تخطيط وتسيير مشاكل النقل في المؤسسات الاقتصادية باستخدام نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة مع دراسة تطبيقية في إحدى المؤسسات الوطنية للانتاج الحليب ومشتقاته بتلمسان-GIPLAIT-

أ. بن مسعود نصرالدين أ. بوقناديل محمد

جامعة سطيف1 جامعة المسيلة

mohammed.bouknadil@yahoo.fr

ملخص:

نقترح في هذه الورقة البحثية نموذج رياضي متعدد الأهداف لحل مشكلة تخطيط عملية النقل في إحدى المؤسسات الاقتصادية للإنتاج ونقل المواد الغذائية، بهدف تخفيض تكاليف الإنتاج والنقل وفي الوقت نفسه التقليل من وقت تسليم المنتج، وهذا بالاستعانة إلى نظرية المجموعات المبهمة (Fuzzy Set Teory) بسبب الغموض الذي يلف الظروف المتعلقة بمختلف التكاليف والمتغيرات الأخرى كالطلب والعرض، ليتم في الأخير الحصول على خطة منسقة بين الإنتاج والنقل تتضمن الكميات المثلى المنتجة والمنقولة والوقت الأمثل لتسليم المنتج من مراكز العرض إلى مواقع الطلب.

الكلمات الدالة: عملية النقل، البرمجة بالأهداف المبهمة، نظرية المجموعات المبهمة، دالة الانتماء، العرض المبهم، الطلب المبهم.

Abstract:

This paper proposes a mathematical model of multi objectives to solve the problem of transportation planning process in an economic organization which produces and transports alimentary goods, with the aim of reducing the costs of production and transport as well as minimizing the time of product's delivery. Depending on the fuzzy set theory due to ambiguity (fuzziness) that surrounds the conditions relating to the various costs and other variables such as supply and demand, the final goal is to get a coordinated plan between production and transport, which contains optimal produced and transported quantities and the time of delivery of product of the goods from supply centres to the demand one.

Key words: Transportation process, Fuzzy goal programming, fuzzy set theory, Membership function, Fuzzy supply, Fuzzy demand.

1- مقدمــة:

إن المهمة الأخيرة للمنشآت الاقتصادية ليست محصورة في الإنتاج فقط وإنما الأكثر من ذلك هو كيفية إيصال ونقل هذا الإنتاج إلى الفرد والمستهلك في المكان والوقت المناسب بكميات مثلى بأقل التكاليف، ومن أجل بلوغ هذه الغاية يجب تحريك هذا الإنتاج ونقله من مراكز التوزيع (العرض) إلى مراكز الاقتناء (الطلب)، غير أن هذه المراكز عموما تكون متعددة ومتشعبة في كل المواقع الجغرافية للبلد، وهذا ما يخلق صعوبة في تحديد الكميات المثلى الممكن نقلها من مصادر التوزيع إلى مصادر الاستهلاك ما يؤثر سلبا على قيمة وأداء المؤسسة خاصة في حالة المواد والمنتجات ذات الاستهلاك الواسع والقابلة للفساد بسرعة (مثل المواد الغذائية)، إضافة إلى العوامل البيئية غير أكيدة وغير معروفة في بعض الأحيان والتي تصعب هي كذلك من تحديد قيمة الكميات المعروضة والكميات المطلوبة مما تؤثر على تكاليف النقل ككل.

وتأسيسا على ما سبق تبرز لنا الحاجة إلى تخطيط عملية النقل في المؤسسات الاقتصادية لما يلعبه من دور فعال في تبادل وتوزيع المنتجات ومدى الترابط الذي يحققه بين المنشأة وموردیها وأسواقها، وأيضا الترابط بين فروع وإدارات ونقاط العمل داخل المنشأة، إضافة إلى هذا فإن نشاط النقل لقي اهتماما كبيرا من قبل العديد من

الاقتصاديين نظرا لزيادة الإنفاق عليه، حيث يمثل نسبة معتبرة من إجمالي النفقات خصوصا في الآونة الأخيرة مع تطور وسائل النقل بشكل كبير تماشيا مع السياسة التجارية التي تستوجب الدقة والسرعة، وتعدد مراكز التسويق والإنتاج وتنوع المنتجات، الأمر الذي يفرض تسيير جيد وفعال لعملية النقل والذي يحقق مختلف أهداف المؤسسة.

ونظرا للارتباط وظيفة النقل بمختلف الوظائف الأخرى (الإنتاج، التخزين، التسويق...الخ) فإن تخطيطيه وبرمجته وحساب مؤشراته ومتغيراته يدخل ضمن المهام الحساسة والأساسية للإدارة المؤسسة الاقتصادية، ولهذا نجد أن الطاقة الإنتاجية للمنشآت الاقتصادية تقف بالدرجة الأولى على كفاءة وتخطيط عملية النقل، وهذا ما يدفع بمسئول أو متخذ قرار النقل إلى البحث عن الطرق السبيلة في التخطيط الأمثل لهذه العملية من أجل تحقيق أداء جيد للمؤسسة واستقرار تواجدها في السوق.

وعليه فإن التخطيط الأمثل لعملية النقل على المستوى الجزئي (المؤسسات أو الوحدات الاقتصادية) يعتمد على طرق مختلفة تدخل ضمن مجال بحوث العمليات وإدارة الأعمال الإنتاجية والخدمية، قد نجد طرق تختلف حسب نوعية النقل ونوع المنتجات التي تقدمها المؤسسة الاقتصادية، من بينها طريقة الركن الشمالي الغربي-North West Corner Method، طريقة التوزيع العشوائي Rendom Distribution Method، طريقة عنصر الأقل كلفة Least Cost Method، طريقة فوجل Vogel'sMethod، طريقة عوامل الضرب Multipliers Method، طريقة المسار المتعرج Stepping Stone Method، طريقة البرمجة الخطية الأحادية الهدف The linear Programming Single Goal Method، طريقة البرمجة بالأهداف Goal Programming Method.

وبالرجوع إلى عالم الحقيقة نجد أن مشكلة تخطيط النقل تتمثل في نوعين حالة التوازن والتي تسمى بمشاكل النقل المغلق Closed Transportation Problems أين تكون مجموعة الكميات المعروضة من قبل مراكز التوزيع مساوية إلى الكميات المطلوبة من قبل مراكز الاستلام، وهنا يمكننا استعمال الطرق السالفة الذكر، وحالة عدم التوازن أو ما تسمى بمشاكل النقل المفتوح Opened Transportation Problems أين يكون مجموع الكميات المعروضة غير مساويا إلى مجموع الكميات المطلوبة وفي هذه الحالة إما أن يكون العرض أكبر من الطلب أو العكس، يعني الأمر هنا يكون مبهم في ظروف غامضة، وقد يرجع السبب في ذلك إلى نقص أو عدم توفر المعلومات أو أنها غير أكيدة، وبالتالي الطرق السالفة الذكر تطبيقها في هذه الحالة غير ملائم، الأمر الذي يستدعي البحث عن طرق أخرى لحل هذه المشكلة .

إذن حتى يمكن حل مشكلة تخطيط النقل في ظل عدم توفر المعلومات عن المتغيرات المتعلقة بذلك (في بيئة غير أكيدة، أو بيئة غامضة) سنقترح منهجية البرمجة الخطية بالأهداف المبهمة Fuzzy Goal Programming Model. حيث كانت أول دراسة لمشكلة النقل من طرف الباحث[i] F. L. Hitchcock[1941] لتأتي في ما بعد العديد من الدراسات في نفس الموضوع من بينها دراسة[ii] لـ Waiel F. Abd El-Wahed Sang M. Lee [2004] تناولت استخدام نموذج البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة لتخطيط مشاكل النقل في المؤسسات الاقتصادية بالإعتماد على الحلول الوسطى (الحلول الكمبرومازية)، ثم دراسة[iii] لـ B. Samanta and T. Kumar Roy [2005] أستخدم طريقة البرمجة بالأهداف باستعمال دوال الانتماء من الشكل شبه منحرف لكل هدف لنقل المنتجات من مصادر عرضها إلى مراكز استلامها (الطلب عليها)،هناك كذلك دراسة[iv] لـ Tien-Fu Liang[2006] حيث استخدم منهجية البرمجة الخطية المبهمة للمساعدة على اتخاذ قرار النقل المتعدد الأهداف في بيئة غير أكيدة والمتمثلة في تخفيض التكاليف الإجمالية للإنتاج والنقل وتخفيض وقت تسليم وتوزيع المنتجات (Delivery Time) مع الأخذ بعين الاعتبار كل من الطاقة الإنتاجية لكل آلة والكمية المعروضة المتاحة في كل مركز من مراكز العرض أو الإنتاج، كذلك بالنسبة للطلب المتوقع والمساحة المخصصة للتخزين في مراكز الاستلام (مراكز الطلب).

دراسة[v] D.Peidro And P.Vasa [2009] تتضمن نفس المنهجية المقترحة من طرف Tien-Fu Liang فقط اختلاف في دوال الانتماء الخاصة بكل هدف حيث استعمل دالة المعولية (S-CURVE) بدل الدوال المثلثية،

دراسة[vi] Kumar V.J. Sudhakar and V. Navaneetha [2010] محتواها حل مشكلة النقل على مرحلتين باستعمال البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة ذات دوال انتماء من الشكل شبه منحرف، لتأتي بعد دلك دراسة H. G . Kocken and M. Ahlatcioglu[2011][vii] تناول فيها مقاربة البرمجة الخطية المتعددة الأهداف لحل مشكلة النقل بالاعتماد على معاملات التكلفة المبهمة وذلك بالإعتماد على مبدأ باريتو(Pareto) وإدخال البرمجة اللاخطية لدوال الانتماء مع اختيار الحلول الوسطى (الكمبرومازية)، دراسة أخرى لـ[viii] H.Abdollah nejad Barough [2011] توضح الدور الذي تلعبه نماذج النقل في مجال الخدمات اللوجيستية و إدارة سلسلة التوريد في تخفيض التكاليف وتحسين الخدمات في ظل المتغيرات المبهمة (التكلفة، العرض، الطلب) باستعمال دوال الانتماء من الشكل المثلثي.

وفي دراسة لـ[ix]-S. Mohanaselvi andK. Ganesan [2012] تضمنت استعمال مبدأ نظرية المجموعات المبهمة في إيجاد حل مشكلة النقل وذلك بتحديد لكل متغير ثلاثة قيم ليختار منها الأحسن باستعمال الأعداد الهلامية (الغامضة)، وأخرى[x] في سنة [2013] من طرف .S.Saranya & S.Maheswari and S Narayanamoorthy يستعمل خوارزمية جديدة Fuzzy Russell's Method هي مقاربة رياضية نسبة للباحث البريطاني راسل (Russell) تعتمد على نظرية المجموعات المبهمة، وأخيرا هناك دراسة [xi]M. Zangiabadi and H. R. Maleki[2013] تستعمل نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة بالاعتماد على دوال الانتماء اللاخطية لكل هدف.

هكذا تعددت الدراسات و تمايزت فيما بينها حول طريقة حل هذه المشكلة عندما تكون الظروف البيئية تتسم بعدم الدقة (بيئة غير أكيدة)، وتأسيسا على ذلك جاءت هذه الورقة البحثية التي بين أيدينا لعرض منهجية البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة لحل مشكلة تخطيط النقل في إحدى المؤسسات الوطنية للإنتاج ونقل المواد الغذائية، حيث تم تقسيم العمل إلى الجزء الأول تناولنا فيه مقدمة لي يليه الجزء الثاني نتناول فيه موجز عام حول نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة، فيما بعد يأتي الجزء الثالث لصياغة وتطوير النموذج على مشكل النقل، ثم بعد ذلك نقدم دراسة تطبيقية مع مناقشة نتائجها في الجزء الرابع، وأخيرا الجزء الخامس يتضمن خاتمة.

1- موجز عام حول نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة (FGP):

أصل هذا النموذج يرجع إلى نموذج البرمجة بالأهداف (Goal Programming) التقليدية على يد Charnes and Cooper (1961) الذي كان إمتداد لنموذج البرمجة الخطية الأحادية الهدف التي تطبق في الظروف العادية الخاصة بالقرارات البسيطة التي بياناتها ومعلوماتها تكون دقيقة وأكيدة، لتعرف فيما بعد عدة تغيرات وتطورات تبعا لتغيرات البيئة الاقتصادية والاجتماعية والطبيعية التي جعلت القرارات تتخذ نوع من الصعوبة عند اتخاذها نظرا لعدم توفر ونقص وغموض المعلومات، ما دفع الباحثين إلى إدخال على نموذج البرمجة بالأهداف بما يسمى بالمنطق المبهم (Fuzzy Logic) الذي نشأ على يد العالم لطفي زداه[xii] (L.Zadah) سنة 1965 في جامعة كاليفورنيا وهو أحد أشكال المنطق يستعمل في الذكاء الاصطناعي يسمح بالوصول إلى استنتاج واضح مستند إلى مشكلة غامضة ومبهمة وغير دقيقة،[xiii] وهو أسلوب مناسب لمعالجة الغموض والدقة الموجودة في حياتنا إذ أن الاستنتاج المضبب هو تطبيق للمنطق المضبب وهو الضبابية الموجودة في قراراتنا وفي طريقة تفكيرنا أو في طريقة معالجة المعلومات،[xiv] لتصبح فيما بعد تسمى بالبرمجة بالأهداف المبهمة (**FGP**) حيث تعد إحدى الجهود الحديثة نسبيا في نمذجة المشكلات المتعددة الأهداف.

ولتوضيح صياغة هذا النموذج (**FGP**) نتبع الخطوات التالية:

بافتراض البرنامج الرياضي الخطي المتعدد الأهداف التالي:

$$Opt\, Z = CX$$

$$ST: \quad \text{تحت قيود}$$

$$AX \leq b \qquad (01)$$

$$X \geq 0$$

حيث:

Z : تمثل شعاع الأهداف $Z_1, Z_2, Z_3, \ldots Z_m$ ؛

C : مصفوفة معاملات دوال الهدف $m \times n$ ؛

X : تمثل شعاع متغيرات القرار $X_1, X_2, X_3, \ldots X_n$ ؛

b : شعاع الموارد المتاحة؛

A : مصفوفة المعاملات التكنولوجية المتعلقة بمتغيرات القرار الخاصة بقيود الموارد.

النموذج أعلاه يمثل حالة القرار المتعدد الأهداف والشكل المبهم (الضبابي) المرافق له تم تقديمه من طرف Zimmerman [1978] حسب الصياغة التالية:[xv]

$$Opt\, Z \cong CX$$

$$ST: \quad \text{تحت قيود}$$

$$AX \lesssim b \qquad (02)$$

$$X \geq 0$$

حيث الرمزين $\cong$، $\lesssim$ تعبر عن الطابع المبهم لكل من دوال الهدف وقيود الموارد (قيود النظام)، وقد يرجع السبب في استعمال تلك الرموز إلى الغموض والضبابية الذي يسود العديد من المتغيرات والمعلمات التي تدخل في بناء النموذج وهذا سواء على الأهداف المراد تحقيقها أو على قيود الموارد المتاحة.

ومن أجل حل هذا البرنامج المبهم يقدم Zimmerman [1978] استخدام دوال الانتماء (دوال العضوية) من أجل كل هدف i كما يلي:

فإذا كان لدينا مثلا الأهداف المراد الوصول لها في الشكل التالي:

$$G_i(X) \gtrsim \tilde{g}_i$$

$$AX \leq b$$

$$X \geq 0$$

فإن دالة الانتماء في هذه الحالة تكون من الشكل:

$$U_i(G_i(X)) = \beta = \begin{cases} 1 & if \quad G_i(X) \geq g_i \\ \dfrac{G_i(X) - L_i}{g_i - L_i} & if \quad L_i \leq G_i(X) \leq g_i \\ 0 & if \quad G_i(X) \leq L_i \end{cases}$$

أما في حالة الأهداف التي يكون مستواها أقل من g_i ($G_i(X) \leq \tilde{g}_i$) في حدود مدى مقبول يمكن تعريف دالة الانتماء الخطية الخاصة بها في الشكل التالي :

$$U_i(G_i(X)) = \beta = \begin{cases} 1 & if \quad G_i(X) \leq g_i \\ \dfrac{U_i - G_i(X)}{U_i - g_i} & if \quad g_i \leq G_i(X) \leq U_i \\ 0 & if \quad G_i(X) \geq U_i \end{cases}$$

حيث L_i : يمثل قيمة الحد الأدنى (Lower bond) للمدى الذي يمكن التغاضي عنه (الحد المسموح به Tolerance) في تحقيق الهدف $G_i(X)$ ، U_i الحد الأعلى(Upper bond) للمدى الذي يمكن التغاضي عنه (الحد المسموح به) في تحقيق الهدف $G_i(X)$ ، أما فيما يخص قيود النظام فهي كذلك تأخذ نفس الصياغة لدوال الانتماء السابقة الذكر.

وفي الأخير يتحول النموذج أعلاه رقم (02) إلى نموذج رياضي أحادي الهدف يمكن صياغته في الشكل الآتي:

$$MAX\,\beta$$

ST:

$$\beta \leq \frac{G_i(X) - L_i}{g_i - L_i}$$

$$\beta \leq \frac{U_i - G_i(X)}{U_i - g_i}$$

$$\beta \leq \frac{b_u - AX}{b_u - b}$$

$$0 \leq \beta \leq 1$$

$$X \geq 0$$

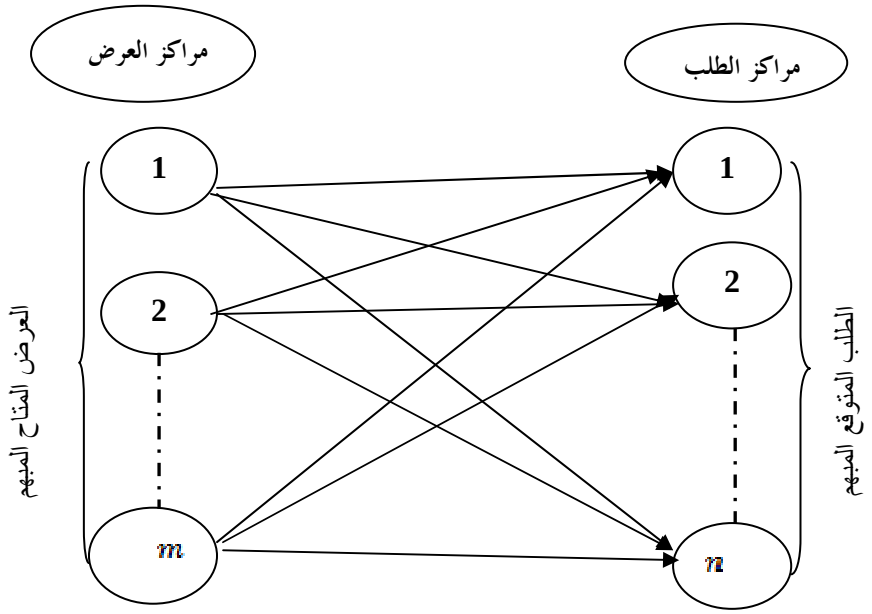
حيث β درجة الانجاز تعبرعن نسبة رضا متخذ القرار عن نتائجه والتي تمثل عن الحد الأدنى لجميع الدوال الخطية المتعلقة بالأهداف والقيود على حد السواء.

2- صياغة مشكلة تخطيط النقل باستخدام نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة (FGP)

3-1- وصف المشكل: إن نموذج النقل هو عملية مخططة لنقل المنتجات سواء كانت سلعة أو خدمة من m مصدر (مراكز الإنتاج والعرض)للمؤسسة إلى nموقع (مراكز الاستلام والطلب)، حيث كل مصدر يشمل العرض و الإنتاج المتاح من السلعة الذي يمكن توزيعه ونقله اتجاه المواقع المحددة، وكل موقع يشمل الطلب المتوقع من السلعة في السوق من كل مصدر.

ولكن ما يميز هذا النوع من المشاكل هو عدم الدقة في المعلومات وعدم التحكم في الكميات المطلوبة والمعروضة في السوق أو في بعض الأحيان الظروف البيئية إلى غير ذلك من الأسباب...ما يجعل متغيرات المشكلة في ظروف غامضة أي مبهمة، الأمر الذي يدفع بالبحث عن الطرق الملائمة لذلك مثل المنهجية المقترحة في هذه الورقة، وحتى نتمكن من تصور المشكل بأكثر تفصيل نجعل الشكل التالي يوضح ذلك:

الشكل رقم (01):يوضح عملية تخطيط مشكلة النقل



المصدر:من إعداد الباحث

يتضح من الشكل أن المشكلة تتمثل في كيفية نقل السلعة من مواقع عرضها(مراكز الإنتاج والتخزين) إلى مواقع الطلب عليها (مراكز الاستلام) بأقل التكاليف وبأقل فترة زمنية ممكنة مع تحديد الكميات المثلى الممكن نقلها، كل هذا في ظروف تتميز بعدم الدقة(مبهمة fuzzy)، إذن يتضح أن هناك هدفين الأول يتمثل في تدنيه إجمالي تكاليف الإنتاج والنقل والثاني يتمثل في تخفيض وقت تسليم السلعة، أما متغيرات القرار فهي الكميات المثلى.

3-2- تحديد أهم الرموز المستعملة:

بناءا على ما سبق يمكن تحديد متغيرات القرار و المعلمات و الأهداف الخاصة بمشكلة تخطيط النقل كما يلي:

i:يشير إلى التغير في عدد مراكز أو مصادر الإنتاج والعرض$(i = 1, 2 \ldots\ldots m)$؛

j:يشير إلى التغير في عدد مراكز أو مواقع الاستلام والطلب$(j = 1, 2 \ldots\ldots n)$ ؛

$\mathbf{g}$:يشير إلى عدد الأهداف المراد تحقيقه؛ $(\mathbf{g} = 1, 2 \ldots\ldots k)$؛

Q_{ij}:الكمية (عدد الوحدات المنتجة) المنقولة من المصدر i اتجاه الموقع j؛

z_1:إجمالي تكاليف الإنتاج والنقل ب دج؛

z_2:إجمالي الوقت أو المدة الزمنية اللازمة لتسليم السلعة (وقت التسليم delivery time) بالساعات؛

P_i:التكلفة الوحدية للإنتاج في كل مصدر أو مركز i ؛

C_{ij}:تكلفة نقل كل وحدة منتجة من المصدر i اتجاه موقع الاستلامj(دج /الوحدة)؛

t_{ij} : تكلفة نقل كل وحدة منتجة من المصدر i اتجاه موقع الاستلام j(ساعات الوحدة)؛

$\tilde{S}_i$:إجمالي العرض المتاح لكل مصدر i (بالوحدات) في بيئة غير أكيدة (قيمة الكمية المعروضة مبهمة)؛

$\tilde{D}_j$:إجمالي الطلب المتوقع لكل موقع j (بالوحدات) في بيئة غير أكيدة (قيمة الكمية المطلوبة مبهمة)؛

a_i:الوقت اللازم للإنتاج وحدة واحدة في كل مصدر i (ساعة /الوحدة)؛

M_{imax}:الطاقة الإنتاجية القصوى المتاحة في كل مصدر i بالساعات؛

B: الميزانية الإجمالية المخصصة (الميزانية المتاحة) بـ دج؛

b_i:المساحة المخصصة للوحدة الواحدة بـ م^2 المسلمة من المصدر i؛

W_{jmax}:المساحة الإجمالية المتاحة في كل مركز استلام jبـ م.^{2}

3- 3- صياغة وتطوير النموذج: يمكن صياغة مشكلة تخطيط النقل باستعمال طريقة البرمجة الخطية المتعددة الأهداف المبهمة (FMOLP)اعتمادا على دراسة Tien-FuLiang[xvi] [2006] في النموذج التالي:

1 - دوال الهدف:

- تخفيض إجمالي تكاليف الإنتاج والنقل:

$$Min\, Z_1 \cong \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(p_i + c_{ij})\,Q_{ij} \qquad (1)$$

- تخفيض إجمالي وقت تسليم السلعة:

$$Min\, Z_2 \cong \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\,Q_{ij} \qquad (2)$$

الرمز $\cong$ يحل الرمز $=$ والذي يدل على أن الهدفين Z_1 و Z_2 قيمهما غير دقيقة أي مبهمة تكون محددة من طرق متخذ القرار ولكن فيها نوع من الشك، وبالتالي يحصر قيمة كل هدف بين قيمتين (أعلى قيمة وأدنى قيمة).

2– قيود النظام:

- قيود إجمالي العرض المتاح في كل مصدر i:

$$\sum_{j=1}^{m} Q_{ij} \leq \tilde{S}_i \qquad \forall_i \qquad (3)$$

- قيود إجمالي الطلب المتوقع لكل مركز أو موقع j:

$$\sum_{i=1}^{n} Q_{ij} \geq \tilde{D}_j \qquad \forall_j \qquad (4)$$

- قيود إجمالي الميزانية المخصصة (المتاحة):

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(p_i + c_{ij})Q_{ij} \leq B \qquad (5)$$

- قيود الطاقة الإنتاجية المتاحة في كل مصدرi:

$$\sum_{j=1}^{n} a_i Q_{ij} \leq M_{i\,max} \qquad \forall_i \qquad (6)$$

- قيود المساحة المخصصة في كل مركز استلامj :

$$\sum_{i=1}^{m} b_i Q_{ij} \leq w_{j\,max} \qquad \forall_j \qquad (7)$$

- قيود عدم السلبية:

$$Q_{ij} \geq 0 \qquad \forall_i, \forall_j \qquad (8)$$

ولحل هذا النموذج في ظل الظروف الغامضة سنعتمد على مبدأ[xvii]نظريات المجموعات المبهمة (Fuzzy sets) وذلك بإدخال ما يسمى بدوال الانتماء الخطية (memberschip fonctions) التي تعمل على تحديد قيمة المتغير المبهم الذي عادة ما يكون محصور بين قيمة دنيا وقيمة عليا، وعليه فان كل مستوى طموح الخاص بكل متغير مرتبط بدالة انتماء حسب Zimmerman[xviii][1978]، فبالنسبة للمعادلتين الخاصة بالهدفين رقم(1) و(2) تأخذا العلاقة الآتية:

$$U_i(q_i) = \beta = \begin{cases} 1 & Z_g \leq Z_g^l \\ \dfrac{Z_g^u - Z_g}{Z_g^u - Z_g^l} & Z_g^l < Z_g < Z_g^u \quad g = 1,2 \ldots . k \\ 0 & Z_g \geq S_g^u \end{cases} \qquad (09)$$

Z_g^l ،Z_g^u تمثل المستوى الأعلى و الأدنى على التوالي للهدفg ، قيمهما تحدد عموما من طرف متخذ القرار بحكم الخبرة والتجربة وبعض التوقعات، أما $U_g(z_g)$ فتمثل دالة الانتماء أو العضوية يمكن التعبير عنها بالمتغير الوهمي β الذي يعبر عن نسبة انجاز أو نسبة تحقيق الهدف g فإذا كان يساوي الواحد فان نسبة تحقيق أو انجاز الهدف g $\%100$ فمتخذ القرار راض عن ذلك، أما إذا كانت قيمة β تساوي إلى الصفر فان درجة تحقيق الهدف غير ملائمة، وقد تكون النسبة محصورة بين الصفر والواحد.

بالنسبة لقيود العرض في المعادلة رقم (3) فهي كذلك غير معروفة (مبهمة) وبالتالي تأخذ دالة الانتماء الخطية التالية:

$$U_i(q_i) = \beta = \begin{cases} 1 & q_i \leq S_i^l \\ \dfrac{S_i^u - q_i}{S_i^u - S_i^l} & S_i^l < q_i < S_i^u \quad i = 1,2 \ldots..m \\ 0 & q_i \geq S_i^u \end{cases} \quad (10)$$

حيث $q_i = \sum_{j=1}^{n} Q_{ij}$ أما S_i^l وS_i^u هي الحدود العليا والدنيا للعرض على التوالي في كل مصدر i ,

نفس الشيء بالنسبة لقيود الطلب في المعادلة رقم(4) تأخذ دالة الانتماء التالية:

$$U_j(w_j) = \beta = \begin{cases} 1 & w_j \geq D_j^u \\ \dfrac{w_j - D_j^l}{D_j^u - D_j^l} & D_j^l < w_j < D_j^u \quad j = 1,2 \ldots..n \\ 0 & w_j \leq D_j^l \end{cases} \quad (11)$$

حيث $w_j = \sum_{i=1}^{m} Q_{ij}$ أما D_j^u و D_j^l هي الحدود العليا والدنيا للطلب على التوالي الخاص بكل مركز استلام j

وعليه سيتم تحويل النموذج السابق (FGP) بناءا على دوال الانتماء (9) و (10) و (11) إلى نموذج خطي عادي (LP) دو هدف واحد وهو تعظيم درجة الانجاز β، وبإمكاننا صياغة ذلك حسب Zimmerman [1978]، على النحو التالي:

$$Max\ \beta$$

$$S.T: \quad \text{تحت شرط}$$

$$\left.\begin{array}{l} \beta \leq U_g(Z_g) \forall_g \\ \beta \leq U_i(q_i) \\ \beta \leq U_j(w_j) \forall_j \end{array}\right\} A$$

ونكمل النموذج بالمعادلات رقم(5) حتى المعادلة رقم (8)

إذن حتى يمكن معرفة مدى فعالية وصلاحية هذا النموذج في حل مشكلة تخطيط عملية النقل(TPD)، سنحاول إسقاط ذلك على الواقع من خلال دراسة حالة على إحدى المؤسسات الاقتصادية الخاصة في إنتاج وتوزيع المواد الغذائية ذات الاستهلاك الواسع.

3- دراسة تطبيقية:

المؤسسة محل الدراسة تقع في تلمسان متخصصة في انتاج الحليب ومشتقاته (GIPLAIT) لها ثلاث وحدات إنتاج تقوم بنقل أحد منتجاتها إلى أربعة مراكز الطلب (مواقع الاستلام) في الجهة الغربية للبلاد، المشكلة هو أن المنتج متمثل في الجبن، وللعلم أن هذا المنتج هو من المنتجات الحساسة قد يتأثر إلى درجة كبيرة بعوامل مختلفة مثل (درجة الحرارة، المسافات البعيدة، سوء التخزين، نوعية وسائل النقل...) بالإضافة إلى نظرية

العرض والطلب التي تؤثر إما على تخزين المنتج في مصادر الإنتاج في حالة فائض في العرض، أو على نقل وتسليم المنتج إلى مراكز الاستلام في حالة فائض في الطلب،إلى غير ذلك من الأسباب.

وبالتالي حتى يصل هذا المنتج إلى مراكز الطلب في أحسن الظروف يتطلب تخطيط وتسيير مثولي لعملية النقل مما تصعب على المسير في كثير من الأحيان حل هذه المشكلة بسبب اعتماده على الطرق التقليدية في التخطيط كالمتوسط والتوقع عن طريق الخبرة، إضافة إلى المعلومات المتحصل عليها من الجهات الأخرى التي تكون في كثير من الأحيان خاطئة أو غير واضحة (مبهمة) عن مستوى المخزون مثلا، أو عن كميات الطلب والعرض ...الخ، إذن كلها أسباب قد تجعلنا نقترح النموذج الرياضي السالف الذكر الذي يأخذ في الاعتبار كل المعلومات والظروف سواء الواضحة أو غير الواضحة .

إذن المعلومات والبيانات المتحصل عليها مدونة في الجدول التالي:

جدول رقم (01): يوضح أهم البيانات والمعلومات لعملية النقل

مراكز التوزيع sources	مواقع الاستلام Destinations				العرض المتاح
	الموقع الأول	الموقع الثاني	الموقع الثالث	الموقع الرابع	
المصدر الأول	$\frac{1,2}{18}$ ♦	$\frac{1,5}{20}$	$\frac{1,5}{25}$	$\frac{2}{26}$	[25000,20000]
المصدر الثاني	$\frac{1}{14}$	$\frac{1,5}{16}$	$\frac{1,5}{16}$	$\frac{1,8}{20}$	[30000,26000]
المصدر الثالث	$\frac{1,1}{15}$	$\frac{1,2}{17}$	$\frac{1,2}{17}$	$\frac{1,5}{18}$	[12000,10000]
الطلب المتوقع	[20000,15000]	[12000,10000]	[15000,12000]	[17000,13000]	

المصدر:من إعداد الباحثين بالاعتماد على وثائق الشركة.

الجدول يحتوي على قيمتين في كل خانة القيمة المشار إليها بـ♦ تشير إلى تكلفة نقل الوحدة الواحدة بـ دج، أما القيمة المشار إليها بـ* تشير إلى وقت تسليم الوحدة الواحدة بالساعة.أما الكميات المعروضة والمطلوبة فوحدة قياسها هي العلبة.

فيما يخص المعلومات الخاصة بالعملية الإنتاجية فقد نلخصها في تكلفة إنتاج الوحدة الواحدة والتي كانت في جميع مصادر الإنتاج (الأول، الثاني والثالث) متساوية قيمتها 3ون، و الوقت اللازم للإنتاج وحدة واحدة في كل مصدر هو 0,25 ساعة ، وهذا قد يرجع إلى التشابه في نوعية الآلات المتواجدة على مستوى فروع الإنتاج، كذلك لدينا الطاقة الإنتاجية المتاحة القصوى في كل مصادر الإنتاج الثلاثة كانت 168(ساعة في الأسبوع).

والمساحة المخصصة لتخزين الوحدة الواحدة من المنتج هي 0,015 م^2 في جميع مصادر الإنتاج، أما المساحة الكلية الإجمالية المخصصة للاستلام المنتج في مراكز الاستلام الأربعة قدرت بـــ 360م^2، 200 م^2، 250م^2، 300 م^2، على التوالي، أما فيما يخص الميزانية المتاحة لدى الشركة الأصلية هي مقدرة بحوالي 3 مليون دج.

إذن في ظل هذه المعلومات والبيانات يمكننا الوصول إلى الكميات المثلى من المنتج وتحديد الوقت اللازم للتسليم ، ولكن قبل دلك نحدد دوال الانتماء الخاصة بالهدفين المراد وصولهما و قيود الطلب والعرض، وعليه يمكن تلخيص كل ذلك في ما يلي:

جدول رقم (02): يوضح دوال الانتماء أو العضوية الخاصة بكل متغير مبهم

البيان	الحدود الدنيا والعليا	دالة الانتماء
الهدف الأول Z_1	$Z_1^i = 1840000$ $Z_1^u = 2000000$	$U_1(z_1) = \beta = \begin{cases} 1 & Z_1 \leq 1840000 \\ \frac{2000000 - z_1}{160000} & 1840000 < Z_1 < 2000000 \\ 0 & Z_1 \geq 2000000 \end{cases}$
الهدف الثاني Z_2	$Z_2^i = 650$ $Z_2^u = 1000$	$U_2(z_2) = \beta = \begin{cases} 1 & Z_2 \leq 650 \\ \frac{1000 - z_2}{350} & 650 < Z_2 < 1000 \\ 0 & Z_2 \geq 1000 \end{cases}$
عرض المصدر الأول $i = 1$	S_1^i=20000 $S_1^u = 25\ 000$	$U_1(q_1) = \beta = \begin{cases} 1 & q_1 \leq 20000 \\ \frac{25000 - q_1}{5000} & 20000 < q_1 < 25000 \\ 0 & q_1 \geq 25000 \end{cases}$
عرض المصدر الثاني $i = 2$	$S_2^i = 26\ 000$ $S_2^u = 30000$	$U_2(q_2) = \beta = \begin{cases} 1 & q_2 \leq 26000 \\ \frac{30000 - q_2}{4000} & 26000 < q_2 < 30000 \\ 0 & q_2 \geq 30000 \end{cases}$
عرض المصدر الثالث $i = 3$	$S_3^i = 10000$ $S_3^u = 12\ 000$	$U_3(q_3) = \beta = \begin{cases} 1 & q_3 \leq 10000 \\ \frac{12000 - q_3}{2000} & 10000 < q_3 < 12000 \\ 0 & q_3 \geq 12000 \end{cases}$
طلب المركز الأول $j = 1$	D_1^i=15000 $D_1^u = 20000$	$U_1(w_1) = \beta = \begin{cases} 1 & w_1 \geq 20000 \\ \frac{w_1 - 15000}{5000} & 15000 < w_1 < 20000 \\ 0 & w_1 \leq 15000 \end{cases}$
طلب المركز الثاني $j = 2$	D_2^i=10000 $D_2^u = 12000$	$U_2(w_2) = \beta = \begin{cases} 1 & w_2 \geq 12000 \\ \frac{w_2 - 10000}{2000} & 10000 < w_2 < 12000 \\ 0 & w_2 \leq 10000 \end{cases}$
طلب المركز الثالث	D_3^i=12000	

$j=3$	$D_3^M = 15000$	$U_3(w_3) = \beta = \begin{cases} 1 & w_3 \geq 15000 \\ \frac{w_3 - 12000}{3000} & 12000 < w_3 < 15000 \\ 0 & w_3 \leq 12000 \end{cases}$
طلب المركز الرابع $j=4$	D_4^L=13000	$U_4(w_4) = \beta = \begin{cases} 1 & w_4 \geq 17000 \\ \frac{w_4 - 13000}{4000} & 13000 < w_4 < 17000 \\ 0 & w_4 \leq 13000 \end{cases}$
	$D_4^M = 17000$	

المصدر:من إعداد الباحثين

بعد تحديد جميع دوال الانتماء المدونة في الجدول أعلاه نستعمل النموذج A وبناءا على النتائج المحصل عليها من البرنامج LINDO تحصلنا على النتائج التالية:

جدول رقم (03): يوضح النتائج المحصل عليها من برنامج LINDO

الكميات المثلى	$Q_{11}=7500 \quad Q_{12}=4000 \quad Q_{13}=5000 \quad Q_{14}=6000$ $Q_{21}=7000 \quad Q_{22}=5000 \quad Q_{23}=6000 \quad Q_{24}=7000$ $Q_{31}=3000 \quad Q_{32}=2000 \quad Q_{33}=2500 \quad Q_{34}=3800$
قيمة الأهداف	$Z_1 = 1\,990\,000 \quad Z_2 = 855$
درجة الانجاز (مستوى رضا المقرر)	$\beta = 0.86$

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج **LINDO**

يلاحظ من الجدول أعلاه النتائج المتوصل إليها من خلال تطبيق النموذج السابق الذكر والمتمثلة في الكميات المنتجة والمنقولة ما بين مصادر العرض ومراكز الطلب والتي اختلفت قيمها من نقطة إلى نقطة أخرى،ودلك حسب الطلب المتوقع التابع لكبر أو صغر المنطقة التي تتجه لها السلعة في مقابل العرض المتاح حسب قدرة وحدات الإنتاج، كذلك تحصلنا على قيم الأهداف المخططة لها من طرف الإدارة الرئيسية للمؤسسة والمتمثلة في أقل التكاليف الإجمالية للإنتاج والنقل والتي وصلت إلى حدود 1990000دج و أقل وقت لتسليم السلعة في حدود 855 ساعة، إضافة إلى هذا كله تحصلنا على درجة و مستوى رضا المقرر (المسئول على إدارة الإنتاج والتسويق)على النتائج المتوصل لها السالفة الذكر بحوالي 0,86 أي بنسبة 86%، أما النسبة المتبقية 14 % فهي تدل على أن المقرر غير راضي على النتائج أي الكميات المثلى والأهداف المحققة وقد يرجع السبب في ذلك ربما إلى عدم التحكم والضبط بشكل دقيق في الحدود الدنيا والعليا للأهداف المنشودة و قيم العرض والطلب نتيجة لعدم وجود إطارات متخصصة في جمع المعلومات والبيانات وإنما الاعتماد على الخبرة فقط.

خاتمة:

من خلال هذه الورقة البحثية قد تم عرض واقتراح منهج البرمجة بالأهداف المبهمة **FGP** كوسيلة للمساعدة على حل وتخطيط مشاكل النقل **TPD**في ظل ظروف بيئية تتسم بعدم التأكد قد تجعل الأهداف المراد الوصول إليها المتمثلة في التقليل من تكاليف الإنتاج والنقل والتخفيض في الوقت الكلي للتوزيع إضافة إلى المتغيرات الأخرى المحيطة بالمشكلة العرض والطلب تأخذ صفة الغموض، الأمر الذي يستوجب إدخال نظرية المجموعات المبهمة **(Fuzzy Set Teory)** مع دوال الانتماء المثلثية للوصول إلى الحل المتمثل في الخطة المنسقة المثلى بين الإنتاج والنقل من مواقع العرض إلى مراكز الطلب.

ولتوضيح مدى فعالية ذلك في الواقع قدمت الدراسة مثالا علميا في إحدى المؤسسات الصناعية الخاصة بإنتاج المواد الغذائية ،ولكن بالرغم من النتائج الجيدة التي تم الحصول عليها من خلال النموذج المقترح إلا أنه يبقى حساسا كثيرا بسبب عدم دقة المعلومات والمعطيات التي تقدمها المؤسسة، والتي عادة ما تكون ناقصة و تقديرها يكون عشوائيا مبني على الخبرة، ولهذا قد نوصي بالشركة إلى إقامة وحدة إدارية تابعة لقسم التخطيط تعمل على توفير البيانات الإحصائية التفصيلية حول الإنتاج والنقل وجميع الأنشطة المتعلقة بذلك، كما نقترح استخدام أو إنشاء بنك معلوماتي يعتمد على الحداثة والعصرنة في تخزين وجمع البيانات والمعطيات سواء كانت متعلقة بالأرباح أو التكاليف إلى غير ذلك من المتغيرات، كذلك الاهتمام بالبعد التعليمي والتدريبي لمسئولي وظائف المؤسسة، هذا كله يسهل من جهة حل وتخطيط أي مشكلة تتلقاها المؤسسة، ومن جهة أخرى يساعد الباحثين على اقتراح الحلول العلمية المبنية على الطرق الحديثة كأساليب بحوث العمليات.

ولهذا إن أسلوب البرمجة بالأهداف المبهمة يعتبرمن الأساليب التي يمكن استخدامها في حل مشاكل عدم التأكد (الغامضة المبهمة) ، خاصة في الوقت الراهن الذي يفرض على المؤسسات تغيير مناهج وطرق تسيير وظائفها حتى تستطيع مسايرة الواقع الذي يتميز بمتغيرات غامضة سواء كانت اقتصادية وسياسية أو بيئية اجتماعية، هذا ما جعل استخدام الأساليب العلمية الرياضية كأسلوب البرمجة الخطية بالأهداف المبهمة **(FGP)** ضرورة ملحة لتسيير وتخطيط عملية النقل في المؤسسات الاقتصادية لما له قدرة على معالجة المشكلة تلك في ظل العديد من المتغيرات والمعلمات التي تتسم بعدم التأكد مع إدخال رأي متخذ القرار بتحديد درجة رضاه على النتائج المحصل عليها.

عموما الطريقة المقدمة في هذه الورقة البحثية هي أسلوب رياضي يمكن الاستفادة منه في تخطيط وتسيير عملية نقل وتوزيع المنتج من مواقع صنعه إلى مراكز الطلب عليه المتفرقة على مستوى البلد خاصة عندما يكون الأمر متعلق بالمنتجات الحساسة القابلة للفساد بسرعة والطلب عليها كثيرا مثل المنتج محل الدراسة، هذا كله حتى لا يكون تبديد وهدر في الأموال المنفقة على هذه الوظيفة مما يؤدي إلى انخفاض في الأرباح من جهة، ومن جهة أخرى التأثير على سمعة المؤسسة ككل، ورغم ذلك لا يمكن أن نسمي هذه الطريقة بالوسيلة المثلى وإنما ما هي إلا أسلوب علمي يمكن الاعتماد عليه في ترشيد وتوجيه القرارات إلى طريقها الصواب.

المراجع:

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

[ii]-Waiel F. Abd El-Wahed Sang M. Lee,Interactive fuzzy goal programming for multi-objective transportation problems, The International Journal of Management Science, 2004, P 159-166.

[iii]-B. Samanta and T. Kumar Roy, Multiobjective Entropy Transportation Model with Trapezoidal Fuzzy Number Penalties Sources and Destinations, Journal of Transportation Engineering, 2005, P 419- 428.

[iv]-Tien-Fu Liang, Application of Fuzzy Linear Programming to Transportation Planning Decision Problems with Multiple Fuzzy Goals, Department of Industrial Management, Hsiuping Institute of Technology, 11 Gungye Road, Dali City, Taichung, Taiwan 412, R.O.C, 2006.

[v]-D.Peidro And P.Vasa, Fuzzy multi-objective Transportation Planning With Modified S-Curve Membership Function, American Institute of Physic,2009, P 231-239.

[vi]-V.J. Sudhakar and V. Navaneetha Kumar, Solving the Multiobjective Two Stage Fuzzy Transportation Problem by Zero Suffix Method, Journal of Mathematics Research, 2010,P 135-140.

[vii]-H. G .Kocken and M. Ahlatcioglu,A Compensatory Approach to Multiobjective Linear Transportation Problem with Fuzzy Cost Coefficients, Mathematical Problems in Engineering, 2011.

[viii]-H.Abdollah nejad Barough, Fuzzy Cost Analysis in a Fuzzy Transportation System: a Study of the Supply Chain Management in a General Contractor Company, The Journal of Mathematics and Computer Science Vol .2 No.1 (2011) 184-194.

[ix]-S. Mohanaselvi and K. Ganesan, Fuzzy Optimal Solution to Fuzzy Transportation Problem: A New Approach, International Journal on Computer Science and Engineering, 2012, P 367-375.

[x]-S. Narayanamoorthy and S.Saranya & S.Maheswari, A Method for Solving Fuzzy Transportation Problem (FTP) using Fuzzy Russell's Method, Intelligent Systems and Applications, 2013, 02, 71-75.

[xi]-M. Zangiabadi and H. R. Maleki, Fuzzy Goal programming Technique to Solve Multiobjective Transportation Problems With Some Non-Linear Membership Functions, Iranian Journal of Fuzzy Systems Vol. 10, No. 1, (2013) pp. 61-74.

[xii] - Zadeh, L. A., 1965, Fuzzy Sets, Information control, Available on www.ivsl.org.

[xiii] - Bezdek, J. C., 1993, Fuzzy Models - What Are They, and Why?, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol. 1, No. 1, Available on www.ivsl.org.
نقلا من الورقة البحثية لـ قاسم محسن الحيطي، ثابت حسان ثابت مجلة تنمية الرافدين الملحق 110 المجلد43 لسنة 2012.

[xiv] رائد عبد القادر حامد، نعمة عبد الله الصخري، ذكاء يوسف عزيز، تعدين بيانات مشتركي خدمة الانترانت باستخدام المنطق المبهم المضبب والدالة التميزية، المجلة العراقية للعلوم الإحصائية رقم 19 -2011، ص 197-218.

[xv] Zimmermann, H.-J. (1978) "Fuzzy programming and linear programming with sev-eral objective functions"Fuzzy Sets and Systems1, 45–55.

[xvi]-Tien-Fu Liang Application of Fuzzy Linear Programming to Transportation Planning Decision Problems with Multiple Fuzzy Goals,Department of Industrial Management, Hsiuping Institute of Technology, 11 Gungye Road, Dali City, Taichung, Taiwan 412, R.O.C, 2006.

[xvii]-Zadeh, L.A. (1965), "Fuzzy sets"Information and Control 8, 338–353.

[xviii]-Zimmermann, H.-J. (1978) .OP.CIT, 45–55.