حل مشكلة النقل باستخدام المعالم الضبابية
كأساس في عملية اتخاد القرارات الادارية
Solve the Transportation Problem by Using Fuzzy Parameters as a basis for administrative in the decision making process

الاستاذ المساعد كريم ذياب احمد

كلية الادارة والاقتصاد–جامعة ديلى

المدرس الدكتور محمد سعد ابراهيم محمد

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الملخص

قدم الباحثين في هذا البحث اقتراح طريقة جديدة عبر ايجاد الحل الضبابي الامثل لنموذج النقل من خلال تمثيل البعض من الجانب الايمن (RHS) كأعداد ضبابية مثلثية لنموذج النقل الخطي، ولتوضيح الطريقة المقترحة تم حل مشكلة النقل الضبابية باستخدام الطريقة المقترحة وتم الحصول على النتائج. ان الطريقة المقترحة تمتاز بالمرونة وهي غير معقدة، ويمكن تطبيقها لإيجاد الحل الضبابي الامثل لنماذج النقل الضبابية في مواقف الحياة الحقيقية. إذ اعتمد في إيجاد هذه الطريقة على هيكلة دوال الانتماء كأساس في المقارنة بين الخيارات المتاحة في عملية اتخاد القرارات الادارية ذات البيئة الضبابية. كما تم ايضاً في هذا البحث استعراض بعض نماذج النقل التقليدية والتي تكون فيها كميات التجهيز متساوية مع كميات الطلب "نموذج النقل المتوازن"، وكذلك نموذج "الانتاج – النقل".

الكلمات المفتاحية: مشكلة النقل، مشكلة النقل الضبابية، الارقام الضبابية المثلثية، الحل الامثل، صنع القرار.

Abstract

In this research, the researchers proposed a new method by finding the optimal fuzzy solution for the transport model by representing some of the right side (RHS) as a triangular blur of the linear transport model. To illustrate the suggested method, the problem of blurry transportation was solved using the proposed method and results were obtained. The proposed method is flexible and uncomplicated, and can be applied to find the optimal fuzzy solution for blurry transportation models in real life situations. In this way, it was based on the structure of the functions of belonging as a basis for comparing the options available in the decision-making process with ambiguous environment. Some traditional transportation models, in which the quantities of processing are equal to the quantities of the demand "balanced transport model", as well as the "production-transport" model, were also reviewed. Models and in which quantities supply equal to amounts demand "a balanced transportation model", as well as our offer in this research model "production - transportation".

Keywords: transportation problem, fuzzy transportation problem, triangle fuzzy numbers, optimal solution, decision making**.**

المقدمة

تعد مشكلة النقل واحدة من مشاكل البرمجة الشبكية الصحيحة، وهي من النماذج التي تساعد في توزيع اي منتج من مصادر متعددة إلى أماكن مختلفة وبأقل كلفة نقل ممكنة مع الاخذ بنظر الاعتبار قيود التجهيز وقيود الطلب، كما ويمكن تصنيف مشكلة النقل إلى مشكلة نقل خطية أو مشكلة نقل لاخطية بالاعتماد على طبيعة دالة الكلفة. تعتبر مشكلة النقل حالة خاصة من البرمجة الخطية، والتي تتكون من بناء شبكي يحتوي على أعداد محددة من العقد المرتبطة مع بعضها البعض عن طريق الاقواس. في المشاكل النموذجية يتم نقل المنتجات من المصادر المتعددة m (على سبيل المثال: المصانع) إلى الاماكن المختلفة n (على سبيل المثال: المخازن) لتلبية الاحتياجات المحددة ولتكن الكميات المتوافرة في مصانع التجهيز هي: $(a_1,a_2,...,a_m)$ ومتطلبات المخازن هي: $(b_1,b_2,...,b_n)$، وكلفة شحن منتج واحد من المصنع i الى المخزن j هي: c_{ij}. وقد تم تطوير خوارزميات

فعالة لحل مشكلة النقل عندما تكون معاملات الكلفة وكميات التجهيز والطلب معروفة بشكل دقيق، ومع ذلك فإن هنالك بعض الحالات التي لايمكننا فيها تحديد معلمات نموذج النقل بشكل دقيق. فعلى سبيل المثال، يمكن ان تتغير تكلفة وحدة الشحن في إطار زمني معين وكذلك من الممكن ان تكون كميات التجهيز والطلب غير مؤكدة نظراً لوجود بعض العوامل التي لايمكن السيطرة عليها.

المبحث الاول: منهجية البحث

1-مشكلة البحث

سيتم في هذا البحث مناقشة مشكلة النقل الضبابية مع قيود التجهيز والطلب، حيث تكون هذه القيود عبارة عن أرقام ضبابية مثلثية.

2-الهدف من البحث

إن الهدف من البحث هو إيجاد أفضل الحلول التوفيقية بين مجموعة الحلول الممكنة (feasible solutions) لمشكلة النقل الضبابية (fuzzy transportation problem).

3-اهمية البحث

تعد عملية اتخاذ القرارات من اهم مراحل العمل الاداري والاشرافي في منظمات الاعمال وان هذه العملية تمر بمراحل متعددة للوصول الى القرار الصحيح والصائب خاصة اذا ما كان القائد الادري يعمل في بيئة تكون فيها البيانات المتاحة ذات طابع ضبابي، ومن اجل ذلك جاءت اهمية هذا البحث للوصول الى الطريقة المثلى في عملية اتخاذ القرارات الادارية.

4-منهج البحث

استخدم الباحثين اسلوب ضبابي جديد لايجاد الحل الامثل يدعى بالعملية الحسابية الضبابية المعدلة والتي تستخدم عمليات حسابية جديدة للاعداد الضبابية لشبه المنحرف والتي من خلالها يتم الحصول على الحل الضبابي الامثل، ويناقش هذا الاسلوب أيضاً مشكلة النقل الضبابية باستخدام الاعداد الضبابية المثلثية من خلال إيجاد الحل الامثل لكلفة النقل الكلية، وتم تطبيق هذا الاسلوب على امثلة تطبيقية للوصول الى النتائج المطلوبة.

المبحث الثاني: الجانب النظري

1- صنع القرار الاداري

تعرف نظرية القرارات على انها مدخل عام لصنع القرار Decision Making عنما تكون نتائج القرار المقترن بالبدائل في حالة شك او حالة عدم يقين، كما يعرف صنع القرار بانه احد الوظائف الاساسية للمدير وجوهر العملية الادارية، وقد وصفها احد علماء الادارة هربت سايمون H.Simon بانها القلب النابض للادارة [14]. لقد أقترح كل من العالمان Bellman و Zadeh [1] المفاهيم الاساسية لصنع القرار في البيئة الضبابية (وهي البيئة التي تسود فيها حالات عدم التاكد والمخاطرة في القرارات الادارية)، كما واعتبر كل من Lai و Hwang [2] الحالة التي تكون فيها جميع معلمات النموذج الرياضي ضبابية. وفي عام 1978 قام العالم

Zimmermann [3] بتقديم خوارزمية لحل هذه المشكلة الضبابية والتي توفر حلولاً فعالة. أما Chanas و Kuchta [4] فقد قدما مفهوماً جديداً ومهماً لايجاد الحل الامثل لمشكلة النقل عندما تكون معاملات الكلفة من النوع الضبابي. تم ايضاً اقتراح اسلوب ضبابي جديد لايجاد الحل الامثل يدعى بالعملية الحسابية الضبابية المعدلة والتي تستخدم عمليات حسابية جديدة للاعداد الضبابية لشبه المنحرف والتي من خلالها يتم الحصول على الحل الضبابي الامثل [9]. ويناقش هذا الاسلوب أيضاً مشكلة النقل الضبابية باستخدام الاعداد الضبابية المثلثية من خلال إيجاد الحل الامثل لكلفة النقل الكلية. وهنالك أيضاً عدد من الدراسات التي ناقشت مشكلة النقل الضبابية فعلى سبيل المثال، قدم كل من العالم Chanas وآخرون [5] بحثاً حول مشكلة النقل الضبابية مع كميات التجهيز الضبابية وكميات الطلب الضبابية وحل هذه المشكلة عن طريق تقنية البرمجة المعلمية باستخدام معيار Bellman و Zadeh، حيث يهدف هذا المعيار إلى ايجاد حل يحقق القيود والاهداف إلى أقصى درجة وبشكل فوري.

وفي الغالب يصنع المدراء قراراتهم بالاعتماد على معرفة ناقصة incomplete knowledge او انهم على الاقل يعلمون بان نتائج قراراتهم ستكون غير اكيدة. على الرغم من عدم وجود حلول سحرية للتعامل مع حالات عدم التاكد والمخاطرة في القرارات الادارية، الا ان نظرية القرار تعد من الاساليب الكمية التي تساعد المدراء في التعامل مع حالات عدم التاكد والمخاطرة في صنع القرار. لذلك فان هذا البحث سيساعد المدراء في التعرف على المشكلات التي تنطوي عليها عملية صنع القرار تحت ظروف ضبابية وكيفية توظيف الطريقة المقترحة في عملية صنع واتخاذ القرار.

2- البرمجة الخطية لمشكلة النقل

تهتم مشاكل النقل عموماً بتوزيع منتج معين من مصادر متعددة إلى أماكن مختلفة وبأقل كلفة ممكنة، أي نود إيجاد جدولة النقل المثلى التي تجعل كلفة النقل الكلية من جميع المخازن إلى كل الأسواق أصغرية. لنفترض إن مركز الخدمات اللوجستية يسعى لتحديد خطة النقل لمنتج متجانس من المصادر m إلى الاماكن n حيث يكون لكل مصدر تجهيزات متوافرة من المنتجات لتوزيعها على الاماكن المختلفة، ولكل مكان (أو جهة) طلب متوقع من المنتجات التي يتم تسليمها من مصادر مختلفة. يمكن صياغة نموذج البرمجة الخطية لمشكلة النقل بالشكل التالي.

مجموعة الدليل:

i – دليل المصدر، لجميع $i = \overline{1,m}$

j – دليل المكان، لجميع $j = \overline{1,n}$ ؛

متغيرات القرار:

x_{ij} – الوحدات المنقولة من المصدر i إلى المكان j (وحدات)؛

دالة الهدف:

z – كلفة النقل؛

المعلمات:

c_{ij} – كلفة النقل لكل وحدة يتم نقلها من المصدر i الموقع j

a_i – التجهيز الكلي المتاح عند كل مصدر i (وحدات)

b_j – الطلب الكلي المتوقع عند كل موقع j (وحدات).

وعليه يتم صياغة مشكلة تقليل كلفة النقل الكلية بالشكل الآتي:

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}\, x_{ij} \qquad (1)$$

$s.t$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i \,, (i = \overline{1,m}); \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j \,, (j = \overline{1,n}); \qquad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \;\; , (i = \overline{1,m};\;\; j = \overline{1,n}).$$

إلى (1): إن شرط الضرورة والكفاية للحل الموجود لمشكلة النقل من [11]نظرية (شروط الوجود لمشكلة النقل) هو حل متوازن (4)

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j \qquad (4)$$

، ولتلخيص $X^*(x_{11}^*, x_{12}^*, ..., x_{mn}^*)$ تمتلك حلاً هو (4) إلى (1)**البرهان. الضرورة.** لنفترض ان المشكلة من سوف نحصل على التالي: (3) و (2)الاجزاء اليسرى واليمنى على التوالي من المعادلات

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{*} = \sum_{i=1}^{m} a_i \; ; \qquad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{*} = \sum_{i=1}^{m} b_i \qquad (6)$$

وبما ان الجانب الأيسر من المعادلتين (6) و (7) متساويين، فعندئذٍ يساوي كل منهما الآخر، وبالتالي فإن الشرط (7) كافي:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{i=1}^{m} b_i \qquad (7)$$

يجب ان نثبت في ظل الشروط المعطاة في (8) بإن هنالك على الاقل خطة مهام واحدة وتكون دالة الهدف على مجموعة الخطط محدودة.

لنفرض إن $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{i=1}^{m} b_i = W > 0$ ، ولنعتبر القيمة $x_{ij} = \frac{a_i b_j}{W} (i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n})$.

بعد تعويض قيم x_{ij} في منظومة قيود المشكلة من (1) إلى (4) نحصل على الآتي:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \sum_{j=1}^{n} \frac{a_i b_j}{W} = \frac{a_i}{W} \sum_{j=1}^{n} b_j = \frac{a_i}{W} W = a_i ; \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \sum_{i=1}^{m} \frac{a_i b_j}{W} = \frac{b_j}{W} \sum_{i=1}^{m} a_i = \frac{b_j}{W} W = b_j \quad (9)$$

عندما تكون الخطة مقدمة عن $x_{ij} = \frac{a_i b_j}{W} (i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n})$ قد تحققا، إذن (3) و (2)وبما إن الشرطين أعظم قيمة ويشار لها من خلال $c_{ij} (i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n})$طريق مشكلة النقل يتم الاختيار من العناصر نحصل على، (2)، $\bar{c}$ وجميع المعاملات في (1). إذا تم استبدال دالة الهدف $\bar{c} = \max c_{ij}$ فإن $\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \le \bar{c} \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \bar{c} \sum_{i=1}^{m} a_i = \bar{c} W$ عندما يتم إختيار العناصر من $c_{ij} (i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n})$. (2)، $\underline{c}$ وجميع المعاملات في (1). إذا قمنا باستبدال دالة الهدف $\underline{c} = \min c_{ij}$ أدنى قيمة يشار لها بواسطة نحصل على التالي:

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \ge \underline{c} \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \underline{c} \sum_{i=1}^{m} a_i = \underline{c} W . \quad (10)$$

واخيراً، فإن دالة الهدف على مجموعة من الخطط المقبولة لمشكلة يمكن تمثيلها كما مبين في أدناه:

$$\underline{c} W \le \sum\sum c_{ij} x_{ij} \le \bar{c} W . \quad (11)$$

3- مشكلة الانتاج والنقل

يمكن وصف مشكلة الانتاج والنقل على النحو التالي، هنالك العديد من المصانع الموضوعة في مواقع مختلفة (مصافي على سبيل المثال) وعدد كبير من المستهلكين لمنتجات هذه المصانع، كما ويمكن لكل منتج أن يصنع من خلال عدة طرق من الانتاج، حيث تتميز كل طريقة بواسطة كميات مختلفة من المنتجات فضلا عن تكاليف الانتاج المتغيرة وعن طريق أقصى قدر ممكن من إنتاج نوع معين من المنتجات. نحن نفترض إن طلب المستهلكين على كل منتج مخطط له خلال فترة زمنية قصيرة وكذلك تكاليف نقل الوحدة الواحدة من المصانع إلى المستهلكين معروفة، كما ويمكن تلبية الطلبية لأي مستهلك من أي منتج معين وعن طريق أي مجموعة من المصانع، بمعنى آخر "لايوجد هنالك عجز في تلبية أي طلبية ولاتوجد خسارة لأي مستهلك". أما الآن فإن مشكلة الانتاج والنقل تتمثل في تحديد برنامج لإنتاج المنتجات وكذلك نقل هذه المنتجات إلى المستهلكين بأقل كلفة إنتاج ونقل مع تلبية جميع طلبيات المستهلكين بطريقة مرضية لذا يمكن صياغة مجموعتين من دوال الهدف وكما يلي [12]:

$$f(x) + g(y) \to \min$$
$$Ax + By = D$$
$$x \in X, y \in Y.$$

حيث إن:

A، B و D – تمثل مصفوفات (الانتاج، التوزيع والطلبيات) على التوالي،

$f(x)$، $g(y)$ – تمثل الدوال المقعرة للإنتاج والتوزيع،

X، Y – تمثل المجاميع المحدودة للتقعر.

$$\begin{aligned} & f(x) - \upsilon Ax \to \min \\ & x \in X \\ & g(y) \to \min \\ & By = D - Ax \\ & y \in Y \end{aligned} \qquad (12)$$

$$x^{s+1} = (1-\lambda_s)x^s + \lambda_s \bar{x}^s$$
$$\upsilon^{s+1} = (1-\lambda_s)\upsilon^s + \lambda_s \bar{\upsilon}^s$$

حيث إن $\bar{x}^s$ هو حل للمعادلة (12) عندما تكون $\upsilon = \upsilon^s$ و $\upsilon^s = D - A\bar{x}^s$.

أعتبر إن نموذج مشكلة الانتاج والنقل وضع بشكل إجمالي واحد ليتألف من المتغيرات الآتية:

m من مصادر الانتاج (على سبيل المثال: مصنع)،

ℓ من المنتجات المطلوبة للاستهلاك مع n من المستهلكين،

i يمثل المصنع والمحدد بالمتجه $z_i = (z_{i1},...,z_{ir_i})$،

$A_i = \left\| a^i_{\lambda\mu} \right\|$ تمثل مصفوفة المخرجات للمصنع i و $\lambda = \overline{1,\ell}$ تمثل عدد المنتجات،

$\mu = \overline{1,r_i}$ يمثل عدد الطرق المستخدمة للانتاج و $c_{i\mu}$ يمثل تكاليف المصنع i والتي تتماثل مع طرق التطبيق μ وبكثافة واحدة، وباستخدام جميع قدراتها التكنولوجية مع كثافة $z_{i\mu}$ المصنع i ينتج $y_i^\lambda = \sum_{\mu=1}^{r_i} a^i_{\lambda\mu} z_{i\mu}$ وحدة من المنتج λ،

وبهذه الطريقة فإن $A_i z_i$ يمثل متجه الانتاج للمصنع i،

$J\lambda$ تمثل مجموعة الاعداد لنقاط استهلاك المنتجات λ ونقاط الطلب $j \in J_\lambda$ للمنتج λ بواسطة $b\lambda i$،

σ_{ij}^λ تمثل مصفوفة كلف النقل لكل وحدة من المنتج λ يتم نقلها من النقطة i إلى النقطة j. ومن أجل سهولة البناء والتحليل للنماذج سيتم اعتبار نقطة الانتاج المناسبة نقطة صفرية i للمنتجات الاستهلاكية المصنوعة فيها. ونقطة الشراء الخالية من الاستهلاك هي بقايا المنتجات المصنعة للمنتج λ عند سعر منخفض بشكل كافي $\upsilon\lambda$ لكل وحدة، مع الوضوح بأنه لامعنى للكلام عن تلبية احتياجات نقطة الصفر وتكاليف النقل σ_{i0}^λ تساوي صفر.

إن مشكلة الانتاج والنقل تحتاج لبناء خطة إنتاجية وخطة توزيعية مع الحد الأدنى من التكاليف، ويمكن التعبير عنها رياضياً بالشكل التالي [13]:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{\mu}^{r_i} c_{i\mu} z_{i\mu} + \sum_{i=1}^{m}\sum_{\lambda}^{\ell}\sum_{j\in J_\lambda} \sigma_{ij}^\lambda x_{ij}^\lambda - \sum_{i=1}^{m}\sum_{\lambda=1}^{\ell} \upsilon_\lambda x_{i0}^\lambda \to \min \qquad (13)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^{\lambda} \geq b_{\lambda i}\ ,\ j \in J_{\lambda}\ ;\lambda = \overline{1,\ell}, \tag{14}$$

$$\sum_{j\in J_{\lambda}} x_{ij}^{\lambda} = y_i^{\lambda}\ ,\ \lambda = \overline{1,\ell}, \tag{15}$$

$$\sum_{\mu=1}^{r_i} a_{\lambda\mu}^{i} = y_i^{\lambda}, \lambda = \overline{1,\ell},\ i = \overline{1,m} \tag{16}$$

$x_{ij}^{\lambda} \geq 0, i = \overline{1,m}\ ;\ j \in J_{\lambda}\ ;\lambda = \overline{1,\ell}\ ,$

$z_i = \{z_{i\mu}\} \in Z_i\ ,i = \overline{1,m}.$

الجزء الاول من دالة الهدف للمعادلة (13) – تكاليف الانتاج، الجزء الثاني لنفس الدالة يمثل تكاليف التوزيع والإضافة الثالثة هي عدم إزالة الايرادات من بيع المنتج. القيد رقم (14) يمثل ضمان تلبية الطلب لكل نقطة من نقاط الاستهلاك، أما القيد (15) فهو يعني إن كل إنتاج في i للمنتج λ سوف يرسل إلى المستهلكين أو يتحقق كنقطة إنتاج، أخيراً القيد (16) يمثل التدفق من دالة الانتاج المحددة من كل مصنع ولكل منتج.

المبحث الثالث: الجانب العملي

1- حل نموذج النقل الضبابي

سوف نقترح حلاً لمشكلة النقل من خلال التوزيع الضبابي لأي مصدر من مصادر السلع والتي ستعرف كأرقام ضبابية مثلثية. أي بمعنى، $\{\tilde{a}_i\ , i = \overline{1,m}\}$ و $\{\tilde{b}j\ ,\ j = \overline{1,n}\}$ في مثل هذه الحالة يمكن اعتبار مشكلة النقل كمشكلة برمجة خطية والتي يمكن تمثيلها رياضياً بالشكل الآتي [6]:

$$Min\, z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}\, x_{ij}\ , \tag{17}$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \tilde{a}_i\ ,\quad i = \overline{1,m}\ ,\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \tilde{b}_j\ ,\quad j = \overline{1,n}\ ,\ \sum_{i=1}^{m} \tilde{a}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{b}_j \tag{18}$$

$$x_{ij} \geq 0\ , i = \overline{1,m}\ ,\quad j = \overline{1,n}.$$

سيتم اعتبار القيم الضبابية $\{\tilde{a}_i\ , i = \overline{1,m}\}$ و $\{\tilde{b}_j\ ,\ j = \overline{1}\}$ كاعداد ضبابية مثلثية $\tilde{a}_i = (a_i - a_i^l, a_i, a_i + a_i^r), i = \overline{1,m}$ مع حد من السماحات $\left[a_i^l\ (<a_i), a_i^r\ (>0)\right]$ بالنسبة إلى

$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \tilde{a}_i, i = \overline{1,m}$، و $\tilde{b}_j = (b_j - b_j^l, b_j, b_j + b_j^r), j = \overline{1,n}$ مع حد من السماحات $\left[b_j^l\ (<b_j), b_j^r\ (>0)\right]$ بالنسبة إلى $\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \tilde{b}_j,\ j = \overline{1,n}$. الاعداد الضبابية المثلثية $\tilde{b}_i = (b_i - b_i^l, b_i, b_i),\ i = \overline{1,m}$ يطلق عليها الاعداد الضبابية المثلثية لجهة اليسرى مع حد للسماحات $b_i^l\ (<b_i), i = \overline{1,m}$، والاعداد الضبابية المثلثية $\tilde{b}_i = (b_i, b_i, b_i + b_i^r),\ i = \overline{1,m}$ يطلق عليها الاعداد الضبابية المثلثية لجهة اليمنى مع حد للسماحات $b_i^r\ (>0),\ i = \overline{1,m}$. إن حل مشكلة النقل الضبابية (17-18) قدم وفقاً لأسلوب "Tien Fuling" [10]. لنفترض إن L_1 و U_1 عبارة عن الحدود العليا والحدود الدنيا لدالة الهدف z، فإذا تم الحصول على مستويات الطموح للهدف z، يمكن صياغة النموذج الضبابي بالشكل التالي:

جد $x_{ij}, i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}$ وذلك لتحقيق

$$z \geq \tilde{s},\ \tilde{s} = (L_1, U_1, U_1), \qquad (19)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \tilde{a}_i,\quad i = \overline{1,m},\quad \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \tilde{b}_j,\quad j = \overline{1,n},\quad \sum_{i=1}^{m} \tilde{a}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{b}_j,\ x_{ij} \geq 0,\quad i = \overline{1,m},\ j = \overline{1,n}. \qquad (20)$$

إن دالة الانتماء للقيود الضبابية (17-18) معرفة كما في ادناه:

بالنسبة للقيد الاول (19)

$$\mu^1\left(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}\right) = \begin{cases} 0, & \text{for } \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} < L_1, \\ \left(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} - L_1\right) \Big/ (U_1 - L_1), & \text{for } L_1 \leq \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} < U_1, \\ 1, & \text{for } \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \geq U_1, \end{cases}$$

بالنسبة إلى $i-th$ من القيود، $i = \overline{1,m}$.

$$\mu_i^2\left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\right) = \begin{cases} 0, & \text{for } \sum_{j=1}^{n} x_{ij} < a_i - a_i^l, \\ \left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij} - a_i + a_i^l\right) \Big/ a_i^l, & \text{for } a_i - a_i^l \leq \sum_{j=1}^{n} x_{ij} < a_i, \\ \left(a_i + a_i^l - \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\right) \Big/ a_i^r, & \text{for } a_i \leq \sum_{j=1}^{n} x_{ij} < a_i + a_i^r, \\ 1, & \text{for } \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \geq a_i + a_i^r, \end{cases}$$

بالنسبة إلى $j-th$ من القيود، $j = \overline{1,n}$.

$$\mu_j^3\left(\sum_{i=1}^m x_{ij}\right)=\begin{cases}0, & \text{for } \sum_{i=1}^m x_{ij} < b_j - b_j^l,\\ \left(\sum_{i=1}^m x_{ij} - b_j + b_j^l\right)\Big/ b_j^l, & \text{for } b_j - b_j^l \le \sum_{i=1}^m x_{ij} < b_i,\\ \left(b_j + b_j^r - \sum_{i=1}^m x_{ij}\right)\Big/ b_j^r, & \text{for } b_i \le \sum_{i=1}^m x_{ij} < b_j + b_j^r,\\ 1, & \text{for } \sum_{i=1}^m x_{ij} \ge b_j + b_j^r.\end{cases}$$

من خلال استخدام المعامل *max–min* [3] لمشاكل البرمجة الخطية تكون (19) و (20) بالصيغة الآتية:

$$Max\ \lambda$$

$$\text{Subject to} \qquad \sum_{i=1}^m\sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} + \lambda(U_1 - L_1) \le U_1 \qquad (21)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} - \lambda a_i^l \ge a_i - a_i^l,\ \sum_{j=1}^n x_{ij} + \lambda a_i^r \le a_i - a_i^r,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} - \lambda b_i^l \ge b_j - b_j^l,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} + \lambda b_i^r \ge b_j + b_j^r \qquad (22)$$

$$0 \le \lambda \le 1,\ x_{ij} \ge 0,\ i = \overline{1,m},\ j = \overline{1,n}.$$

2-الأسلوب الضبابي لحل مشاكل البرمجة الخطية بالاعتماد على طرائق صنع القرار

تعتبر المعلمات في صياغة مشكلة الامثلية (21) - (22) من المحددات لأجمالي مستوى الضمان للمصادر الضبابية المحددة، وفي التطبيق العملي تعتمد السماحات على النوع وعلى المصادر المحددة مما يسمح لنا بتعميم الاسلوب المقترح أعلاه في حالة استخدام معلمات متعددة. ولعل من المعروف أن السماحات بين مصادر الطلب ومصادر التجهيز في القيود مستقلة مع أمكانية صياغتها على شكل متباينات.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} - \lambda_1 a_i^l \ge a_i - a_i^l, \qquad \sum_{j=1}^n x_{ij} + \lambda_1 a_i^r \le a_i - a_i^r, \qquad (23)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} - \lambda_2 b_j^l \ge b_j - b_j^l, \qquad \sum_{i=1}^m x_{ij} + \lambda_2 b_j^r \le b_j + b_j^r,$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} - \lambda_3 b_j^l \ge b_j - b_j^l, \qquad \sum_{i=1}^m x_{ij} + \lambda_3 b_j^r \le b_j + b_j^r$$

$i=\overline{1,m},\ \ j=\overline{1,n}\ ,\ 0\le\lambda_p\le 1,\ \ p=\overline{1,23}$.

للعثور على القيم الحدية التي تقوم بتغيير المصادر، نستخدم طريقة المقارنة بين أهمية القيود بالاعتماد على أساليب صنع القرار، ولنعتبر طريقة بناء دالة الانتماء باستخدام المقارنات الثنائية. أفرض إن مجموعة العناصر $X=\{x_i\ge 0,\ i=\overline{1,k}\}$ ويمكن الحصول على درجة ارتباط العناصر إلى المجاميع الضبابية عن طريق مقارنة العناصر معاً. أفرض إن q_{ij} تمثل تقدير العناصر x_i بالمقارنة مع العنصر $x_j\ ,i,j=\overline{1,k}$. من أجل التناسق، $\eta_{ji}=1/\eta_{ij}$ والتقديرات η_{ij} تعرف المصفوفة $\Omega=\left\|\eta_{ij}\right\|,\ i,j=\overline{1,k}$. علاوة على ذلك نجد المتجه الذاتي $\Phi=(\vartheta_1,\ldots,\vartheta_m)$ والذي يتماثل مع القيمة الذاتية القصوى $\lambda(\Omega)$ للمصفوفة Ω. القيم $\vartheta_i\ge 0,\ i=\overline{1,k}$ تمثل مستويات انتماء العناصر $x_i\ ,\ i=\overline{1,k}$ للمجموعة الضبابية [8]. معاملات الأهمية النسبية للعناصر η_{ij} والمستمدة من تقديرات مقياس الأهمية وكما مبين في الجدول 1.

الجدول 1، المقاييس في المقارنات الثنائية

الاهمية النسبية للعناصر	مصفوفة العناصر B
الأهمية المتساوية للعناصر	1
أهمية معتدلة	3
أهمية قوية	5
أهمية قصوى	7
أكثر أهمية	9
القيم المتوسطة بين قيم المقياس المتجاورة	2,4,6,8

وبمقارنة أهمية المعوقات التي تحدد مجال الحلول لمشكلة البرمجة الخطية الضبابية، وأخيرا لنحصل على نموذج المشكلة مع مراعاة أهمية مجموعة القيود. لنعرف المصفوفة Ω كمصفوفة مقترنة للمقارنة، لذا يجب ان نجد المتجه الذاتي Φ بالنسبة للشرط المنجز $\Omega\Phi=\lambda\Phi$ ، حيث تمثل λ اي قيمة ذاتية. مرة أخرى سوف نجد اي قيمة ذاتية $\left[(\Omega-\lambda\mathrm{I})\Phi=0\right]$.

3- مثال تطبيقي حول مشكلة النقل الضبابي:

يمكننا صياغة مشكلة البرمجة الخطية للوصول إلى أدنى تخفيض للكلف؛ وعليه يمكن صياغة المشكلة كما مبين في أدناه:

افرض إن

x_{ij} = الكميات المنقولة من الموقع i إلى المستهلك j ، $i = 1, 2, 3, j = 1, 2, 3$ ،

z = دالة الهدف المراد تخفيضها

$$z = 32x_{11} + 40\,x_{21} + 120\,x_{31} + 60\,x_{12} + 68\,x_{22} + 104\,x_{32} + 200\,x_{13} + 80\,x_{23} + 60\,x_{33} \to \min \qquad (24)$$

Subject to

$$x_{11}+x_{21}+x_{31}=30\ ,\quad x_{12}+x_{22}+x_{32}=35$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 30,$$
$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 20 \qquad (25)$$
$$x_{21} + x_{22} + x_{23} = 30 \ , \ x_{31} + x_{32} + x_{33} = 41$$

في هذا النموذج يعد الجانب الأيمن من استهلاك المستهلكين عبارة عن أرقام ضبابية وعلى النحو التالي:

$\tilde{30} = (28,30,32), \ \tilde{35} = (34,35,38), \ \tilde{30} = (29,30,31).$

الآن، اذا كان صانع القرار يعتبر المستهلك (1، 2) ذو اهمية قوية للمستهلك (3)، فإن النموذج سيكون بالشكل التالي:

$$\Omega = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 5 \\ 1/5 & 1/5 & 1 \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-\lambda & 1 & 5 \\ 1 & 1-\lambda & 5 \\ 1/5 & 1/5 & 1-\lambda \end{pmatrix}$$

نقوم بحل المصفوفة $\begin{pmatrix} 1-\lambda & 1 & 5 \\ 1 & 1-\lambda & 5 \\ 1/5 & 1/5 & 1-\lambda \end{pmatrix}$ لايجاد قيمة λ، $\lambda = (0,\ 0,\ 3)$

$$= \begin{pmatrix} -2 & 1 & 5 \\ 1 & -2 & 5 \\ 1/5 & 1/5 & -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \varphi_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \qquad \left\{ \begin{matrix} -2\varphi_1 & + & \varphi_2 & +5 \\ \varphi_1 + & -2 & +\varphi_2 & -5 \\ 1 & \varphi_1 + & 5 & -\varphi_2 \ 1 = \end{matrix} \right\} ,$$

$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 1.$

عند حل منظومة المعادلات اعلاه نحصل على النتائج التالية:

$\varphi_1 = 0.4545, \varphi_2 = 0.4545, \varphi_3 = 0.0909$,

من خلال استخدام المعادلات (23) النموذج يصبح كالآتي:

Max λ

subject to

$$32x_{11} + 40x_{21} + 120x_{31} + 60x_{12} + 68x_{22} + 104x_{32} + 200x_{13} + 80x_{23} + 60x_{33} + \lambda(5396 - 5092) \le 5396,$$
$$x_{11} + x_{21} + x_{31} \ge 28 + 2\lambda_1, \ x_{11} + x_{21} + x_{31} \le 32 - 2\lambda_1,$$
$$x_{12} + x_{22} + x_{32} \ge 34 + 2\lambda_2, \ x_{12} + x_{22} + x_{32} \le 38 - 3\lambda_2,$$
$$x_{13} + x_{23} + x_{33} \ge 29 + \lambda_3, \ x_{13} + x_{23} + x_{33} \le 31 - \lambda_3,$$
$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 20 \ , \ x_{21} + x_{22} + x_{23} = 30 \ , \ x_{31} + x_{32} + x_{33} = 41$$
$$0.4545 \le \lambda_1, \ 0.4545 \le \lambda_2, 0.0909 \le \lambda_3, \ \lambda_1 \ge \lambda, \lambda_2 \ge \lambda, \ , \ \lambda_3 \ge \lambda,$$
$$x_{ij} \ge 0, \ \textit{i = 1, 2, 3, j = 1, 2, 3.}$$

الحل الامثل للنموذج اعلاه هو كما يلي:

$$x_{11} = 23.2, x_{21} = 6.3,\ x_{31} = 0,\ x_{12} = 0, x_{22} = 0,\ x_{32} = 34.74,$$
$$x_{13} = 0, x_{23} = 23.74,\ x_{33} = 6.26,\ \lambda = \lambda_1 = \lambda_2 = 0.74, \lambda_3 = 1, z = 5172.88.$$

المبحث الرابع: الاستنتاجات والتوصيات

1-الاستنتاجات:

من خلال نتائج البحث توصل الباحثين الى الاتي:

ان نماذج النقل لديها تطبيقات واسعة في مجال الخدمات اللوجستية وسلسلة التجهيز للتقليل من التكلفة. وقد اقترحت بعض الدراسات السابقة إجراءات لحل مشاكل النقل الضبابية. وفي هذا البحث حصل الباحثين على الحل الأمثل لمشكلة النقل الضبابية باستخدام الاعداد الضبابية المثلثية. وهو نهج جديد لإيجاد الحل الأمثل لمشكلة النقل مع المصادر الضبابية وعندما يفضل صانع القرار بعض المستهلكين على بعض،

2- التوصيات:

من خلال النتائج التي توصل اليها البحث يوصي الباحثين بالاتي:

1- تطبيق الطريقة المقترحة لايجاد الحل الأمثل لمشكلة النقل الضبابية باستخدام الاعداد الضبابية المثلثية عند أي نقطة (المنتج والمستهلك) في نموذج النقل.

2- حث منظمات الاعمال على اتباع النهج الجديد لإيجاد الحل الأمثل لمشكلة النقل مع المصادر الضبابية عندما يفضل صانع القرار بعض المستهلكين على بعض.

3- توسع الباحثين وطلاب الدراسات العليا في تطبيق الطريقة المقترحة على منظمات الاعمال كحالات دراسية تطبيقية.

المصادر

1. Bellman R., Zadeh L.A. Decision making in a fuzzy environment, Management Sci. – 17(B). – 1970. – P.141-164.
2. Lai Y.J., Hwang C.L. Fuzzy Mathematical Programming Methods and Application. – Berlin: Springer, 1992
3. Zimmermann H.J. Fuzzy programming and linear programming with several objective functions// Fuzzy Sets and System. №1, 1978, P.45-55.
4. Chanas S., Kuchta D. A concept of the optimal solution of the transportation problem with fuzzy cost coefficients// Fuzzy Sets and Systems. №82. 1996, P.299-305.
5. Chanas S., Kuchta D. Fuzzy integer transporting problem, Fuzzy Sets and Systems. №98. – 1998. – P.291- 298
6. Bablu Jana, Tapan Kumar Roy. Multi-Objective Fuzzy Linear Programming and Its Application in Transportation Model, Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences. – Vol.21, №2, 2005, P.243-268.
7. A.N.Barisov,Prineatia Reshenia Asnovia Nechotkeh Model(Decision-making based on fuzzy models), Riga Zinatne, 1990. 184c.
8. Arun Patil, Chandgude S. B. Fuzzy Hungarian Approach for Transportation Model ,International Journal of Mechanical and Industrial Engineering (IJMIE), Vol.2, Issue-1, 2012, P.77-80
9. Tien Fuling. Applying interactive fuzzy multi-objective Linear programming to transportation planning decisions , Journal of information and optimization sciences. Vol.27., №1. 2006 P.107-126
10. Podolak Yulia Nikolaevna" one method for solution of multi- Index transportation problem" ,master thesis, National University of Kyiv,Kyiv2013.
11. YUDIN D. and YUDIN A. (1979) Extreme models in economics. Moscow: Economics.
12. VOLKONSKII V. (1973) Principles of optimal planning. Moscow: Economics.
13. Reeb J., Leavengood S. Transportation Problem: A Special Case for Linear Programming Problems //Performance Eexcellence in the Wood Products Industry EM 8779 , June 2002.
14. ظافر حسين النجار، صباح مجيد سعيد النجار، بحوث العمليات مبادئ وتطبيقات، الجزيرة للطباعة والنشر، العراق – بغداد 2017.