النقل الضبابي المقيد متعدد الاهداف مع قيود مختلطة باستخدام دوال انتماء مختلفة

م.م. علاء شنيشل جيتر/ الجامعة المستنصرية / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

تاريخ التقديم:2018/5/3
تاريخ القبول:2018/6/13

المستخلص

في هذا البحث صيغت مشكلة نقل متعدد اهداف مع قيود مختلطة لأيجاد الحل الامثل وتم تطبيق النهج الضبابي لنموذج النقل متعدد الاهداف Fuzzy Multi Objective) Transportation Problem (FMOTP)) حيث يوجد ثلاث اهداف لتقليل الكلف الى الحد الادنى وهي كلفة النقل، الكلفة الادارية و كلفة الضوائع (تمثل رسوم الضرر غير المتعمد للمنتج) وتم استخدام ثلاثة اشكال من دوال الانتماء وهي الدالة الانتماء الخطية الضبابية (Linear membership function) والدالة الاسية الضبابية (Exponential membership function) ودالة مثلثية ضبابية (Hyperbolic membership function) . حيث تم استخدام النموذج المقترح في الشركة العامة لتصنيع الحبوب لتقليل كلف النقل الى الحد الادنى وايجاد افضل خطة لنقل المنتوج وفق القيود المفروضة على النموذج.

المصطلحات الرئيسة للبحث/ مشكلة نقل مقيدة ، مقارنة الحلول ،برمجة اهداف متعددة ضبابية ، قيود مختلطة.

(1)المقدمة

في السوق التنافسية اليوم ، اصبح الضغط على الشركات او المنظمات الاقتصادية للعثور على أفضل الطرق ولتقديم افضل خدمة للعملاء . والتي تتلخص في كيف ومتى يتم إرسال المنتجات إلى العملاء (الكميات المناسبة والوقت المثالي) ووفق اقل الكلف. حيث توفر نماذج النقل إطارًا قويًا لمواجهة مثل هذا التحدي. من خلال ضمان حركة فعالة لتوافر المواد الخام والسلع تامة الصنع في الوقت المناسب لتلبية متطلبات العملاء .

تم تطوير مشكلة النقل الأساسية في الأصل من قبل Hitchcock, [iii]. من خلال نمذجة مشاكل النقل كمشكلة برمجة خطية قياسية ، والتي يمكن بعد ذلك حلها بطريقة سيمبلكس. كذلك يمكن الحصول على حل لمشكلة النقل باستخدام قاعدة الزاوية الشمالية الغربية (NWC) ، او باستخدام الحد الأدنى للصف و الحد الأدنى للعمود ، (أقل تكلفة) أو طريقة تقريب vogel. والتي تعد هذه الطريقة من الطرق المهمة لإيجاد الحلول المثلى.

في مشاكل النقل التقليدية يفترض أن صانع القرار متأكد من قيم النقل هي قيم دقيقة ، مثل التكلفة وتوافر العرض او طلب المنتج.

لكن في تطبيقات العالم الحقيقي ، كل معالم مشاكل النقل قد لا يكون معروفا على وجه التحديد بسبب عوامل لا يمكن التحكم فيها. هذا النوع من البيانات غير الدقيقة لا يتم تمثيله بشكل جيد دائمًا. والتي يكون فيها المتغير العشوائي المحدد يتبع توزيع احتمالي معين. وعليه تكون البيانات المتوفرة تتمثل برقم ضبابي. لذا يكون اتخاذ القرار غير واضح.

أظهر Zimmermann [xii] أن الحلول التي يتم الحصول عليها عن طريق البرمجة الخطية الضبابية هي دائما فعالة. لاحقاً تطورت البرمجة الخطية الضبابية إلى عدة طرق ضبابية لأيجاد الحل الامثل لمشكلة النقل.

في هذا البحث استخدمت البرمجة الخطية الضبابية، البرمجة الاسية الضبابية والبرمجة المثلثية الضبابية في المعالجة. ان منهجية وهيكلية البحث هي كالاتي:

اولاً: مرجع تاريخي لمفهوم البرمجة الرياضية الضبابية والجانب النظري الذي يتضمن النموذج الرياضي لمسألة النقل المتعدد مع قيود مختلطة واجراءات حل النموذج .

ثانياً: الجانب التطبيقي ويتضمن تطبيق النموذج الرياضي في الشركة العامة لتصنيع الحبوب والحصول على النتائج.

ثالثاً: مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها من خلال الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل اليها من خلال هذا البحث.

(2) هدف البحث

يقدم البحث حل البرمجة الضبابية متعدد الاهداف مع ثلاثة أشكال مختلفة من دوال الانتماء وهي الخطية والأسية والمثلثية لتحديد الحل الوسط الأمثل لمشكلة النقل متعددة الاهداف مع قيود مختلطة (MOCTP). تم تلخيص الحلول التي تم الحصول عليها في الجدول (5) . كذلك بالإمكان استخدام برنامج Lingo لحل النموذج. تم تطبيق هذا النموذج في الشركة العامة لصناعة الحبوب لتقليل التكاليف للحد الادنى للشركة من خلال بناء انموذج رياضي متعدد الاهداف.

(3) الدراسات السابقة

مشكلة النقل (TP) تتعامل مع موقف يتم فيه نقل منتج واحد من عدة مصادر (وتسمى أيضا مراكز المنشأ أو الإمداد أو السعة) إلى عدة أحواض (تسمى أيضًا مراكز الوجهة أو الطلب أو المتطلبات).طور (1941) Hitchcock (iii) مشكلة النقل الأساسية. تم تركيزه على مشاكل النقل (TP) مع قيود المساواة مثل نهج البرمجة الضبابية مع دالة انتماء خطية .تم تطبيق الدالة بواسطة (Bit et al.) 1992) (i) لحل مشكلة النقل متعددة الاهداف، أن عمليه صنع القرار بوجود الاهداف المتعددة من الموضوعات المهمة والحيوية في مجالات تطبيقات البحوث العمليات والهندسة وعلم الاقتصاد وعلم الادارة والانتاج . حيث قدم (Edgeworth) اول مقترح لتحقيق الامثليه المتعددة الاهداف وغير هذا المقترح المفاهيم التقليدية للامثلية فبدلاً من تحقيق الامثلية لهدف واحد اصبح تحقيق الامثلية لاكثر من هدف من خلال ايجاد افضل المبادلات بين الاهداف المتعددة . قدم العالم (Zadeh) (xi) في العام (1965) "نظريه المجموعات الضبابيه (Fuzzy Sets theory) وقد استعملت في حل الكثير من المشاكل التي يكون فيها وصف الانشطه والمشاهدات غير دقيقه تماما(غير واضحه).وفي عام (1970) اقترح كل من (Bellman & Zadeh)(ii) تطبيق نظريه المجموعه الضبابية لحل مشاكل تحقيق الامثلية ووضع المفاهيم الاساسية لصنع القرار في البيئة المضببة، اذ اشار الباحثان الى وجود العديد من مسائل صنع القرار التي تكون الاهداف والقيود غير محدده مما يتطلب تحويلها الى دوال اخرى من خلال استعمال المجموعات الضبابية (Fuzzy Set).وفي عام (1976) قام كل من (Sommer &Pollastscher) (x) باستعمال البرمجة الخطيه الضبابية لمعالجه مشكله تلوث الهواء. وفي عام (1978) نشر الباحثان (Weidey & Zimmerman) (xii) بحثا عن كيفيه استعمال البرمجه الخطيه الضبابية (Fuzzy Linear Programming) كوسيله فعاله تسهم في معالجه المسائل المتعددة الاهداف وأعتمد الباحث على تعريف أنموذج البرمجة الخطية الضبابية الذي يكون فيه كل من القيود وداله الهدف تشكل المجموعة الضبابية. وعليه فإن معظم المشاكل لديها قيود مختلطة ، ويمكن القول بانه لا توجد طريقة منهجية لإيجاد حل أمثل لمشاكل النقل ذات القيود المختلطة.

(4) الجانب النظري

(4-1) مشكلة النقل مع قيود مختلطة (iv) ((vii) (viii)

واحدة من أهم وانجح تطبيق هو تحليل مشاكل التوزيع المادي للمنتجات ، يشار إليها عادة باسم مشاكل النقل (TP). أساسا ، فإن الغرض هو تقليل تكلفة شحن البضائع من موقع إلى آخر بحيث يتم تلبية احتياجات كل منطقة ، حيث ان وصول وعمل كل موقع شحن في حدود قدرته. ان مجال استخدام مشاكل النقل في الصناعة ، التخطيط شبكة الاتصالات ، الجدولة ، النقل والتخصيص إلخ . ومع ذلك ، فإن معظم المشاكل الحياة الحقيقية لديها قيود مختلطة . لا يتم تناول النقاط الفنية ذات القيود المختلطة في الأدبيات بسبب الصعوبة المطلوبة لحل مثل هذه المشاكل على النحو الأمثل. حيث لا توجد طريقة منهجية للحصول على الحل لأمثل لمشاكل النقل مع قيود مختلطة.

(4-2)الصيغة الرياضية للنموذج: (iv) (vii) (viii)

لنفترض المصادر m $O_i\ (i = 1,2,\dots,m)$ و n من المحطات D_j $(j = 1,2,\dots,n)$ ، لتكن a_i كميات الانتاج التي ىيتم تسوقها من المحطات او المصانع D_j وذلك بموجب الطلب b_j $(j = 1,2,\dots,n)$.

ان صيغة النموذج الرياضي لمشكلة النقل متعددة الاهداف مع قيود مختلطة هي كالاتي:

$$\left.\begin{aligned} &Min\ Z^k = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}^k x_{ij},\quad k = 1,2,\ldots,K \\ &Subject\ to\quad \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\{\leq / = / \geq\} a_i, i = 1,2,\ldots,m \\ &\qquad\qquad \sum_{i=1}^{m} x_{ij}\{\leq / = / \geq\} b_j, j = 1,2,\ldots,n \\ &\qquad\qquad 0 \leq x_{ij} \leq r_{ij} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

r_{ij} : اكبر كمية ممكن نقلها من المصدر i^{th} إلى الوجهة j^{th} وهذا يعني $x_{ij} \leq r_{ij}$ او السعات المقيدة من الكميات على الطريق i الى j .

(4-3) **حل النموذج** (vii)

يتم استخدام اسلوب البرمجة الضبابية متعدد الاهداف مع ثلاث اشكال من دوال الانتماء (خطية ،اسية ،مثلثية) وهي كالاتي :-

(1) دالة الانتماء الخطية (vii)

لكل دالة هدف ضبابية خطية تعرف دالة الانتماء $m_k^L(Z^k)$ كالاتي :

$$\mu_k^L\{Z^k\} = \begin{cases} 1 & if Z^k \leq Z_l^k \\ \dfrac{Z_u^k - Z^k}{Z_u^k - Z_l^k} & if Z_l^k \leq Z^k \leq Z_u^k \\ 0 & if Z^k > Z_u^k \end{cases}$$

عندما Z_l^k و Z_u^k الحدود الدنيا والعليا الممكنة على التوالي لدالة الهدف حيث تتراوح قيمة دالة الانتماء بين 0 و 1 . حيث يتم الحصول على حدود التسامح (الحدود الدنيا والعليا) من مصفوفة العائد (payoff matrix) التالية :

$$Payoff Matrix = \begin{array}{c} \\ \\ \end{array}\begin{bmatrix} & Z^1 & Z^2 & \cdots & Z^k \\ x_{ij}^{(1)} & Z^1(x_{ij}^{(1)}) & Z^2(x_{ij}^{(1)}) & \cdots & Z^k(x_{ij}^{(1)}) \\ x_{ij}^{(2)} & Z^1(x_{ij}^{(2)}) & Z^2(x_{ij}^{(2)}) & \cdots & Z^k(x_{ij}^{(2)}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{ij}^{(k)} & Z^1(x_{ij}^{(k)}) & Z^2(x_{ij}^{(k)}) & \cdots & Z^k(x_{ij}^{(k)}) \end{bmatrix} ; i = 1,2,\ldots,m; j = 1,2,\ldots,n$$

حيث x_{ij}^k ; $k = 1,2,\ldots,K$ والذي يمثل الحل الامثل المنفرد الى k^{th} دالة هدف . اكبر قيمة لكل عمود تمثل الحد الاعلى لحد التسامح والقيمة الدنيا لكل عمود تمثل الحد الادنى لحدود التسامح لدوال الهدف على التوالي .

مشكلة النقل المقيدة متعددة الاهداف مع قيود مختلطة الممثلة في معادلة رقم (1) يمكن كتابتها بنموذج خطي كالاتي :

$$\left.\begin{array}{l} \text{Minimize } \lambda \\ \text{Subject to } \frac{Z_u^k - Z^k}{Z_u^k - Z_l^k} \geq \lambda \\ \qquad \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\{\leq / = / \geq\} a_i, i = 1,2,\ldots,m \\ \qquad \sum_{i=1}^{m} x_{ij}\{\leq / = / \geq\} b_j, j = 1,2,\ldots,n \\ \qquad \lambda \geq 0 \\ \qquad 0 \leq x_{ij} \leq r_{ij} \end{array}\right\} \qquad (2)$$

(2) دالة الانتماء الاسية (vii)

لكل دالة هدف دالة الانتماء الاسية $\mu_k^E(z^k)$

$$\mu_k^E\{Z^k\} = \begin{cases} 1 & if Z^k \leq Z_l^k \\ \dfrac{exp\left(\frac{-\alpha(Z^k - Z_l^k)}{Z_u^k - Z_l^k}\right) - exp(-\alpha)}{1 - exp(-\alpha)} & if Z_l^k \leq Z^k \leq Z_u^k \\ 0 & if Z^k > Z_u^k \text{ and } \alpha \to \infty \end{cases}$$

حيث ان $\alpha > 0$ ، Z_l^k و Z_u^k هي الحدود الدنيا والعليا لدالة الهدف الان مشكلة النقل المقيدة متعددة الاهدا مع قيود مختلطة يمكن كتابتها بصيغة غير خطية كالاتي:

$$\left.\begin{array}{l} \text{Minimize } \lambda \\ \text{Subject to } \dfrac{exp\left(\frac{-\alpha(Z^k - Z_l^k)}{Z_u^k - Z_l^k}\right) - exp(-\alpha)}{1 - exp(-\alpha)} \geq \lambda \\ \qquad \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\{\leq / = / \geq\} a_i, i = 1,2,\ldots,m \\ \qquad \sum_{i=1}^{m} x_{ij}\{\leq / = / \geq\} b_j, j = 1,2,\ldots,n \\ \qquad \lambda \geq 0 \\ \qquad 0 \leq x_{ij} \leq r_{ij} \end{array}\right\} \qquad (3)$$

(3) دالة الانتماء المثلثية (vii)
لكل دالة هدف دالة الانتماء المثلثية $\mu_k^H(z^k)$ تكون كالاتي:

$$\mu_k^H\{Z^k\} = \begin{cases} 1 & if Z^k \le Z_l^k \\ \frac{1}{2}tanh\left(\left(\frac{Z_u^k+Z_l^k}{2} - Z^k\right)\alpha_k\right) + \frac{1}{2} & if Z_l^k \le Z^k \le Z_u^k \\ 0 & if Z^k > Z_u^k \end{cases}$$

حيث $\alpha_k = \frac{6}{(Z_u^k - Z_l^k)}$ ، Z_l^k و Z_u^k هي الحدود الدنيا والعليا لدالة الهدف لهذه الدالة خصائص قدمها Zimmermann, 1985 .

$$= \frac{1}{2} \Leftrightarrow Z^k = \frac{1}{2}((Z_u^k + Z_l^k).\mu_k^H$$

μ_k^H اذا كانت محدبة (concave) تكون $Z^k \ge \frac{1}{2}((Z_u^k + Z_l^k)$ اما اذا كانت مقعرة (convex) تكون $Z^k \le \frac{1}{2}((Z_u^k + Z_l^k)$.

تطابق $0 \le \mu_k^H \le 1$ حيث $Z_l^k \le \mu_k^H \le Z_u^k$ النهج المقارب $\mu_k^H = 0$ و $\mu_k^H = 1$ اذا $Z^k \to \infty$ و $Z^k \to -\infty$ على الترتيب .

الان مشكلة النقل المقيدة متعددة الاهداف مع قيود مختلطة يمكن كتابتها بصيغة غير خطية كالاتي:

$$\left.\begin{array}{l} Minimize\ \lambda \\ Subject\ to\ \frac{1}{2}tanh\left(\left(\frac{Z_u^k+Z_l^k}{2} - Z^k\right)\alpha_k\right) + \frac{1}{2} \ge \lambda \\ \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\{\le / = / \ge\} a_i, i = 1,2,\ldots,m \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij}\{\le / = / \ge\} b_j, j = 1,2,\ldots,n \\ \lambda \ge 0 \\ 0 \le x_{ij} \le r_{ij} \end{array}\right\} \quad (4)$$

(4-3) **اسلوب حل النموذج**
1.ايجاد الحلول الفردية لكل دالة من دوال الهدف بحل دالة كل هدف بشكل منفرد والتي من خلالها يتم تحديد قيمة كل دالة .
2.ايجاد مصفوفة العائد والتي يتحصل عليها من الدوال المختلفة لتحديد القيمة الاعلى والادنى لدالة الهدف.

3.ايجاد دوال الانتماء المختلفة (دالة الانتماء الخطية) ، (دالة الانتماء الاسية)و(دالة الانتماء المثلثية) باستخدام الحد الاعلى والحد الادنى لدوال الهدف في الخطوة السابقة .

4.استخدام النماذج المختلفة وفق دوال الانتماء في الخطوة (3) لأيجاد الحلول المثلى (ايجاد قيم x_{ij} والتي تمثل مختلف الكميات المنقولة من المصادر الى الوجهة المعنية والتي تمثل الحلول المثلى .

5.مقارنة الحلول المثلى المتحصل عليها من دوال الانتماء المختلفة لمساعدة صانع القرار في اختيار الحل الامثل وفق رؤية المؤسسة الاقتصادية .

(5) الجانب التطبيقي:

في الشركة العامة لتصنيع الحبوب تقوم الشركة بتخزين الحبوب في السايلوات ومن ثم نقلها الى المطاحن لغرض انتاج مادة الطحين وادناه جدول يوضح كلف النقل ، كلف ادارية ، كلفة الضوائع (تمثل رسوم ضرر المنتج غير المتعمد الناتج عن الخزن وتلف نقل المنتج من مكان الى اخر) والمطلوب تحديد الكميات المنقولة الى المطاحن وباقل الكلف الممكنة مستخدمين مختلف النماذج الضبابية .

جدول رقم (1) يمثل كلف النقل (الف دينار)

المطاحن / السايلوات	بغداد	النصر	الجلبي	العطيفية	الخنساء	العرض
التاجي	20	12	2	7	16	≤ 15360
الرصافة	3	6	20	22	22	≤ 35110
الدورة	10	5	10	7	11	≤ 17184
خان ضاري	21	17	15	8	3	≤ 48000
خان بني سعد	15	16	20	11	21	≤ 16184
الطلب	≥ 2066	≥ 2859	≥ 3100	≥ 1959	≥ 1733	

جدول رقم (2) يمثل الكلف الادارية (الف دينار)

المطاحن / السايلوات	بغداد	النصر	الجلبي	العطيفية	الخنساء	العرض
التاجي	12	12	12	12	12	≤ 15360
الرصافة	4	4	4	4	4	≤ 35110
الدورة	10	10	10	10	10	≤ 17184
خان ضاري	3	3	3	3	3	≤ 48000
خان بني سعد	6	6	6	6	6	≤ 16184
الطلب	≥ 2066	≥ 2859	≥ 3100	≥ 1959	≥ 1733	

جدول رقم (3) يمثل كلف الضوائع (الف دينار)

المطاحن / السايلوات	بغداد	النصر	الجلبي	العطيفية	الخنساء	العرض
التاجي	2	1.2	0.1	0.5	1.5	≤ 15360
الرصافة	0.5	0.75	1.4	1.2	2	≤ 35110
الدورة	1	0.5	1.1	0.4	1	≤ 17184
خان ضاري	2.5	1.5	1.25	0.85	0.2	≤ 48000
خان بني سعد	2.2	1.3	1.2	0.9	1.8	≤ 16184
الطلب	≥ 2066	≥ 2859	≥ 3100	≥ 1959	≥ 1733	

القيود المفروضة على الكميات المنقولة (طن) من السايلوات الى المطاحن للجداول (1) و(2) و(3).

$36 \leq x_{11} \leq 490$, $24 \leq x_{12} \leq 662$, $29 \leq x_{13} \leq 766$, $29 \leq x_{14} \leq 795$,
$21 \leq x_{15} \leq 563$, $32 \leq x_{21} \leq 328$, $58 \leq x_{22} \leq 424$, $36 \leq x_{23} \leq 381$
$23 \leq x_{24} \leq 437$, $50 \leq x_{25} \leq 318$, $58 \leq x_{31} \leq 331$, $45 \leq x_{32} \leq 396$
$15 \leq x_{33} \leq 534$, $23 \leq x_{34} \leq 249$, $12 \leq x_{35} \leq 265$, $23 \leq x_{41} \leq 393$
$29 \leq x_{42} \leq 212$, $18 \leq x_{43} \leq 370$, $36 \leq x_{44} \leq 219$, $47 \leq x_{45} \leq 437$
$11 \leq x_{51} \leq 300$, $21 \leq x_{52} \leq 343$, $13 \leq x_{53} \leq 258$, $21 \leq x_{54} \leq 323$
$12 \leq x_{55} \leq 322$.

نستخدم البيانات في جدول رقم (1) و(2) و(3) لمشكلة النقل متعدد الاهداف باستخدام القيود المختلطة حيث ستكون كالاتي:

$$MinZ_1 = (20x_{11}+12x_{21}+2x_{31}+7x_{41}+16x_{51}+3x_{12}+6x_{22}+20x_{32}+22x_{42}+22x_{52}+10x_{13}+5x_{23}+10x_{33}+7x_{43}+11x_{53}+21x_{14}+17x_{24}+15x_{34}+8x_{44}+3x_{54}+15x_{15}+16x_{25}+20x_{35}+11x_{45}+21x_{55})$$

$$MinZ_2 = (12x_{11}+12x_{21}+12x_{31}+12x_{41}+12x_{51}+4x_{12}+4x_{22}+4x_{32}+4x_{42}+4x_{52}+10x_{13}+10x_{23}+10x_{33}+10x_{43}+10x_{53}+3x_{14}+3x_{24}+3x_{34}+3x_{44}+3x_{54}+6x_{15}+6x_{25}+6x_{35}+6x_{45}+6x_{55})$$

$$MinZ_3 = (2x_{11}+1.2x_{21}+0.1x_{31}+0.5x_{41}+1.5x_{51}+0.5x_{12}+0.75x_{22}+1.4x_{32}+1.2x_{42}+2x_{52}+x_{13}+0.5x_{23}+1.1x_{33}+0.4x_{43}+x_{53}+2.5x_{14}+1.5x_{24}+1.25x_{34}+0.85x_{44}+0.2x_{54}+2.2x_{15}+1.3x_{25}+1.2x_{35}+0.9x_{45}+1.8x_{55})$$

S.t.

قيود العرض والطلب للمنتج

$\sum_j^5 x_{1j} \leq 15360$, $\sum_j^5 x_{2j} \leq 35110$, $\sum_j^5 x_{3j} \leq 17184$, $\sum_j^5 x_{4j} \leq 48000$
$\sum_j^5 x_{5j} \leq 16184$, $\sum_i^5 x_{i1} \geq 2066$, $\sum_i^5 x_{i2} \geq 2859$, $\sum_i^5 x_{i3} \geq 3100$
$\sum_i^5 x_{i4} \geq 1959$, $\sum_i^5 x_{i5} \geq 1733$,

القيود المفروضة على الكميات المنقولة (طن) من السايلوات الى المطاحن

$$36 \le x_{11} \le 490\,,24 \le x_{12} \le 662\,,29 \le x_{13} \le 766\,,29 \le x_{14} \le 795\,,$$
$$21 \le x_{15} \le 563\,,32 \le x_{21} \le 328\,,58 \le x_{22} \le 424\,,36 \le x_{23} \le 381$$
$$23 \le x_{24} \le 437\,,50 \le x_{25} \le 318\,,58 \le x_{31} \le 331\,,45 \le x_{32} \le 396$$
$$15 \le x_{33} \le 534\,,23 \le x_{34} \le 249\,,12 \le x_{35} \le 265\,,23 \le x_{41} \le 393$$
$$29 \le x_{42} \le 212\,,18 \le x_{43} \le 370\,,36 \le x_{44} \le 219\,,47 \le x_{45} \le 437$$
$$11 \le x_{51} \le 300\,,21 \le x_{52} \le 343\,,13 \le x_{53} \le 258\,,21 \le x_{54} \le 323$$
$$12 \le x_{55} \le 322$$

يتم الحصول على الحلول المثلى الفردية لكل هدف بحل المشكلة اعلاه بشكل منفصل لكل هدف باستخدام برنامج LINGO .

جدول رقم(4)

يمثل الحل الامثل الفردي لكل دالة من دوال الهدف والتي تتضمن قيمة دوال الهدف والكميات المنقولة من السيلوات الى المطاحن

دوال الهدف	قيم دوال الهدف	التوزيع																								
		x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	x_{25}	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{34}	x_{35}	x_{41}	x_{42}	x_{43}	x_{44}	x_{45}	x_{51}	x_{52}	x_{53}	x_{54}	x_{55}
دالة كلف النقل	130351	121	318	766	745	66	528	732	543	637	455	731	696	534	849	290	121	612	370	419	437	600	543	167	323	100
دالة الكلف الادارية	83647	490	662	736	112	66	528	732	543	637	455	731	696	543	849	290	493	612	370	396	88	600	743	196	94	100
دالة كلف الضوائع	11163	121	318	766	795	66	528	732	543	637	455	731	696	359	849	465	121	612	370	419	437	217	535	558	323	100

ادناه القيمة الاعلى والادنى التي تم الحصول عليها من دوال الهدف (1)(2)(3) في مصفوفة العائد التالية:

$$
\text{مصفوفة العائد} = \begin{array}{c} \\ x_{ij}^{1} \\ x_{ij}^{2} \\ x_{ij}^{3} \end{array}
\begin{array}{c} \begin{array}{ccc} Z^1 & Z^2 & Z^3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 130351 & 84049 & 11539 \\ 149906 & 83647 & 13309 \\ 143931 & 85676 & 11163 \end{bmatrix} \end{array}
$$

يتم تحديد القيمة الاعلى والادنى لدوال الهدف والمتحصل عليها من مصفوفة العائد

$$Z_u^1 = 149906 \quad Z_l^1 = 130351 \; ; Z_u^2 = 85676 \quad Z_l^2 = 83647$$

$$Z_u^3 = 13309 \quad Z_l^3 = 11163$$

ولإيجاد الحل الامثل للنموذج وفق دوال الانتماء الضبابية:

اولاً نستخدم دالة الانتماء الخطية في نموذج رقم (1)

$$minimize\ \lambda$$

$$MinZ_1 = (149906 - (20x_{11}+12x_{21}+2x_{31}+7x_{41}+16x_{51}+3x_{12}+6x_{22}+20x_{32}+22x_{42} +22x_{52}+10x_{13}+5x_{23}+10x_{33}+7x_{43}+11x_{53}+21x_{14}+17x_{24}+15x_{34}+8x_{44}+3x_{54}+15x_{15} +16x_{25}+20x_{35}+11x_{45}+21x_{55})) \geq 12748\lambda$$

$$MinZ_2 = (85676 - (12x_{11}+12x_{21}+12x_{31}+12x_{41}+12x_{51}+4x_{12}+4x_{22}+4x_{32}+4x_{42}+ 4x_{52}+10x_{13}+10x_{23}+10x_{33}+10x_{43}+10x_{53}+3x_{14}+3x_{24}+3x_{34}+3x_{44}+3x_{54}+6x_{15}+6x_{25} +6x_{35}+6x_{45}+6x_{55}))\geq 6141\ \lambda$$

$$MinZ_3 = (13309 - (2x_{11}+1.2x_{21}+0.1x_{31}+0.5x_{41}+1.5x_{51}+0.5x_{12}+0.75x_{22}+1.4x_{32} +1.2x_{42}+2x_{52}+x_{13}+0.5x_{23}+1.1x_{33}+0.4x_{43}+x_{53}+2.5x_{14}+1.5x_{24}+1.25x_{34}+0.85x_{44}+ 0.2x_{54}+2.2x_{15}+1.3x_{25}+1.2x_{35}+0.9x_{45}+1.8x_{55}))\geq 2146\lambda$$

S.t.

قيود العرض والطلب للمنتج

$$\textstyle\sum_j^5 x_{1j} \leq\ 15360\ \ ,\sum_j^5 x_{2j} \leq\ 35110\ ,\sum_j^5 x_{3j} \leq\ 17184\ ,\sum_j^5 x_{4j} \leq\ 48000$$

$$\textstyle\sum_j^5 x_{5j} \leq\ 16184, \sum_i^5 x_{i1}\ \geq 2066, \sum_i^5 x_{i2}\ \geq 2859, \sum_i^5 x_{i3}\ \geq 3100$$

$$\textstyle\sum_i^5 x_{i4}\ \geq 1959, \sum_i^5 x_{i5}\ \geq 1733,$$

القيود المفروضة على الكميات المنقولة (طن) من السايلوات الى المطاحن

$36 \le x_{11} \le 490, 24 \le x_{12} \le 662, 29 \le x_{13} \le 766, 29 \le x_{14} \le 795,$
$21 \le x_{15} \le 563, 32 \le x_{21} \le 328, 58 \le x_{22} \le 424, 36 \le x_{23} \le 381$
$23 \le x_{24} \le 437, 50 \le x_{25} \le 318, 58 \le x_{31} \le 331, 45 \le x_{32} \le 396$
$15 \le x_{33} \le 534, 23 \le x_{34} \le 249, 12 \le x_{35} \le 265, 23 \le x_{41} \le 393$
$29 \le x_{42} \le 212, 18 \le x_{43} \le 370, 36 \le x_{44} \le 219, 47 \le x_{45} \le 437$
$11 \le x_{51} \le 300, 21 \le x_{52} \le 343, 13 \le x_{53} \le 258, 21 \le x_{54} \le 323$
$12 \le x_{55} \le 322$

يتم الحصول على النتائج التالية والتي تمثل الحلول المثلى وفق دالة الانتماء الخطية :LINGO باستخدام برنامج

$x_{11}^* = 490; x_{12}^* = 85; x_{13}^* = 766; x_{14}^* = 162; x_{15}^* = 563$
$x_{21}^* = 528; x_{22}^* = 732; x_{23}^* = 543; x_{24}^* = 637; x_{25}^* = 455$
$x_{31}^* = 556; x_{32}^* = 696; x_{33}^* = 534; x_{34}^* = 849; x_{35}^* = 465$
$x_{41}^* = 493; x_{42}^* = 543; x_{43}^* = 67; x_{44}^* = 419; x_{45}^* = 437$
$x_{51}^* = 217; x_{52}^* = 743; x_{53}^* = 350; x_{54}^* = 323; x_{55}^* = 100$

ثانياً في حالة استخدمنا دالة الانتماء الاسية ، مع معلمة $\alpha = 1$ والتي تقابل النموذج رقم (2) يمكن صياغة النموذج بالشكل التالي:

$$minimize\ \lambda$$

$$\frac{e^{-(Z_1 - 149906)\_e^{-1}}}{1 - e^{-1}} \ge \lambda$$
$$\frac{e^{-(Z_2 - 85676)\_e^{-1}}}{1 - e^{-1}} \ge \lambda$$
$$\frac{e^{-(Z_3 - 13309)\_e^{-1}}}{1 - e^{-1}} \ge \lambda$$

S.t.

قيود العرض والطلب

$\sum_j^5 x_{1j} \le 15360, \sum_j^5 x_{2j} \le 35110, \sum_j^5 x_{3j} \le 17184, \sum_j^5 x_{4j} \le 48000$
$\sum_j^5 x_{5j} \le 16184, \sum_i^5 x_{i1} \ge 2066, \sum_i^5 x_{i2} \ge 2859, \sum_i^5 x_{i3} \ge 3100$
$\sum_i^5 x_{i4} \ge 1959, \sum_i^5 x_{i5} \ge 1733,$

القيود المفروضة على الكميات المنقولة (طن) من السايلوات الى المطاحن

$36 \le x_{11} \le 490, 24 \le x_{12} \le 662, 29 \le x_{13} \le 766, 29 \le x_{14} \le 795,$
$21 \le x_{15} \le 563, 32 \le x_{21} \le 328, 58 \le x_{22} \le 424, 36 \le x_{23} \le 381$
$23 \le x_{24} \le 437, 50 \le x_{25} \le 318, 58 \le x_{31} \le 331, 45 \le x_{32} \le 396$
$15 \le x_{33} \le 534, 23 \le x_{34} \le 249, 12 \le x_{35} \le 265, 23 \le x_{41} \le 393$
$29 \le x_{42} \le 212, 18 \le x_{43} \le 370, 36 \le x_{44} \le 219, 47 \le x_{45} \le 437$
$11 \le x_{51} \le 300, 21 \le x_{52} \le 343, 13 \le x_{53} \le 258, 21 \le x_{54} \le 323$
$12 \le x_{55} \le 322$

يتم الحصول على النتائج التالية والتي تمثل الحلول المثلى وفق دالة الانتماء الاسية باستخدام برنامج **LINGO:**

$x_{11}^* = 490; x_{12}^* = 662; x_{13}^* = 766; x_{14}^* = 795; x_{15}^* = 563$
$x_{21}^* = 528; x_{22}^* = 732; x_{23}^* = 543; x_{24}^* = 518; x_{25}^* = 731$
$x_{31}^* = 731; x_{32}^* = 696; x_{33}^* = 534; x_{34}^* = 849; x_{35}^* = 465$
$x_{41}^* = 493; x_{42}^* = 612; x_{43}^* = 370; x_{44}^* = 419; x_{45}^* = 437$
$x_{51}^* = 600; x_{52}^* = 743; x_{53}^* = 558; x_{54}^* = 323; x_{55}^* = 422$

ثالثاً دالة الانتماء المثلثية في نموذج رقم (3)

$minimize\ \lambda$

$1/2tanh((149906 - (20x_{11}+12x_{21}+2x_{31}+7x_{41}+16x_{51}+3x_{12}+6x_{22}+20x_{32}+22x_{42}+22x_{52}+10x_{13}+5x_{23}+10x_{33}+7x_{43}+11x_{53}+21x_{14}+17x_{24}+15x_{34}+8x_{44}+3x_{54}+15x_{15}+16x_{25}+20x_{35}+11x_{45}+21x_{55})))0.0005)+0.5 \ge \lambda$

$1/2tanh((85676 - (12x_{11}+12x_{21}+12x_{31}+12x_{41}+12x_{51}+4x_{12}+4x_{22}+4x_{32}+4x_{42}+4x_{52}+10x_{13}+10x_{23}+10x_{33}+10x_{43}+10x_{53}+3x_{14}+3x_{24}+3x_{34}+3x_{44}+3x_{54}+6x_{15}+6x_{25}+6x_{35}+6x_{45}+6x_{55})))0.001)+0.5) \ge \lambda$

$1/2\ tanh((13309 - (2x_{11}+1.2x_{21}+0.1x_{31}+0.5x_{41}+1.5x_{51}+0.5x_{12}+0.75x_{22}+1.4x_{32}+1.2x_{42}+2x_{52}+x_{13}+0.5x_{23}+1.1x_{33}+0.4x_{43}+x_{53}+2.5x_{14}+1.5x_{24}+1.25x_{34}+0.85x_{44}+0.2x_{54}+2.2x_{15}+1.3x_{25}+1.2x_{35}+0.9x_{45}+1.8x_{55})))0.003)+0.5 \ge \lambda$

S.t.

قيود العرض والطلب

$\sum_j^5 x_{1j} \le 15360, \sum_j^5 x_{2j} \le 35110, \sum_j^5 x_{3j} \le 17184, \sum_j^5 x_{4j} \le 48000$
$\sum_j^5 x_{5j} \le 16184, \sum_i^5 x_{i1} \ge 2066, \sum_i^5 x_{i2} \ge 2859, \sum_i^5 x_{i3} \ge 3100$
$\sum_i^5 x_{i4} \ge 1959, \sum_i^5 x_{i5} \ge 1733,$

القيود المفروضة على الكميات المنقولة (طن) من السايلوات الى المطاحن

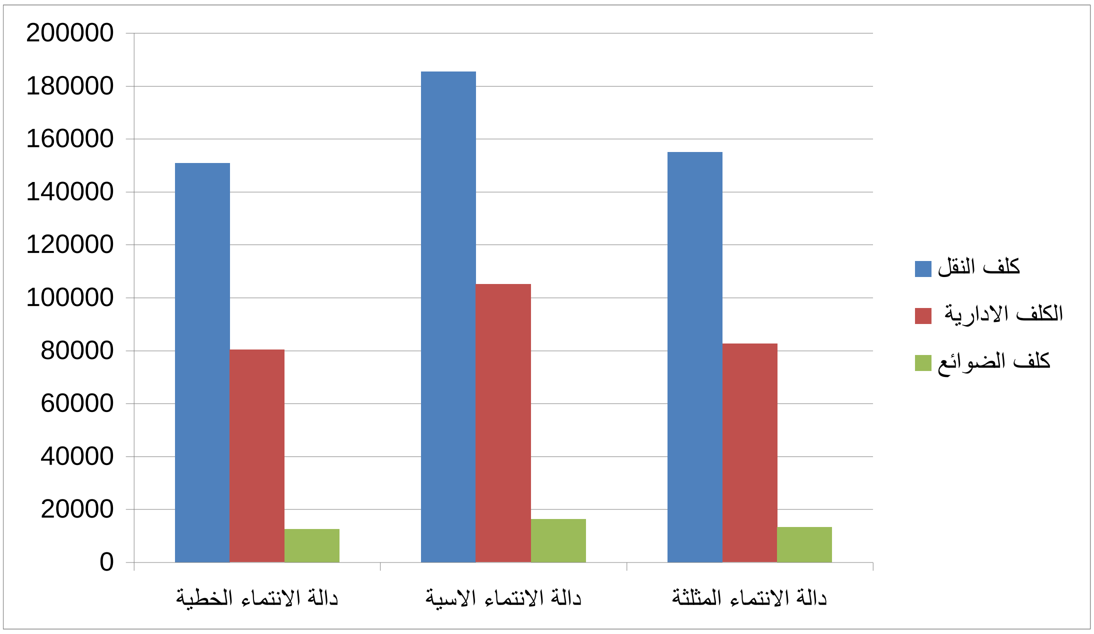
$36 \le x_{11} \le 490, 24 \le x_{12} \le 662, 29 \le x_{13} \le 766, 29 \le x_{14} \le 795,$
$21 \le x_{15} \le 563, 32 \le x_{21} \le 328, 58 \le x_{22} \le 424, 36 \le x_{23} \le 381$
$23 \le x_{24} \le 437, 50 \le x_{25} \le 318, 58 \le x_{31} \le 331, 45 \le x_{32} \le 396$
$15 \le x_{33} \le 534, 23 \le x_{34} \le 249, 12 \le x_{35} \le 265, 23 \le x_{41} \le 393$
$29 \le x_{42} \le 212, 18 \le x_{43} \le 370, 36 \le x_{44} \le 219, 47 \le x_{45} \le 437$
$11 \le x_{51} \le 300, 21 \le x_{52} \le 343, 13 \le x_{53} \le 258, 21 \le x_{54} \le 323$
$12 \le x_{55} \le 322$

يتم الحصول على النتائج التالية والتي تمثل الحلول المثلى التي تم الحصول عليها باستخدام برنامج LINGO:

$x_{11}^* = 472; x_{12}^* = 662; x_{13}^* = 67; x_{14}^* = 746; x_{15}^* = 156$
$x_{21}^* = 528; x_{22}^* = 732; x_{23}^* = 539; x_{24}^* = 637; x_{25}^* = 517$
$x_{31}^* = 731; x_{32}^* = 696; x_{33}^* = 534; x_{34}^* = 849; x_{35}^* = 290$
$x_{41}^* = 368; x_{42}^* = 612; x_{43}^* = 287; x_{44}^* = 299; x_{45}^* = 391$
$x_{51}^* = 600; x_{52}^* = 179; x_{53}^* = 558; x_{54}^* = 195; x_{55}^* = 201$

جدول (5)
يوضح مقارنة مختلف الحلول المثلى لقيم دوال الهدف

الطريقة	دالة الهدف		
	دالة كلف النقل	دالة الكلف الادارية	دالة كلف الضوائع
الدالة الانتماء الضبابية الخطية	151010	80369	12536
الدالة الانتماء الضبابية الاسية	185480	105109	16283
الدالة الانتماء الضبابية المثلثية	155074	82549	13318



رسم بياني يوضح مقارنة مختلف الحلول المتحصل عليها

(6) الملخص والاستنتاجات

1 . عرض البحث ثلاث انواع من البرمجة الضبابية مما جعل هناك مرونة في رؤية المشكلة بشكل اوسع.
2 .ساهمت البرمجة الضبابية في تقليل التكاليف الى الحد الادنى من خلال استخدام افضل ما متاح من امكانيات.
3 .افضلية النموذج الخطي الضبابي على النماذج الاخرى بتقليل التكاليف للحد الادنى حيث بلغت كلفة .
4 ..بالإمكان استخدام النموذج الملائم للمشكلة موضوعة البحث لإيجاد الحل الامثل للبيانات العشوائية .
6 . تسطيع الشركة تعديل خطط النقل وفق النتائج المتحصل عليها للحصول على اقل كلف ممكنة .

(7) المصادر

i. Bit, A.K., Biswal, M.P. and Alam, S.S. (1992). Fuzzy programming approach to multi criteria decision making transportation problem, Fuzzy Sets and Systems, 50, 135-141.

ii. Bellman ,R.E.& Zadeh L.A, Decision making in afuzzy environment, (1970), .management science, vol.17, pp.141-146.

iii. Hitchcock, F.L. (1941). The distribution of a product from several sources to numerous localities, J. Math. Phys., 20, 224-230.

iv. Gupta, N., Ali, I., Bari, A. (2013). A compromise solution for multi-objective chance constraint capacitated transportation.

v. LINGO-User's Guide (2001). "LINGO-User's Guide". Published by LINDO SYSTEMINC., 1415, North Dayton Street, Chicago.

vi. Mondal, R.N., and Hossain, R. (2012). Solving Transportation Problem with Mixed Constraints, Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey, July 3 6.

vii. Neha Gupta_ and Abdul Bari.(2014). Fuzzy Multi-Objective Capacitated Transportation Problem with Mixed Constraints. Journal of Statistics Applications & Probability. No. 2, 201-209.
viii. Radindra Nath Mondal and Md. Rezwan Hossain. (2012). Solving Transportation Problem with Mixed Constraints. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey, July 3 – 6, 2012
ix. Sakawa, M., Nishizaki, I. and Katagiri, H. (2011). Fuzzy Stochastic Multi objective Programming, Springer.
x. Sommer, G & Pollatschek, M.A.,(1976) '' A Fuzzy Programming Approach to an Air Pollution Regulation Problem'' Working Pap, No. 76. Inst.Wirtschaftswiss. R.W.T.H.,Aachen. Systems, 6, 105-228.
xi. Zadeh, 1. A. (1965). Fuzzy sets, Information and Control, 8, 338-353.
xii. Zimmermann, H.-J. (1978). Fuzzy programming and linear programming with several objective functions, Fuzzy Sets and Systems,1, 45-55.

Fuzzy Multi-Objective Capacitated Transportation Problem with Mixed Constraints using different forms of membership functions

Abstract

In this research, the problem of multi- objective modal transport was formulated with mixed constraints to find the optimal solution. The foggy approach of the Multi-objective Transfer Model (MOTP) was applied. There are three objectives to reduce costs to the minimum cost of transportation, administrative cost and cost of the goods. The linear membership function, the Exponential membership function, and the Hyperbolic membership function. Where the proposed model was used in the General Company for the manufacture of grain to reduce the cost of transport to the minimum and to find the best plan to transfer the product according to the restrictions imposed on the model.

Keywords: **Capacitated Transportation problem; Compromise Solution; Mixed constraints; Multi-Objective programming.**