع الامور المرافقة لعملية النقل مثل الارباح والمصروف العام المتعلق بالحبوب والتي لها تأثير في عملية اتخاذ القرار الامثل وتحديد جهة النقل ، لذلك نجد أن عملية بناء أنموذج رياضي اكثر كفاءة و واقعية اصبح امرا في غاية الاهمية لتطوير عملية النقل في الشركة.

(3) هدف البحث

يهدف البحث الى بناء أنموذج رياضي متكامل لتوفير خطة نقل لمادة الحنطة في الشركة العامة لتجارة الحبوب لفترة تمتد 12 شهراً بدالة هدف خطية تمثل التكاليف الكلية لعملية النقل زائدا خطية كسرية تمثل نسبة المصروف الكلي العام الى الارباح كما يهدف الأنموذج الى تقليل الكلف الكلية الى ادنى حد ممكن والى وضع خزين احتياطي وذلك بتقييد التدفق (تدفق كميات الحبوب من السايلوات الى المطاحن) الى مستوى معين ومحدد من قبل متخذي القرار في الشركة وذلك لمواجهة حالات الطوارئ .

(4) الجانب النظري

(4-1) البرمجة الخطية لمشكلة النقل [1][3][9]

المفتاح الرئيس لمشكلة النقل هو كيفية توزيع الموارد بين مختلف الأنشطة أو المشاريع بطريقة مثلى تحقق أقل تكلفة ممكنة . والبرمجة الخطية هي من الطرائق المثلى لتوزيع هذه الموارد وهي من اكثر الأدوات استعمالا في بحوث العمليات ويشير مصطلح البرمجة الخطية الى عملية التخطيط التي تعمل على توزيع الموارد، العمالة، والمواد ورأس المال والآلات بأفضل طريقة ممكنة للتقليل من التكاليف أو التعظيم من الأرباح .

يعد أسلوب النقل أحد أساليب البرمجة الخطية وحالة خاصة منها وتتم صياغة المشكلة بهدف أساسي هو تحديد عدد الوحدات المنقولة من المصادر الى مراكز الطلب بأقل كلفة .

(2-4) **البرمجة الخطية الكسرية لمشكلة النقل**[3][4][8][10]

مشكلة البرمجة الخطية الكسرية هي حالة خاصة من مشاكل البرمجة غير الخطية وتنشأ في حالات قياس الكفاءة لبعض الانشطة ، وتستخدم البرمجة الخطية الكسرية في كثير من المشاكل مع هدف واحد او اكثر مثل (الربح / الكلفة) ،(الكلفة الفعلية / القياسية)، (مخرجات/ الموظفين) . ويتم تطبيقها في مختلف التخصصات مثل الهندسة ، والاعمال التجارية، والمالية والاقتصادية و تدخل في مشاكل مهمة مثل تخطيط الانتاج ، والتخطيط المالي والشركات ، تخصيص الموارد ، مشكلة التحميل ومشكلة المخزون وغيرها من المشاكل الاخرى.

تعد مشكلة النقل الخطية الكسرية من المشاكل الخاصة للبرمجة الخطية الكسرية والتي تستخدم على نطاق واسع كمقاييس أداء وكفاءة لكثير من مشكلات الواقع الحقيقي مثل تحليل الجوانب المالية لشركات النقل والتعهد ، وحالات ادارة النقل عندما تواجه عقبة الحفاظ على نسب جيدة بين بعض المتغيرات المهمة والحاسمة والمعنية بنقل السلع من المصادر المختلفة الى جهات الطلب .

(3-4) **مشكلة النقل المقيدة**[5][7][11]

تتعامل مشكلة النقل الاعتيادية مع كيفية توزيع السلع المتجانسة من مختلف المصادر الى مختلف مراكز الطلب بطريقة تعمل على تقليل الكلفة الكلية ، ولكي يتم حل هذه المشكلة تكون متغيرات القرار كالسلع المتاحة في المصادر ومتطلبات مراكز الطلب ثابتة القيمة لكن في الحياة الواقعية هذا غير ممكن اي يكون هناك تفاوت في الكميات المتاحة والمطلوبة. ولذلك قد تظهر في مشكلة النقل حالات خاصة ففي بعض الأحيان يصعب تحديد كميات العرض والطلب بسبب تغير الأحوال الاقتصادية وتأثرها بالسوق اذ انه يلعب دورا مهما لضبط العلاقة بين العرض والطلب فقد يتغير طلب العملاء او قدرة المصادر او قد تكون هناك ندرة بالموارد او ندرة بالإمدادات . فيتم التحكم بعملية النقل وجعل هنالك حدود على المتاح الكلي في المصادر وعلى طلب مراكز الطلب لكي يتم تفادي حصول مشكلات النقص او العجز ومن ثم يتم توفير المتيسرات في المصادر المختلفة وتلبية احتياجات مراكز الطلب المختلفة .

هناك حالة اخرى من حالات مشكلة النقل هي مشكلة تحديد قدرة النقل والتي هي عبارة عن تحديد قدرة نقل كمية المواد من المصادر الى مراكز الطلب نظرا لقدرة الجهة الناقلة . وكما تظهر في بعض الاحيان حالات عندما يرغب البعض في حفظ مخزون احتياطي في المصادر لحالات الطوارئ ويتم ذلك عن طريق تحديد تدفق النقل الكلي (تدفق السلع) الى مستوى معين ومحدد من قبل صانعي القرار .

(4-4) **أنموذج مشكلة النقل الخطية زائدا خطية كسرية المقيدة مع التدفق المقيد** [6][7]

تتناول مشكلة النقل اضافة لتقليل الكلفة الكلية كلف اخرى اضافية مؤثرة في عملية النقل مثل الضرائب والمصروف العام وغيرها ان هذه الكلف تغير من بنية دالة الهدف لأنموذج النقل فهي ليست لتقليل الكلف فحسب وانما تأخذ وظيفة اخرى اضافية. وكما ذكرنا آنفاً ان البرمجة الخطية الكسرية تدخل في مشاكل النقل حيث تستخدم كمقياس للأداء والكفاءة وان استخدامها في مشكلة النقل مع البرمجة الخطية يكون اكثر واقعية واحتواء لهذه الكلف وعليه فأن أنموذج مشكلة النقل تتكون من دالتي هدف كما في المعادلة (1) .

وكما سيتم تحديد قيود للمصادر ومراكز الطلب بحدود عليا ودنيا كما موضح في المعادلتين (2), (3) الاتيتين وايضا تقييد قدرة النقل (عدد السلع المنقولة من المصادر الى مراكز الطلب) في المعادلة رقم (4) وسيتناول الأنموذج مشكلة التدفق المقيد لحالات الطوارئ حيث يتم تحديد تدفق السلع(P) (مجموع السلع المنقولة) كما في المعادلة رقم (5)الى مستوى معلوم من قبل متخذي القرار للأحتفاظ بخزين احتياطي، حيث تكون(P) اقل من مجموع المتاح والمطلوب ، وعليه وتحت هذه الشروط سيكون أنموذج النقل الخطي زائدا الخطي الكسري مع التدفق المقيد كالآتي :

$$\text{P1: } minZ = \sum_{i\in I}\sum_{j\in J} cij\ xij + \frac{\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} tij\ xij}{\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} rij\ xij} \qquad (1)$$

subject to:

$$ai \le xij \le Ai, \quad \forall\, i \in I \qquad (2)$$

$$bj \le xij \le Bj, \quad \forall\, j \in J \qquad (3)$$

$$(4) \quad lij \le xij \le uij \quad and\ integers \quad \forall i \in I,\ j \in J$$

$$\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} xij = p \qquad (5)$$

$$p < \min\left[\sum_{i\in I} Ai\ , \sum_{j\in J} Bj\right]$$

$$I = \{1, 2, \dots\dots, m\} \qquad J = \{1, 2, \dots\dots, n\}$$

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

rij = ربح الوحدة الواحدة المنقولة من المصدر i الى جهة الطلب j

tij = المصروف العام للوحدة الواحدة المنقولة من المصدر i الى جهة الطلب j

xij = عدد الكميات المنقولة من المصدر i الى جهة الطلب j

$aiAi$ =, الحدود على الكميات المتاحة في المصدر، Bj, bj =الحدودعلى الكميات المطلوبة في جهة الطلبj

lij, uij = الحد الاعلى والادنى للكميات المنقولة من المصدر i الى جهة الطلب j

p = هي قيد تدفق السلع من المصدر i الى جهة الطلب j و يحدده متخذي القرار .

ان تقييد مجموع التدفق الكلي للسلع يغير من بنية النموذج الرياضي كما في المعادلة (8) ادناه حيث ان $(\sum_{i\in I} \mathrm{Ai} - \mathrm{P})$ من الاحتياطات المصدرية يجب ان يبقى في المصادر المختلفة و$(\sum_{j\in J} \mathrm{Bj} - \mathrm{P})$ يجب ان يحتفظ بـه في مراكز الطلب المختلفة ، وهذا يؤدي الى اضافة مصدر اضافي ($\acute{A}m + 1$) لملء الطلب ومركز طلب اضافي($\acute{B}n + 1$)لاستلام الاحتياطات وبدون كلفة اضافية ، ومن ثم الاحتفاظ بخزين احتياطي قد تحقق ، ويتم تقييد الصف والعمود اللذين تمت اضافتهما كما في المعادلة رقم (7) .

الأنموذج الاتي أنموذج نقل غير متوازن ، ويتم موازنة الأنموذج السابق وحله ببناء أنموذج مكافئ وكالآتي:

$$\text{P'1: } minz = \sum_{i\in \acute{I}}\sum_{j\in \acute{J}} \acute{c}ij\ \acute{x}ij + \frac{\sum_{i\in \acute{I}}\sum_{j\in \acute{J}} \acute{t}ij\ \acute{x}ij}{\sum_{i\in \acute{I}}\sum_{j\in \acute{J}} \acute{r}ij\ \acute{x}ij} \qquad (6)$$

subject to:

$$\sum_{j\in \acute{J}} \acute{x}\,ij = \acute{A}i \quad \forall i \in I, \acute{} \quad \sum_{i\in \acute{I}} \acute{x}\,ij = \acute{B}j \quad \forall j \in j$$

$$0 \le \acute{x}m+1, j \le Bj - bj \quad \forall j \in J \qquad (7)$$

$$\left.\begin{array}{l} 0 \le \acute{x}i, n+1 \le Ai - ai \quad \forall i \in I \\ lij \le \acute{x}ij \le uij \quad \forall (i,j) \in I \times J \\ \acute{A}i = Ai \quad \forall i \in I\ , \acute{B}j = Bj \quad \forall j \in J \end{array}\right\} \acute{x}m+1, n+1 = 0$$

$$\left.\begin{array}{l} \acute{A}m+1 = \sum_{j\in J} Bj - P \\ \acute{B}n+1 = \sum_{i\in I} Ai - P \\ \acute{c}ij = cij \ \ ,\acute{r}ij = rij \ \ ,\acute{t}ij = tij \end{array}\right\} \qquad (8)$$

$$\acute{c}m+1, j = \acute{c}i, n+1 = \acute{r}m+1, j = \acute{r}i, n+1 = \acute{t}m+1, j = \acute{t}i, n+1 = 0$$

M is large positive number $\acute{c}m+1,n+1=\acute{r}m+1,n+1=\acute{t}m+1,n+1=M$,
$\acute{I}=\{1,2,\dots\dots,m,m+1\}$,$\acute{j}=\{1,2,\dots\dots,n,n+1\}$.

$\acute{c}ij$= كلفة نقل الوحدة الواحدة من المصدر i الى جهة الطلب j
$\acute{r}ij$ = ربح الوحدة الواحدة المنقولة من المصدر i الى جهة الطلب j
$\acute{t}ij$ = المصروف العام للوحدة الواحدة المنقولة من المصدر i الى جهة الطلب j
$\acute{x}ij$ = عدد الكميات المنقولة من المصدر i الى جهة الطلب j
$Bj-bj$, = الحد الاعلى للكميات المنقولة (للصف المضاف) من المصدر i الى جهة الطلب j
$Ai-ai$=الحد الاعلى للكميات المنقولة (للعمود المضاف) من المصدر i الى جهة الطلب j.
$\acute{I}=\{1,2,\dots\dots,m,m+1\}$,$\acute{j}=\{1,2,\dots\dots,n,n+1\}$.

(5) الجانب التطبيقي

(5-1) مقدمة

تم اختيار الشركة العامة لتجارة الحبوب مكانا للتطبيق ، والحصول على بيانات سنة ٢٠١٤ و سيتم اعداد خطة شهرية لعملية نقل كميات الحبوب لمدة سنة كاملة (١٢ شهرا) من السايلوات الى المطاحن وذلك لغرض تحسين عملية النقل للشركة وتلبية الطلب المتغير شهريا

(5-2) وصف الأنموذج الرياضي :

الأنموذج الرئيس هو أنموذج رياضي لمشكلة النقل والذي يتألف من دالتي هدف خطية والمتمثلة بكلفة النقل لمادة الحنطة زائدا دالة هدف خطية كسرية والتي تمثل نسبة المصروف العام والمتضمن مصروف المستلزمات الخدمية والسلعية والرواتب والمصاريف الاخرى للسايلوات الى الارباح من خلال مبيعات النخالة. وكما يتم تقييد كميات الحبوب المتاحة والمطلوبة والمنقولة من السايلو الى المطحنة وتوفير خزين احتياطي في السايلوات لحالات الطوارئ .

(5-3) البيانات

ومن خلال الزيارات المتكررة للشركة العامة لتجارة الحبوب ومقابلة المسؤولين في دائرة التخطيط والمتابعة ومديري قسم التسويق وقسم التكاليف في الدائرة المالية للشركة تم الحصول على المعلومات الاتية الخاصة بأنموذج البحث :

١. **كلف النقل**[1] : يبين الجدول رقم (1) كلفة نقل الطن الواحد من الحبوب .

مطحنة/سايلو	التاجي	الرصافة	الدورة	خان ضاري	خان بني سعد	مطحنة/سايلو	التاجي	الرصافة	الدورة	خان ضاري	خان بني سعد
النصر	3	1.56	1.14	3.54	3.3	بغداد	4.26	0.06	2.52	4.98	3.78
النهرين	3	1.56	1.08	3.54	2.4	الراضي	3	1.56	1.14	3.42	3.3
الصباح	4.26	0.12	2.52	4.92	3.78	الهلال	3	1.56	1.08	3.42	2.4
السرور/العراق	2.7	2.58	1.44	3.42	1.56	الراية	4.26	0.12	2.46	4.92	4.68
العزاوي	2.7	2.4	1.8	3.42	1.56	الأسراء	3.6	2.16	1.86	4.32	3.12
شط العرب	2.7	2.58	1.44	3.42	1.56	حطين	3.6	1.8	1.8	4.26	3.12
خيرات الزوراء	3	1.56	1.08	3.42	2.4	الكوثر	2.7	2.7	1.8	3.42	1.56
العزة/المهدي	2.4	2.28	0.3	2.1	2.4	الناصر	4.26	0.06	2.52	4.98	3.78
الهادي	2.7	2.4	1.44	3.54	1.68	الصديق العراقي	3	1.56	1.08	3.42	2.4

[1] يتم احتساب كلفة النقل حسب المعادلة التالية : (60 دينار للكيلو متر*المسافة بين السايلو والمطحنة بالكيلومتر)

العطيفية	1.62	2.76	4.92	1.02	1.98	2.16	الأيمان	2.88	3	0.72	2.64	3.12
الحلبي	0.12	4.14	4.86	2.52	3.54	3.18	الفجر	3.72	4.14	1.44	3.06	3.96
الفلاح	3.12	4.86	4.92	1.5	0.78	3.96	الذهب الاسود	2.88	3	0.6	2.76	3.12
الخنساء		4.92	4.98	2.76	0.06	4.62	الكرخ	3.72	4.14	1.44	3.06	3.96
الورد	1.8	4.14	4.98	1.8	2.94	1.74	الأهرام	2.88	3	0.6	2.76	3.12
الرياض	3.54	4.98	4.98	2.76	0.12	4.32	خالد	2.88	3.24	0.72	2.64	3.12
النور	1.44	3.84	4.98	1.26	1.62	2.64	الوادي/الامين	2.88	3	0.72	2.76	3.12
السلامة	1.8	2.64	4.98	1.02	2.16	1.92	النسر	2.88	3.24	0.72	2.76	3.12
المنصور	1.8	2.64	4.98	1.02	2.16	1.92	الشرقي	1.44	3.84	1.26	1.62	2.52
الشرق	1.8	2.76	4.98	1.02	2.16	2.16	الدورة الحكومية	2.52	2.46	0.06	2.76	2.7
الجميلة	1.74	2.64	4.98	1.5	2.52	1.68	التاجي الحكومية	0.06	4.26	2.52	3.54	3.18
الزهاء	3.54	4.98	4.98	2.58	0.18	4.32	المقداد الحكومية	3.18	3.78	2.7	4.32	0.06
المدينة المنورة	3.54	4.92	4.98	2.58	0.12	4.32	الرصافةالحكومية	4.14	0.06	2.46	4.92	3.78

٢.**ربح الطن الواحد من الحنطة** : الشركة العامة لتجارة الحبوب هي مؤسسة خدمية ومن ثم تكون ارباحها محدودة ويكون مصدر ربحها هو مادة (النخالة) بعد عملية غربلة الحنطة حيث يتم حساب الطن الواحد من النخالة بسعر (350) الف دينار[٢] علما ان كمية النخالة في الحبوب تكون بنسبة 20% والجدول رقم (2) يبين الارباح للطن الواحد من الحبوب .

مطاحن/سايلو	التاجي	الرصافة	الدورة	خان ضاري	خان بني سعد	مطاحن/سايلو	التاجي	الرصافة	الدورة	خان ضاري	خان بني سعد
النصر	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الورد	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
النهرين	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الرياض	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الصباح	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	النور	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
السرور/العراق	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	السلامة	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
العزاوي	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	المنصور	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
شط العرب	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الشرق	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
خيرات الزورا	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	جميلة	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
العزة/المهدي	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الزهاء	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الهادي	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	المدينة المنورة	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
بغداد	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الايمان	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الراضي	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الفجر	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الهلال	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الذهب الاسود	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الراية	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الكرخ	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الاسراء	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الاهرام	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
حطين	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	خالد	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الكوثر	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الوادي الامين	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الناصر	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	النسر	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
الدقيق العراقي	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الشرقي	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
العطيفية	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الدورة الحكومية	70	70	70	70	70
الحلبي	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	التاجي الحكومية	70	70	70	70	70
الفلاح	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	المقداد الحكومية	70	70	70	70	70
الخنساء	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	الرصافة الحكومية	70	70	70	70	70

[٢] يتم حساب الارباح بالنسبة للمطاحن الاهلية بنسبة 13% .

٣. **اجمالي المصاريف** : يتكون المصروف الاجمالي العام من حساب مصاريف السايلوات الشهرية من مواد اولية و حساب المستلزمات السلعية من زيوت ومياه وكهرباء وحساب المستلزمات الخدمية من صيانة مباني وآلات وصيانة وسائط نقل وانتقال ويأتي .

جدول رقم (3) يبين المصروف العام

مطاحن/سايلو	التاجي	الرصافة	الدورة	خان ضاري	خان بني سعد	مطاحن/سايلو	التاجي	الرصافة	الدورة	خان ضاري	خان بني سعد
النصر	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الورد	12	3.989	9.9	2.4	5.7
النهرين	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الرياض	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الصباح	12	3.989	9.9	2.4	5.7	النور	12	3.989	9.9	2.4	5.7
السرور/العراق	12	3.989	9.9	2.4	5.7	السلامة	12	3.989	9.9	2.4	5.7
العزاوي	12	3.989	9.9	2.4	5.7	المنصور	12	3.989	9.9	2.4	5.7
شط العرب	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الشرق	12	3.989	9.9	2.4	5.7
خيرات الزورا	12	3.989	9.9	2.4	5.7	جميلة	12	3.989	9.9	2.4	5.7
العزة/المهدي	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الزهاء	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الهادي	12	3.989	9.9	2.4	5.7	المدينة المنورة	12	3.989	9.9	2.4	5.7
بغداد	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الايمان	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الراضي	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الفجر	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الهلال	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الذهب الاسود	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الراية	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الكرخ	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الاسراء	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الاهرام	12	3.989	9.9	2.4	5.7
حطين	12	3.989	9.9	2.4	5.7	خالد	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الكوثر	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الوادي الامين	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الناصر	12	3.989	9.9	2.4	5.7	النسر	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الدقيق العراقي	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الشرقي	12	3.989	9.9	2.4	5.7
العطيفية	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الدورة الحكومية	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الحلبي	12	3.989	9.9	2.4	5.7	التاجي الحكومية	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الفلاح	12	3.989	9.9	2.4	5.7	المقداد الحكومية	12	3.989	9.9	2.4	5.7
الخنساء	12	3.989	9.9	2.4	5.7	الرصافةالحكومية	12	3.989	9.9	2.4	5.7

(4-5) **حل الأنموذج الرياضي لمشكلة النقل المقيدة مع التدفق المقيد** :

تتكون الشركة العامة لتجارة الحبوب من 5 سايلوات و44 مطحنة وفيما يأتي توضيح للأنموذج الرياضي في ظل البيانات المذكورة مسبقا حيث تكون المعادلة رقم (1) كالاتي :

$$P1: Minz = \sum_{i\in I}\sum_{j\in J} cij\ xij + \frac{\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} tij\ xij}{\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} rij\ xij} \qquad (1)$$

$$\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} rij\ xij\ > 0$$

I= {1,……,5}

J={1,2,3,……,44}

قيد الكميات المتاحة في السايلوات i,

$$ai \le \sum_{j=1}^{44} xij \le Ai \quad i \in \text{I= \{1,……,5\}} \quad .(2)$$

قيد الكميات المطلوبة في المطاحن j

$$bj \le \sum_{i=1}^{5} xij \le Bj \quad j \in \text{J=\{1,2,3,……,44\}} \quad (3)$$

قيد التدفق (تدفق الحبوب)

$$\sum_{i=1}^{5}\sum_{j=1}^{44} xij = P \qquad (5)$$

$$P\left(< \min\left(\sum_{i=1}^{5} Ai \, , \sum_{j=1}^{44} Bj \right)\right)$$

$$P\left(< \min(130025 \, , 61359)\right)$$

اي ان

قيد الكميات المنقولة من السايلوi الى المطحنة ,j(معادلة (4))

$$lij \leq Xij \leq uij$$

ان مستوى تدفق الحبوب من السايلوات الى المطاحن وهو P مقيد الى مستوى معين من قبل الشركة العامة لتجارة الحبوب لضمان خزين احتياطي يكفي لتلبية طلب شهر ونصف تقريبا حيث :

$$P = 52165$$

ومن ثم فأن الخزين الاحتياطي وبحسب المعادلة (8) والذي يمثل $B45$ يبلغ

$$B45 = 77860$$

وايضا حسب المعادلة (8) فأن

$$A6 = 9194$$

(5-5) النتائج الحسابية

بعد بناء الأنموذج الرياضي للمشكلة وموازنته ببناء نموذج مكافئ له وتطبيق بيانات الشركة العامة لتجارة الحبوب تم ادخال النموذج المكافئ وحله باستخدام برنامج (LINGO 14.0) ، حيث اظهرت النتائج ان التكلفة الاجمالية لعملية النقل في شهر كانون الثاني بلغت (97307040) دينار في حين بلغت الارباح من بيع النخالة (996797200) دينار ومجموع المصاريف الاجمالية (300678100) دينار وفيما يأتي الجدول رقم (4) يبين نتائج بيانات شهر واحد من اشهر السنة وهو شهر كانون الثاني حيث تم توزيع كميات الحبوب على ٤٤ مطحنه من ٥ سايلوات.

جدول رقم (4) يبين نتائج الحل وتوزيع كميات الحبوب (بالطن)على المطاحن لشهر كانون الثاني

مطحنة / سايلو	النصر	النهرين	الصباح	السرور / العراق	العزاوي	شـــط العرب	خيـرات الزوراء	العـــزة /المهدي	الهادي	بغداد	الراضي	الهلال	الراية	الاسراء	حطين
التاجي	33	29	36	19	25	46	29	26	33	120	47	58	96	43	0
الرصافة	927	662	994	47	61	116	662	66	81	1600	530	662	1325	497	1192
الدورة	0	198	0	0	0	0	0	0	0	108	23	29	48	127	185
خـــــان ضاري	65	58	154	541	718	101	256	817	944	119	207	198	96	43	43
خان بني سعد	27	24	30	16	20	39	24	21	27	50	19	24	40	18	36
A6	32	62	335	410	725	1247	62	0	981	69	0	62	461	47	403
المجموع bj	1084	1033	1549	1033	1549	1549	1033	930	2066	2066	826	1033	2066	775	1859
مطحنة / سايلو	الكوثر	الناصر	الـدقيق العراقي	العطيفية	الحلبي	الفلاح	الخنساء	الورد	الرياض	النور	السلامة	المنصور	الشرق	جميلة	الزهاء
التاجي	318	0	0	396	212	276	227	331	215	414	331	331	371	437	58
الرصافة	32	1325	2256	36	24	184	19	24	19	26	19	18	21	24	36
الدورة	38	509	43	173	274	431	212	29	22	31	22	249	144	107	87
خـــــان ضاري	656	58	42	817	437	28	300	437	437	546	437	331	281	331	497

خان بني سعد	218	49	35	36	24	23	19	150	56	78	56	55	61	72	109
A6	287	125	0	473	62	401	49	62	284	196	168	49	0	62	669
المجموع bj	1549	2066	2376	1931	1033	1343	826	1033	1033	1291	1033	1033	878	1033	1456
مطحنة سايلو	المدينة المنورة	الايمان	الفجر	الذهب الاسود	الكرخ	الاهرام	خالد	الوادي الامين	النسر	الشرقي	الدورة الحكومية	التاجي الحكومية	المقداد الحكومية	الرصافة الحكومية	B45	المجموع ai
التاجي	656	213	254	213	32	212	106	33	242	381	374	381	43	55	6599	14351
الرصافة	36	24	29	24	14	24	12	28	43	43	223	46	36	2566	17478	34111
الدورة	158	331	398	331	33	331	166	497	662	596	662	596	87	339	8908	17184
خان ضاري	497	331	397	331	248	331	165	497	662	596	662	596	389	0	32374	48071
خان بني سعد	109	72	87	72	40	73	36	83	130	131	145	240	994	139	12501	16308
A6	93	62	74	62	177	62	31	411	327	112	0	0	0	0	0	9194
المجموع bj	1549	1033	1239	1033	544	1033	516	1549	2066	1859	2066	1859	1549	3099	77860	139219

بعد تطبيق بيانات الاشهر الباقية وظهور نتائجها تم اعداد الجدول رقم (5) لبيان الفرق الواضح للكلفة بين كلفة الشركة العامة لتجارة الحبوب وبين الكلفة الناتجة من استخدام النموذج بدالة الهدف الخطية زائدا الخطية الكسرية لسنة 2014 .[٣]

جدول رقم (5) يوضح الكلفة الكلية للشركة والكلفة الكلية للنموذج بدالة هدف خطية زائدا خطية كسرية

	الكلفة الكلية للشركة	الكلفة الكلية للنموذج
كانون ٢	128451.8	97307.04
شباط	113800.1	97282.98
آذار	109335.2	97334.52
نيسان	161271	97199.46
مايس	100608.1	97390.92
حزيران	104538.1	101591.2
تموز	106566.72	102298.4
آب	99117.54	94613.04
ايلول	97882.66	96961.56
تشرين ١	107394.2	96532.62
تشرين٢	122137.2	97293.12
كانون١	123694.4	98873.46

ويبين الجدول رقم (6) المصروف الكلي العام للشركة والمصروف العام الكلي للنموذج لسنة 2014 حيث يكون واضحا مدى تقليل النموذج للمصروف العام .

[٣] تضرب الكلفة الاجمالية والأرباح والمصاريف ب 1000دينار

جدول رقم (6) يوضح المصروف العام للشركة وللأنموذج لسنة كاملة

	المصروف العام للشركة	المصروف العام للنموذج
كانون ٢	443617.9	300678.1
شباط	426461.6	301029.3
آذار	429581	300724.2
نيسان	431122.7	301027.7
مايس	442769.8	301388.4
حزيران	472765.1	299831.2
تموز	426886.9	299209.9
آب	426750.3	299912.2
ايلول	426868.8	301253.4
تشرين ١	479610.1	301037.3
تشرين٢	487371.4	300972.1
كانون١	437965.9	300184.0

ويظهر الجدول رقم (7) الفرق في الربح بين الشركة وبين للنموذج لسنة 2014 .

جدول رقم (7) يوضح الربح للشركة وللأنموذج لسنة كاملة

	ربح الشركة	ربح الأنموذج
كانون ٢	925018.5	996797.2
شباط	974778	1019269
آذار	945464.1	1017686
نيسان	949321.8	1015737
مايس	934791.9	1046187
حزيران	988895.6	1015372
تموز	867090	1123652
آب	895743.1	965311.9
ايلول	875350	1026821
تشرين ١	962079.3	1019696
تشرين٢	923821.5	1044482
كانون١	947175.6	1060742

(6) الاستنتاجات

١.اثبتت النتائج واقعية الأنموذج الرياضي ومرونته في معالجة حالات الطوارئ والتحكم بما هو متاح لتوفير خزين احتياطي في السايلوات لتلبية الطلب المتغير شهريا للمطاحن حيث بلغت كمية الاحتياطي المخزون ما تكفي لتلبية طلب شهر ونصف تقريبا، كذلك اظهرت النتائج كفاءته مقارنة بالنماذج الاعتيادية لتعامله مع مشكلة تقييد قدرة النقل وتم توزيع الحبوب على وفق هذه القيود وتلبية طلب المطاحن .

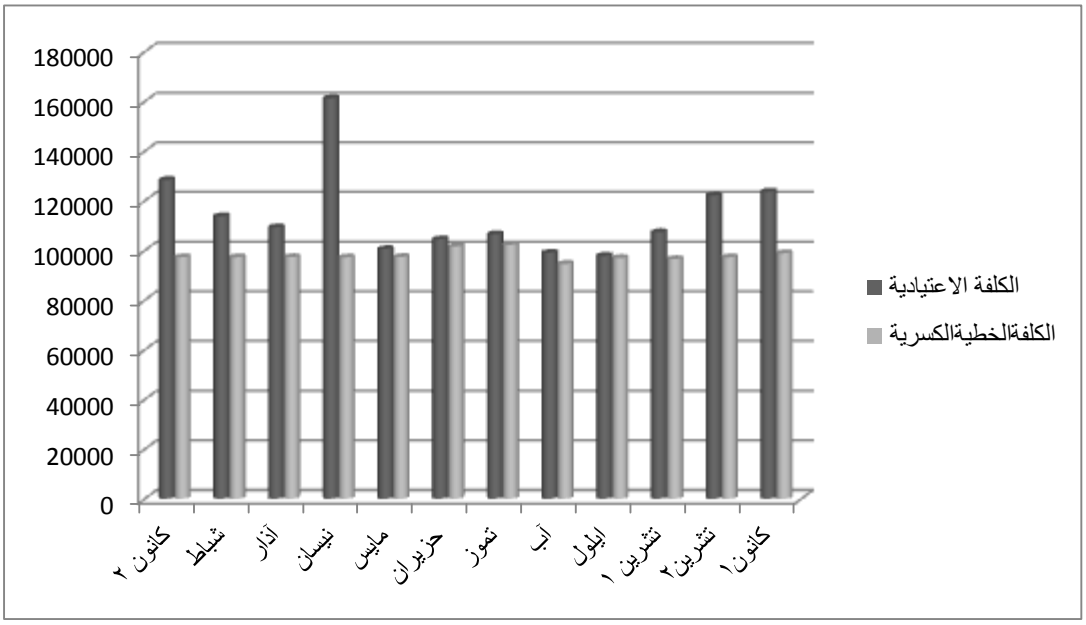
٢.اظهر الأنموذج قدرته على خفض الكلفة الاجمالية لعملية النقل لشهر كانون الثاني بنسبة (24%) مقارنة بكلفة النقل للشركة ويبين الشكل رقم (1) الفرق بين الكلفة الكلية لسنة كاملة للأنموذج بدالة الهدف الخطية زائدا الخطية الكسرية التي تم الحصول عليها وبين الكلفة الاعتيادية بحسب توزيع الشركة حيث يكون الفرق واضحا في قدرة الأنموذج لتخفيض الكلفة الكلية للنقل .

٣. وتبلغ نسبة تقليل المصروف الكلي لشهر كانون الثاني (32%) و الشكل رقم (3) يوضح الفرق بين المصاريف الكلية خلال سنة كاملة للشركة وللنموذج .

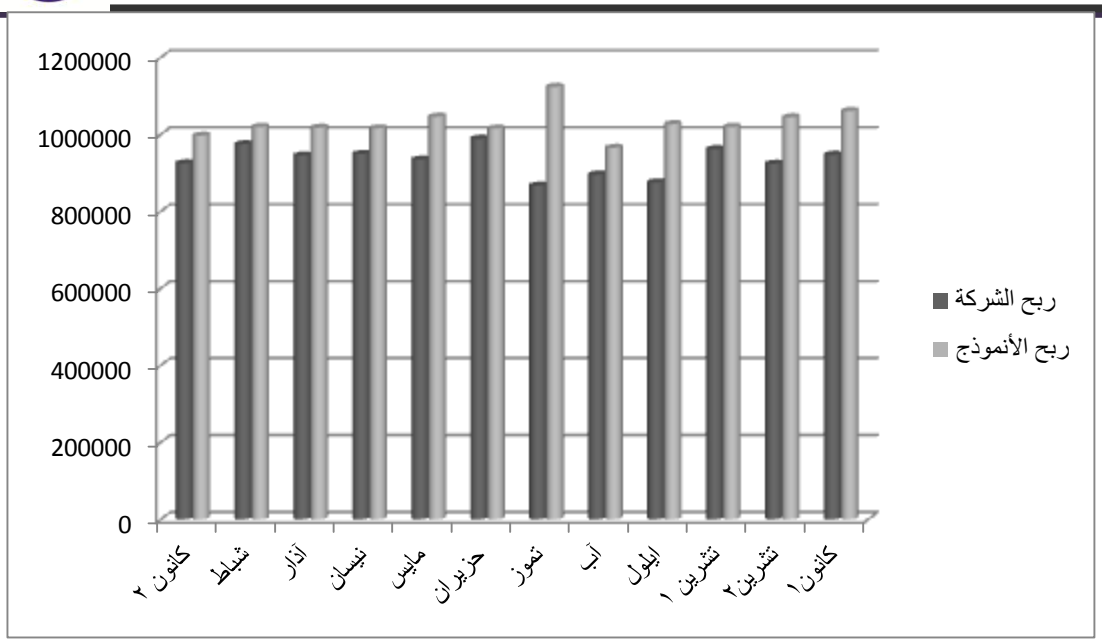
٤.في حين بلغت نسبة الارباح (7%) والشكل رقم (2) يوضح مدى فعالية النموذج في ارتفاع نسبة الارباح مقارنة بأرباح الشركة .

٥.من خلال ما تقدم نستنتج ان استخدام البرمجة الخطية الكسرية في نموذج مشكلة النقل لها اثر كبير في تحسين عملية النقل، اذ تعد من الاساليب المهمة في المشاكل الاقتصادية والكفوءة في قياس أداء النظام ، حيث عملت على تحسين مستوى الارباح فضلا عن تقليل المصروف العام .

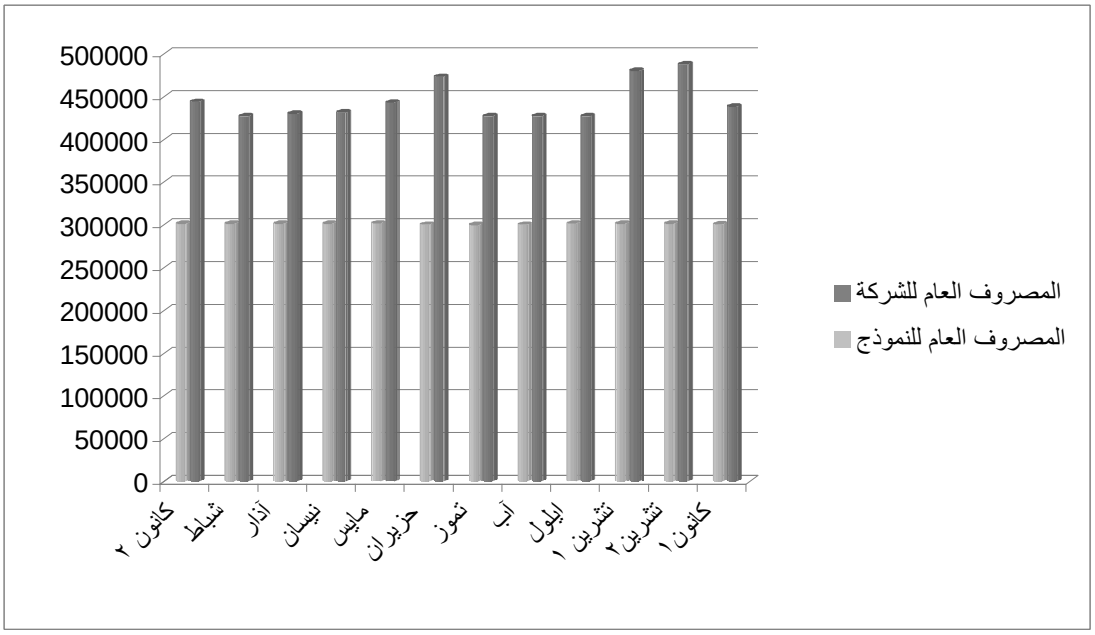
الشكل رقم (1)يبين الفرق بين الكلفة الإجمالية للشركة والكلفة الخطية زائدا الخطية الكسرية للأنموذج



الشكل رقم (2) يوضح الربح للشركة والربح للنموذج


1200000
1000000
800000
600000
400000
200000
0
كانون ٢
شباط
آذار
نيسان
مايس
حزيران
تموز
آب
ايلول
تشرين ١
تشرين٢
كانون١
ربح الشركة
ربح الأنموذج

الشكل رقم (3) يبين المصروف العام للشركة وللنموذج



(7) المصادر

[1] باشيوة، حسن عبد الله، "بحوث العمليات"، دار اليازوري العملية للنشر والتوزيع، عمان-الاردن، الطبعة العربية، ٢٠١١ .

[2]Archana Khurana , S. R. Arora, " The Sum of a linear and a linear fractional transportation problem with restricted and enhanced flow " Journal of Interdisciplinary Mathematics, Vol. 9, No. 2, pp. (373–383),2006 .

[3] E.B.Bajalinov , " Linear Fractional programming : Theory , Methods , Applications and Software" , Kluwer Academic publishers , Boston , 2003.

[4] Frederick S. Hillier and Gerald. J. Liberman , "Introduction to Operation Research", GRAW-Hill , (7thed),(2001) .

[5] H. A. Taha ,"Operations Research: An Introduction" , Pearson Education ,Inc., Eighth Edition , 2007 .

[6] Kavita Gupta , S.R.Arora ," Restricted Flow In A Non Linear Capacitated Transportation Problem With Bounds on Rim Conditions" with bounds on rim conditions " European Journal of Operational Research 178 ,pp(718–737) , 2007.

[7] Kalpana Dahiya, Vanita Verma ," Capacitated Transportation problem with bounds on rim conditions " European Journal of Operational Research 178 ,pp (718–737) , 2007.

[8] Kavita Gupta , Shri Ram Arora, " Linear Plus Linear Fractional Capacitated Transportation Problem with Restricted Flow " American Journal of Operations Research, vol 3,pp(581-588) ,2013 .

[9] Kavita Gupta , S.R. Arora, " Paradox in a Fractional Capacitated Transportation problem" International Journal of Research in IT, Management and Engineering, Volume2, Issue3.

[10]S. Misra, and C. Das, " Solid Transportation problem with lower and upper bound on the rim condition –a note " NZOR, Vol 9, NO2, 1981.

[11] Vishwas Deep Joshi , Nilama Gupta, "Linear fractional transportation problem with varying demand and supply " le matematiche ,pp(3-12),2011 .

Building a mathematical model of the transportation problem under the dynamics of demand restrictions with practical application

Abstract

In this research we built a mathematical model of the transportation problem for data of General Company for Grain Under the environment of variable demand ,and situations of incapableness to determining the supply required quantities as a result of economic and commercial reasons, also restrict flow of grain amounts was specified to a known level by the decision makers to ensure that the stock of reserves for emergency situations that face the company from decrease, or non-arrival of the amount of grain to silos , also it took the capabilities of the tanker into consideration and the grain have been restricted to avoid shortages and lack of processing capability, Function has been adopted in the mathematical model goal is a total of two functions: the first linear to reduce the overall costs of the transportation problem And the second linear fractional represent the proportion of public expenditure for the silos to college profits .a balanced model and equivalent to model the original problem has been formulated . The results proved the efficiency of the model in the distribution of the amount of grain where the total cost was reduced to (24%) with ensuring the existence of reserve stocks and meet the demand of mills.where the reserve stocks sufficed nearly to a month and half , the mathematical model was solved by using advanced software(LINGO14.0).

Keywords\Transportation Problem; Linear Plus Linear Fractional; Restricted Flow ,program(LINGO14.0).