حل مشكلة النقل متعدد الاهداف باستعمال البرمجة الهدفية مع التطبيق

غازي فيصل غازي

أ.م.د عمر محمد ناصر العشاري

جامعة بغداد / كلية الادارة والاقتصاد / قسم الاحصاء

ECONOMICS AND ADMINISTRATIVE STUDIES JOURNAL (EASJ)

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: http://doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

حل مشكلة النقل متعدد الاهداف باستعمال البرمجة الهدفية مع التطبيق

Solving the multi-objective transportation problem using objective programming with application

غازي فيصل غازي *

أ.م.د عمر محمد ناصر العشاري

جامعة بغداد / كلية الادارة والاقتصاد / قسم الاحصاء

Ghazi Faisal Ghazi *

Assistant Prof. Dr. Omar Mohammed

College of Administrative and economics/University of Baghdad

تاريخ الاستلام: 2025/07/01 | تاريخ القبول: 2025/07/10 | تاريخ النشر: 2026/06/01

Published: 01/06/2026 | Accepted: 10/07/2025 | Received: 01/07/2025

المستخلص:

تبحث هذه الدراسة الى تسليط الضوء على حل مشاكل النقل متعدد الاهداف ففي وقتنا الحاضر تسعى العديد من الشركات والمؤسسات الى تحقيق العديد من الاهداف في آن واحد، حيث ان تحقيق عدة أهداف في وقت واحد قد يكون مستحيلاً أو صعباً لذا نلجئ الى البرمجة الهدفية والتي تعد امتداداً للبرمجة الخطية وهي واحدة من الطرق الحديثة المتبعة لحل مشاكل اتخاذ القرارات ذات الاهداف المتعددة والتي تعمل على تحقيق عدة أهداف (او بعضها) في نفس الوقت، تم اختيار مذخر العاصمة في مدينة الموصل كمكان للتطبيق حيث يرغب مدير المذخر لتحقيق عملية نقل الادوية والمستلزمات الطبية من مخازن المذخر الى المذاخر الفرعية باقل كلفة ووقت للنقل. حيث تم تحليل بيانات الطلب والعرض واستخدام نموذجين مختلفين للبرمجة الهدفية (Goal Programming) من اجل حل مشكلة النقل متعددة الاهداف (MOTP)للحصول على حل أمثل او حل وسط مرضي لمتخذ القرار حيث تم حل البيانات باستخدام احد البرامج الرياضية المختصة بحل نماذج بحوث العمليات والتي تعطي نتائج دقيقة وبأسرع وقت تم استخدام برنامج Win.Qsb أظهرت النتائج تحقيق للأهداف بشكل جيد وتقليل انحرافات الاهداف المتحققة عن الاهداف المطلوبة وبناءاً على النتائج التي تم الحصول عليها تم تحديد الكميات المثلى التي يجب نقلها من المخازن الى المذاخر الفرعية والتي تحقق أقل كلفة ووقت نقل.

الكلمات المفتاحية: مشكلة النقل، البرمجة الهدفية، الحلول الوسطى، برمجة الأهداف

بحث مستل من رسالة ماجستير

*Corresponding Author: ghazi.ghazi2201@coadec.uobaghdad.edu.iq

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

Abstract:

This studay investigates to shed light on solving multi-objective transportation problems. Nowadays, many companies and institutions seek to achieve several goals at the same time, as achieving several goals at the same time may be impossible or difficult. Therefore, we resort to objective programming, which is an extension of linear programming. It is one of the modern methods used to solve multi-objective decision-making problems that work to achieve several goals (or some of them) at the same time. The capital warehouse in Mosul city was chosen as the location for the application, as the warehouse manager wants to achieve the process of transporting medicines and medical supplies from the warehouse stores to the subsidiary warehouses with the lowest cost and transportation time. The supply and demand data were analyzed and two different objective programming models were used to solve the multi-objective transportation problem (MOTP) to obtain an optimal solution or a compromise that satisfies the decision maker. The data were solved using one of the mathematical programs specialized in solving operations research models, which gives accurate results in the fastest time. The Win.Qsb program was used. The results showed good achievement of the objectives and reducing the deviations of the achieved objectives from the required objectives. Based on the results obtained, the optimal quantities that should be transferred from the warehouses to the sub-warehouses were determined, which achieves the lowest cost and transportation time.

Keywords: Transportation Problem, Objective programming, Compromise solutions, Goal programming.

المقدمة

إن التحكم والسيطرة على تكاليف النقل في المؤسسات والشركات مهم جداً في تطويرها في التنمية الاجتماعية والاقتصادية في يومنا هذا، بحكم الحجم الكبير للسلع والعناصر المنقولة ،التطور السريع للخدمات اللوجستية لا تزال الكثير من المؤسسات والشركات تعاني من تكاليف النقل المرتفعة وبدوره يؤثر بشكل مباشر على قيود الطلب والعرض وعليه فإن خفض الكلفة المتعلقة بالنقل يعد طريقة جيدة وفعالة في تحسين الفوائد الاقتصادية والاجتماعية للشركات والمؤسسات[1]،مشكلة النقل اليوم هي مسألة بالغة الأهمية وموضوع اهتمام الكثير من الباحثين والمختصين في ايجاد أفضل الحلول الملائمة التي تساعد على اتخاذ القرار السليم ،حيث تُعد مشكلة النقل من بين المشاكل الخاصة بمسائل البرمجة الخطية وفي سنة 1953م حاول (Cooper) وضع نموذج لمشكلة نقل في صورة مبسطة اولى المحاولات المثمرة في هذا المجال حيث توصلا الى ما يسمى بطريقة الحجر المتنقل ((Stepping stone المشهورة . ثم قام (Ferguson) سنة 1955 بتهذيب طريقة الحجر المتنقل لتصبح ما يسمى بطريقة التوزيع المعدلة، وفي أواخر السنة نفسها ظهر ما يسمى بطريقة فوجل التقريبية (Vogels approximation) .[2] ان المهمة الأخيرة للمنشآت الاقتصادية والشركات 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 وأقل وقت ممكن ،كما أن النقل متعدد الأهداف هو عملية تتطلب النظر في عدة أهداف قد تكون متعارضة، مثل تقليل التكلفة، تقليل الزمن، زيادة الكفاءة، وتقليل التأثير البيئي، ان انموذج البرمجة الهدفية يستعمل لمعالجة المشاكل متعددة الاهداف والتي قد تكون مختلفة الشكل (سواء كان الهدف تعظيم Maximization او تخفيض Minimization) لأنه لا يعمل على تحقيق هدف معين (تعظيم أو تدنئة) بل يسعى الى تحقيق جميع الاهداف او بعضها من خلال تقليل مجموع انحرافات الاهداف عن المستوى المطلوب[3].

مشكلة البحث: من خلال التحديات التي تواجهها العديد من الشركات والمؤسسات في وقتنا الحاضر هي تحقيق عدة اهداف متعارضة ومختلفة في يومنا هذا حيث تدور مشكلة البحث حول كيفية تحقيق عملية نقل باقل كلفة و وقت في آن واحد وكذلك ضمان تلبية الطلب في المذاخر المستلمة وايجاد حلول فعالة لمشكلة النقل التي تشمل العديد من الأهداف المتعارضة أو المختلفة، والتي يجب تحقيقها في وقت واحد، مثل تقليل التكلفة الاجمالية و تقليل الوقت اللازم للتسليم البضاعة المنقولة حيث أن العملية تكون بمراعاة تحقيق اهداف النقل قدر الامكان وبصورة توافقية. ونظراً لتعارض بعض اهداف متخذ القرار مثل التكلفة والوقت فإن تحقيق جميع الأهداف بشكل مثالي في وقت واحد غير ممكن.

أهمية البحث : تنبع أهمية البحث من خلال تسليط الضوء على حل مشاكل النقل متعدد الأهداف والذي يعتبر ذا أهمية كبيرة في الحياة العملية لأنه يعالج قضايا معقدة قد تواجه العديد من الشركات المنتجة او المصانع التي تعتمد على النقل، ومن اجل تحقيق التوازن بين الأهداف المتعارضة يتم ذلك من خلال البرمجة الهدفية، حيث يمكن الوصول إلى حل وسط يلبي متطلبات متعددة مثل تقليل التكاليف او تقليص الزمن اللازم للنقل.

هدف البحث: يتناول البحث العديد من الاهداف أهمها :

1- تطوير نموذج رياضي يعمل على تحقيق عدة أهداف (أو بعضها) مختلفة و متعارضة في وقت واحد و إيجاد حلول وسطى تلبي المتطلبات المتعددة ومرضية لمتخذ القرار باستخدام البرمجة الهدفية لتحقيق عملية نقل بأقل كلفة و وقت ممكن .

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

2- تحسين كفاءة نقل الأدوية حيث يساهم النموذج المقترح في تحسين سرعة وكفاءة عملية توزيع الأدوية، مما يقلل من احتمالية نفاد المخزون في المذاخر البعيدة .

3- تقليل تكاليف النقل من خلال إيجاد الحل الأمثل (اوحل مرضي لمتخذ القرار) الذي يعمل على تقليل تكاليف النقل، يمكن للمذاخر تقليل النفقات التشغيلية وتحقيق وفورات مالية كبيرة .

4- تحقيق استجابة أسرع للحالات الطارئة : هناك العديد من الأدوية تكون حساسة للوقت (مثل اللقاحات أو أدوية الأمراض المزمنة وغيرها)، لذا فإن تقليل وقت نقل تلك الأدوية يمكن أن يؤدي إلى إنقاذ ارواح البشر .

5- تحقيق توازن بين الأهداف المختلفة :باستخدام البرمجة الهدفية، يمكن للمذاخر تحقيق حل وسط بين خفض التكاليف وضمان سرعة التوصيل، مما يعزز من كفاءة واستدامة سلسلة الإمداد الدوائية .

في عام (**2018**) قدم الباحثان (أ.م.د عبد الجبار خضر بخيت و سهاد فيصل عبود)[4] انموذج رياضي خاص بمشكلة النقل ثلاثية الابعاد الذي يكون فيه نقل السلع غير متجانس ، حيث تم استعمال اسلوب البرمجة المتعددة الاهداف الضبابية (Fuzzy Multi objective) لحل مشكلة نقل المنتجات الغذائية (سكر ، زيت ، رز) حيث تم استعمال نوعين من دوال الانتماء وهي الخطية والاسية من خلال حل أنموذج النقل الثلاثي الابعاد للمنتجات الغذائية من المخازن الى مناطق الاستهلاك لدالة الانتماء الخطية و الأسية تبين ان دالة الانتماء الخطية هي افضل من دالة الانتماء الاسية في تقليل كلفة النقل اثبت انموذج النقل الثلاثي الابعاد المتعدد الاهداف الضبابي كفاءته في تقليل وقت النقل الكلي وكلفة النقل الكلية. و في عام (**2019**) قام الباحثون (Hadeel Al Qahtani , Ali El-Hefnawy, Maha M. El-Ashram, and Aisha Fayomi)[5] بتقديم بحث حول دراسة مشكلة النقل متعددة الأهداف متعددة الخيارات (MCMOTP) عندما يكون لأحد الأهداف على الأقل مستويات طموح متعددة لتحقيقها ، ومعلمات العرض والطلب هي متغيرات عشوائية غير محددة مسبقا، ويتم تحويل قيود العرض والطلب من حالة احتمالية إلى حالة حتمية باستخدام نهج عشوائي. تعمل طريقة التحويل باستخدام المتغيرات الثنائية على تقليل MCMOTP إلى مشكلة نقل متعددة الأهداف (MOTP) ، تمت صياغة نموذج رياضي مختلط الأعداد الصحيحة باستخدام برنامج GAMS ، وتم الحصول على الحل الأمثل للنموذج المقترح. و في عام (**2020**) قام الباحث (حميدن عبد الواحد خليفة)[6] بدراسة مشكلة النقل تم فيها دراسة التكاليف والإمدادات والطلبات التي تمثلها الأرقام الضبابية السباعية. بعد تحويل المشكلة إلى TP المقابل باستخدام طريقة التصنيف ،تم تطبيق نهج برمجة الأهداف (GP) للحصول على الحل الأمثل. ميزة هذا النهج أنه أكثر مرونة ، ويمكن أن يمتص تعقيدات المعلمات الغامضة . في عام (**2021**) قام الباحثون (C. Veeramani, S. A. Edalatpanah and S. Sharanya)[7] بتقدم دراسة عامة لمشكلة النقل الجزئي متعدد الأهداف (MOFTP) للتعامل مع مثل هذه السيناريوهات المعقدة. الهدف الرئيسي للبحث هو اقتراح منهجية حل لحل MOFTP على أساس نهج برمجة الأهداف النيوتروسوفية (NGP). من خلال الحصول على الحل الوسط الأمثل باستخدام ثلاث عضويات ، وهي عضوية الحقيقة ، والعضوية غير المحددة ، وعضوية الزيف ، تم استخدام مثال عددي لإثبات فعالية وتفوق الطريقة المقترحة، حيث تم تطوير إطار برمجة eutrosophic في هذه الدراسة للحصول على حل وسط مثالي للمعالجة MOFTP.To المشكلة ، تم توضيح كفاءة الطريقة المقترحة من خلال مثال عددي ومشكلة دراسة حالة. أخيراً ، أظهرت هذه الدراسة أن النتائج التي تم الحصول عليها من الطريقة المقترحة متفوقة على الطرق الحالية مثل GP و FGP و IFGP. في عام (**2022**) قام الباحثون (Vishwas Deep Joshi, Keshav Agarwal, Jagdev Singh)[8] بتقديم طريقة للحصول على حل وسط لمشاكل النقل متعددة الأهداف في ظل بيئة مرجحة. حيث تم تقديم نموذج مرجح معدل يوفر حلا فعالا وفقا لأولويات صانع القرار. تم إجراء مقارنة مع النماذج المرجحة الحالية. تم استخدام LINGO 19.0 لحل جميع النماذج الرياضية. في عام (**2023**) قام الباحثون (محمد عبد العاطي واخرون) بتقديم نهج لمشكلة النقل الصلبة متعدد الأبعاد على شركة من القطاع الخاص في مصر ، بهدف تحديد التخصيص المثالي لأسطول شاحناتها. من أجل تزويد صانعي القرار بمجموعة شاملة من الخيارات لتقليل تكاليف استهلاك الوقود أثناء النقل أو تقليل إجمالي وقت النقل ، تم استخدام نهج متعدد الأهداف. تستكشف الدراسة أفضل حل وسط من خلال الاستفادة من ثلاثة مناهج متعددة الأهداف: تقنية برمجة زيمرمان ، وطريقة المعايير العالمية ، وطريقة الحد الأدنى للمسافة. يوسع هذا النهج النطاقات المحتملة لتعزيز مشكلة النقل ، مما يؤدي إلى المزيد من الحلول الاستباقية. توفر النتائج رؤى قيمة لتحسين توزيع أسطول الشاحنات، وخفض تكاليف استهلاك الوقود، وتحسين كفاءة النقل بشكل عام.في عام (**2025**) قدم الباحثان(ناريان لطيف جاسم، سوزان صابر حيدرعلي) نهج جديد من اجل معالجة مشكلة النقل الضبابية بالكامل ،حيث تم تمثيل كلف النقل وبيانات العرض والطلب بشكل ارقام ضبابية شبه منحرفة ، تشمل هذه الطريقة ثلاث خطوات اساسية وهي :الاولى متمثلة بتحديد الحل الضبابي الاولي، والثانية متمثلة بتقييم الحل الامثل الذي تم الحصول عليه ، والثالثة تعتمد على ذلك الحل فإذا لم يكن مثالياً يتم تحسينه لتحقيق الحل الأمثل الضبابي. حيث ان التقنيات المستخدمة في هذا النهج تعتمد على العمليات على الارقام الضبابية،

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

هذه الطريقة هي سهلة الفهم والتطبيق كما انها تحافظ على المعلومات والبيانات الحقيقة ولا تؤدي الى فقدانها، واخيراً يتم اثبات فعالية هذه الطريقة من خلال تطبيق امثلة رياضية عددية.[9]

2- مشكلة النقل:

في عام 1941 قام العالم الأمريكي فرانك هيتشكوك Frank Hitchcock بعرض ولأول مرة فكرة مسألة النقل والتي تهدف إلى تقليل تكلفة النقل الإجمالية لخطة شحن سلعة معينة، وكذلك نجد مساهمة العالم السوفياتي ليونيد فيتاليفيتش كانتوروفيتش Leonid Vitaliyevich Kantorovich في هذا المجال[10]. لقد اتسع استخدام أسس ومفاهيم البرمجة الخطية ليشمل نواحي متعددة في مجال اتخاذ القرارات ومن أهم الطرق التي تم تطويرها بناء على هذا الأسلوب هي طريقة النقل .ان طريقة النقل تستخدم أساساً لتخفيض تكاليف النقل التي تتم من عدد من المصادر مختلفة إلى عدد من نقاط الطلب. وعلى الرغم من أن هذه الطريقة كانت تستخدم أساساً لهذه الغاية ألا أنه تم تطويرها لتدخل في مجالات أخرى كتخطيط العمليات الإنتاجية واختيار مواقع مناسبة للمشاريع الصناعية وغيرها[11] أن مشكلة النقل العامة تهتم (بالمعنى الحرفي أو المجازي) بتوزيع أي بضاعة (سلعة)من أي مجموعة من مراكز التوريد والتي تسمى المصادر أو مراكز الانتاج ، إلى أي مجموعة من مراكز الاستلام والتي تسمى الوجهات أو مراكز الاستهلاك، حيث أن كل مصدر لديه كمية معينة معروضة من الوحدات لتوزيعها على الوجهات وكذلك لكل وجهة طلب معين على الوحدات التي سيتم استلامها من تلك المصادر، وبطريقة تقلل من التكلفة الإجمالية للتوزيع[12]، لنفرض أنه لدينا A_i من مراكز الانتاج لمادة معينة حيث أن (i=1,2,...m)والكميات المتوفرة في هذه المراكز هي (a1,a2,....,am) ويراد نقل هذه الكميات إلى مراكز استهلاك Bj حيث أن (j=1,2,....,n) التي تكون حاجاتها من هذه المادة هي (b1,b2,....,bn) (بحيث يتم نقل الكمية bj الى المركز Bj) وذلك من خلال تحقيق أقل كلفة نقل للوحدة الواحدة من المركز i الى المركز j على فرض ان هذه الكلفة هي Cij،وعليه سوف نرمز للكمية المنقولة من مركز الانتاج (i) إلى مركز الاستهلاك (j) بالرمز (Xij) وتعطى مشكلة النقل في صورة جدول يحتوي على كلفة نقل وحدة واحدة من سلعة معينة من مركز الانتاج (العرض) الى مركز الاستهلاك (الطلب) وكذلك الكميات المتاحة في مراكز الانتاج و الكميات المطلوبة لمراكز الاستهلاك كما في الشكل التالي:

مراكز الاستهلاك / مراكز الانتاج	B1	B2	.....	Bn	الكميات المتوفرة
A1	C11 X11	C12 X12	......	C1n X1n	**a1**
A2	C21 X21	C22 X22	.....	C2n X2n	**a2**
. . .	....	.....	.....	.....	. . .
Am	Cm1 Xm1	Cm2 Xm2	.....	Cmn Xmn	**a_m**
الكميات المطلوبة	b1	b2	. . .	bn	$\sum_{i=1}^{m} ai = \sum_{j=1}^{n} bj$

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

وأن صياغة مشكلة النقل رياضياً كالأتي[13]:

$$Min\ z = C_{11}X_{11} + C_{12}X_{12} + \ldots + C_{mn}X_{mn}$$ (دالة الهدف)

$$X_{11} + X_{12} + \ldots + X_{1n} = a_1$$
$$X_{21} + X_{22} + \ldots + X_{2n} = a_2$$
$$\ldots$$ (قيود مراكز الانتاج)
$$\ldots$$
$$X_{m1} + X_{m2} + \ldots + X_{mn} = a_m$$

$$X_{11} + X_{12} + \ldots + X_{m1} = b_1$$
$$X_{21} + X_{22} + \ldots + X_{m2} = b_2$$
$$\ldots$$ (قيود مراكز الاستهلاك)
$$\ldots$$
$$X_{1n} + X_{2n} + \ldots + X_{mn} = b_m$$

$$X_{11}, X_{12}, \ldots, X_{mn} \geq 0$$ (قيد اللاسالبية)

ويمكن التعبير عن النموذج الرياضي السابق بشكل مختصر وكالآتي :

(دالة الهدف)$Min\ Z : \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} CijXij$

(قيود مراكز الانتاج)$\sum_{j=1}^{n} Xij = ai$

(قيود مراكز الاستهلاك) $\sum_{i=1}^{m} Xij = bi$

حل مشكلة النقل باستخدام البرمجة الخطية:

إن أسلوب البرمجة الخطية (L.P) يستخدم عادةً لحل المشاكل التي تتعلق بكيفية تخصيص الموارد المتاحة بصورة تحقق اعلى ربح ممكن عندما يكون الهدف المطلوب تعظيم الأرباح(Profit Maximization) أو تحقيق أقل خسارة عندما يكون الهدف المطلوب تقليل الخسائر (الكلف) (Cost minmimization)، كما أن أغلب مشاكل النقل يكون الهدف المطلوب هو تقليل كلف النقل لذا يتم صياغتها بوساطة نموذج برمجة خطية من نوع تقليل الكلف (Cost minmimization).

1-1-2 صياغة البرمجة الخطية لنموذج النقل [14]:

ولتحويل أنموذج النقل الى أنموذج برمجة خطية للحصول على الحل الأمثل نقوم بتحويل مشكلة النقل بأكملها الى دالة هدف (Objective Function) لان الهدف منها هو تخفيض إجمالي تكاليف النقل و تكون من نوع (minmimization) والقيود تكون بمجموعتين الاولى تمثل بقيود العرض والتي توضح أن الكميات التي يجب نقلها من المخازن يجب الا تزيد عن طاقة تلك المخازن والمجموعة الثانية هي قيود الطلب والتي توضح بأن مجموع الكميات المنقولة الى مواقع الطلب يجب الا تقل عن الكميات المطلوبة، وبالتالي فإن الانموذج الرياضي العام يكون بالصيغة التالية:

$$Min\ Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} Cij\ Xij$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} Xij = si \quad ; \quad i = 1,2,\ldots,m$$
$$\sum_{i=1}^{m} Xij = dj \quad ; \quad j = 1,2,\ldots,n$$
$$Xij \geq 0 \ ; \ i = 1,2,\ldots,m \ \text{ and } \ j = 1,2,\ldots,n$$

3- البرمجة الهدفية Goal Programming:

في مجالات الحياة التطبيقية المهمة في اتخاذ القرارات قد يتعذر أحياناً أن تحقق كل الأهداف المختلفة وتحقق كل القيود المحيطة أو المتاحة، مما يلزمنا بأن نختار هدف واحد كمثال تحقيق أعظم ربح ممكن أو أقل تكاليف ممكنة، ولكن في وقتنا هذا يتطلب الأمر إلى أن نحقق أكثر من هدف في مختلف المجالات الصناعية والادارية وغيرها كتحقيق أعظم ربح ممكن وبنفس الوقت المحافظة على الطاقة البشرية وتقليل زيادة الأسعار ... الخ. إن اتخاذ القرار باستعمال أسلوب (GP) يُعتبر واحداً من

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

أهم الاساليب التي فرضتها طبيعة العمل على متخذي القرار (DMs) فكانت الحاجة الى التنوّع في القرارات والأهداف بدلاً من القرار ذي الهدف الواحد، أصبحت برمجة الأهداف واحدة من الأساليب الشهيرة للتعامل مع تحديات صنع القرار متعددة الأهداف نظرا لتعدد استخداماتها في حل المشاكل متعددة الأهداف. إن إنموذج برمجة الأهداف يقوم على مبدأ أساسي و هو إن متخذ القرار لا ينظر غالباً للحلول المثلى وانما ينظر الى تلك الحلول التي يمكن اعتبارها حلول مقبولة أو قريبة من الحل الأمثل (الحل المرضي), خاصة عند تعدد الأهداف وتعارضها. [15] إن النهج الأساسي لبرمجة الأهداف يتمثل في تحديد هدف رقمي محدد لكل هدف من الأهداف المطلوبة، وكذلك صياغة وظيفة موضوعية لكل هدف ، ثم البحث عن حل يقلل من المجموع (المرجح) لانحرافات هذه الوظائف الموضوعية عن أهداف كل منها. هناك ثلاثة أنواع ممكنة من الأهداف:

1- الهدف الأدنى من جانب واحد يضع حدا أدنى لا نريد أن نقع تحته (لكن تجاوز الحد أمر جيد).
2- الهدف العلوي من جانب واحد يضع حدا أعلى لا نريد تجاوزه (لكن الوقوع تحت الحد أمر جيد).
3- يحدد الهدف ذو الوجهين هدفا محددا لا نريد تفويته على أي من الجانبين.

1-3 تعريف البرمجة الهدفية (Definition of Goal Programming):-

في السنوات السابقة ظهرت العديد من الأفكار العامة حول مفهوم البرمجة الهدفية (GP) يذكر منها ما يلي:

1- العالمان (Tamiz, M., Jones, D., & Romero, C.)[16] : عرّفاها على إنها "طريقة رياضية تميل الى المرونة الواقعية في حل المسائل القرارية المعقدة والتي تأخذ بعين الاعتبار عدة أهداف والعديد من المتغيرات والقيود

2- العالم (Blaid Aouni)[17] : عرّف إنموذج برمجة الأهداف على إنه "ذلك الانموذج الذي يأخذ بعين الاعتبار عدة أهداف دفعة واحدة ويكون ذلك باطار اختيار الحل الأمثل من بين الحلول الممكنة"

3- العالم (Sang M. Lee)[18]: عرّفها على إنها "انموذج البرمجة بالأهداف يعتبر إحدى طرق السير العلمي الأول الموجّه لحل مسائل القرار ذات الطابع متعدد الأهداف"

4- العالم (W. L. Winston[19]) : عرفها على إنها "تقنية تستعمل من أجل اختيار القرارات الأفضل في حال وجود أهداف عديدة تسعى الشركة الى تحقيقها"

5- العالم (Anderson, D. R)[20]: عرّفها على إنها "تقنية تستعمل من أجل حل مشاكل القرارات متعددة الأهداف ضمن الاطار العام للبرمجة الخطية

6- العالم (Taha , H.A)[21]: عرّفها على إنها "اسلوب لحل نماذج ذات أهداف متعددة من خلال تحويل الأهداف الرئيسية المتعددة الى هدف فردي لتكون النتيجة ما يسمى بالحل الكفوء"

وممّا تبين في اعلاه يمكن تعريف البرمجة الهدفية (GP) على إنها (انموذج رياضي يساعد متخذ القرار (DMs) من تحقيق مجموعة من الأهداف المختلفة في آن واحد من خلال تخفيض الانحرافات الموجبة والسالبة بين القيم المحققة والقيم المطموح تحقيقها قدر الامكان).

2-3 الصيغة الرياضية لنموذج البرمجة الهدفية (Mathematical formula GP) :-

في عام (1961) م كان أول من وضع الصيغة الأساسية لانموذج البرمجة الهدفية (Goal Programming Standard) (GPS) هما العالمان (Charnes Cooper) & وذلك حيث تمت صياغتها على وفق الخطوات الآتية[22]:

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

ليكن (k) يمثل عدد الأهداف المُراد تحقيقها :

$$\left.\begin{aligned} &\sum_{j=1}^{n} C_{1j}\,X_j = g_1 && \text{الهدف } (1): \\ &\sum_{j=1}^{n} C_{2j}\,X_j = g_2 && \text{الهدف } (2): \\ &\sum_{j=1}^{n} C_{kj}\,X_j = g_k && \text{الهدف } (k): \end{aligned}\right] \qquad (1)$$

دالّة الهدف تمثل تدنية مجموع الانحرافات عن مستويات الأهداف المطلوب تحقيقها وبالتالي نحصل على الصيغة التالية

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} \left|\left(\sum_{j=1}^{n} C_{ij}\,X_j - g_i\right)\right| \qquad (2)$$

ويمكن تبسيط الدالّة كالآتي :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} |(f_i\,(x) - g_i)| \qquad (3)$$

حيث إن:

$$f_i\,(x) = \sum_{j=1}^{n} C_{ij}\,X_j \qquad (i = 1,2,\ldots,k) \qquad (4)$$

وبالتالي يمكن كتابة إنموذج البرمجة الهدفية **(GPS)** كالآتي[23]:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} |(f_i\,(x) - g_i)|$$

Subject to: (5)

$x_j \geq 0$ (j =1,2,...,k)

حيث إن:

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

- $f_i\ (x)$: دالّة الأهداف حيث.
- g_i : القيمة المستهدفة المُراد الوصول إليها للهدف رقم (i) (i = 1,2,… ,k).
- X_j: متغير القرار رقم (n) (j = 1,2,…,n).
- C_{ij}: معامل مساهمة متغير القرار في تحقيق القيمة المستهدفة.

ولحل هذا الانموذج يتم تحويله الى البرمجة الخطية (LP) من خلال إدخال المتغيرات المساعدة الآتية:

$$d_i = f_i\ (x)\ - g_i \qquad (i = 1,2, \dots, k) \qquad (6)$$

وبالتالي ستصبح دالّة الهدف بالصيغة:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} |(d_i)| \qquad (7)$$

وإن المتغيرات $(\boldsymbol{d_i})$ يمكن أن تأخذ قيم موجبة أو سالبة لذلك يتم تحويلها الى الصيغة التالية[24]

$$|(d_i)| = d_i^+ + d_i^- \qquad (i = 1,2, \dots, k)$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0 d_i = d_i^+ - d_i^-$$

وهنا، يصبح انموذج البرمجة الهدفية العام (GPS) كالآتي :[25]

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} d_i^+ + d_i^-$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} C_{ij}\, X_j - d_i^+ + d_i^- = g_i \qquad (i = 1,2, \dots, k) \qquad (9)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j = 1,2,\dots,k)$$

$$d_i^+ + d_i^- \qquad (i = 1,2, \dots, k)$$

- $\mathbf{C_{ij}}$: معامل مساهمة متغير القرار في تحقيق القيمة المستهدفة.
- $\boldsymbol{Xij}$: الكميات المثلى التي يجب نقلها.
- $\boldsymbol{gi}$: الهدف المراد تحقيقه.
- $\boldsymbol{di}^-$: الانحراف السالب عن الهدف المطلوب.
- $\boldsymbol{di}^+$: الانحراف الموجب عن الهدف المطلوب.

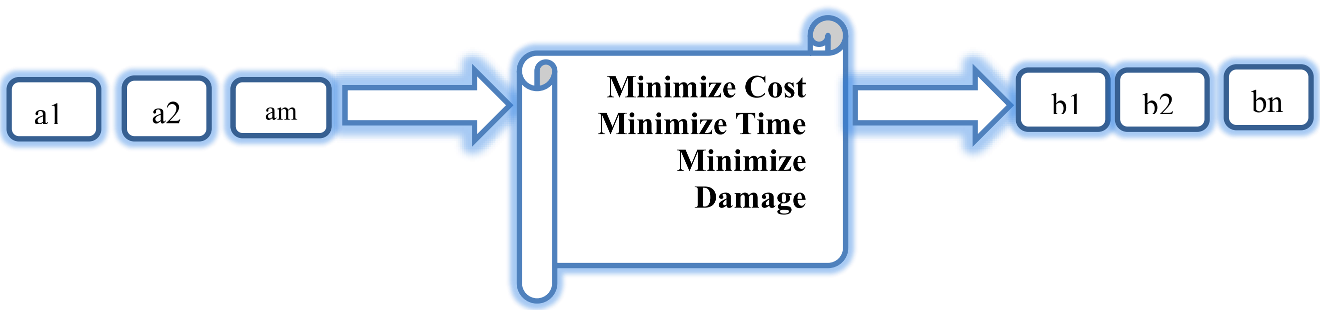
4- مشكلة النقل الخطي متعدد الأهداف (MOLTP)[8]:

في عصرنا هذا لا تكفي مهمة النقل ذات الهدف الواحد للتعامل مع جميع قضايا صنع القرار الواقعية. لذلك، ومن أجل معالجة مثل هذه المشكلة لمختلف ظروف الحياة الواقعية وبشأن مشاكل النقل متعددة الأهداف ، يرغب DM بانتظام في تحقيق أكثر من هدف واحد غير قابل للقياس أو متعارض في مشاكل النقل. حيث يشار إلى المشكلة ذات الأهداف المختلفة والمتعارضة و التي يتم فيها تحسين أكثر من هدف واحد باسم مشكلة النقل متعددة الأهداف (MOTP). إن السبب في تحديد مشكلة النقل متعددة الأهداف في إطار البرمجة الرياضية هو تحسين العديد من الأهداف المختلفة والتي تخضع في وقت واحد لمجموعة من القيود بخلاف كلف النقل ، حيث يمكن أن تشمل الأهداف :الكلف و وقت الشحن ، وتدهور السلع المنقولة ، والنقل الآمن للعناصر ، واستهلاك الطاقة وغير ذلك.

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

في مشاكل النقل متعددة الأهداف (MOTP) غالباً ما تكون العديد من الأهداف التعارضية أو العدائية مع بعضها البعض. حيث ممكن أن تكون وظائف الهدف من نوع تعظيم (Max) والنوع الأخر تدنية (Min) بالتوازي ، وبهذه الحالة لا يمكن تلخيصها في دالة هدف عددية واحدة. لذا لحل مثل هكذا نماذج نلجئ الى البرمجة الهدفية والتي تعمل على تحقيق عدة اهداف (جميعها او بعضها) في نفس الوقت.

Sourcess Objectives Destinationes



1-4 صياغة النموذج الرياضي لمشكلة النقل متعددة الأهداف(MOTP)[26]

i ، على التوالي. تسمى تكاليف نقل وحدة من المصدر bn، ...، b2، b1 و am، ...، a2، a1 نقاط الوجهة وقدراتها هي n مصادر إلى mعند نقل المنتج من الكمية غير المعروفة التي سيتم شحنها من المصدر Xij. يمكن اعتباره تكلفة النقل ، ووقت التسليم ، وتكلفة التلف أو سلامة التسليم ، إلخ. يمثل المتغير Cij إلى الوجهة الأهداف التي يجب تقليلها. k هي Zk ،... ،Z2 ،Z1. تتمثل الأهداف في تقليل التكلفة الإجمالية للنقل و / أو وقت التسليم و / أو تكلفة التلف. دع j إلى الوجهة i (على النحو التالي:MOLTPيمكن صياغة مشكلة النقل الخطي متعدد الأهداف)
كون الهدف منها تقليل كلف (min)وعند صياغة النموذج الرياضي لمشكلة النقل لحله باستخدام البرمجة الخطية يتم تحول مشكلة النقل بأكملها لدالة هدف من نوع النقل/تقليل وقت النقل اما بالنسبة لقيود المسألة فتتمثل بقيود الطلب والعرض بالإضافة إلى قيد الاسالبية

$$\text{Min } F_k(X_{ij}) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} CkijXij \quad ; \quad k = 1,2,\ldots,K$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} Xij = si \quad ; \quad i = 1,2,\ldots,m$$

$$\sum_{i=1}^{m} Xij = dj \quad ; \quad j = 1,2,\ldots,n$$

$$Xij \geq 0 \ ; \ i= 1,2,\ldots,m \ \text{ and } \ j = 1,2,\ldots,n$$

حيث ان :

C^k_{ij}) كلف النقل من المصدر = i) الى الطلب (j للهدف (k^{th}.

X_{ij} الكمية المراد نقلها من المصدر = i الى الواجهة j.

si) الكميات الموجودة في المصدر = i. (

dj) الكميات المطلوبة في الوجهة = j. (

m ، عدد المصادر =n.عدد الوجهات =

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

مراكز الاستهلاك / مراكز الانتاج	B1	B2	.....	Bn	Supply
A1	C11 T11 X11	C12 T12 X12	......	C1n T1n X1n	**a1**
A2	C21 T21 X21	C22 T22 X22	.....	C2n T2n X2n	**a2**
. . .	....	.....	.....	.....	. . .
Am	Cm1 Tm1 Xm1	Cm2 Tm2 Xm2	.....	Cmn Tmn Xmn	$\mathbf{a_m}$
Demand	b1	b2	. . .	bn	$\sum_{i=1}^{m} ai$ $\sum_{j=1}^{n} bj$

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

5- نماذج لحل مشكلة النقل متعددة الاهداف باستعمال البرمجة الهدفية

تم اخذ نموذجين للبرمجة الهدفية لحل مشكلة النقل متعدد الاهداف حيث ان احد النماذج لا يعتمد على الاوزان بالنسبة للأهداف ودالة الهدف هي مجموع الانحرافات السالبة والموجبة (di^+, di^-) لكل هدف (K)، اما الانموذج الثاني فيعتمد على الاوزان (Wi) التي يعتمدها متخذ القرار.

5-1 الانموذج الأول:

ان الهدف الرئيسي الذي يسعى اليه انموذج البرمجة الهدفية هو تقليل الفرق بين الأهداف المطلوب تحقيقها وما يمكن تحقيقه بالفعل وفق حدود القيود الموجودة في المسألة، حيث أن هذه الفروق متمثلة بانحرافات موجبة وسالبة يمكن الرمز لها ب (di^+ , di^-) على التوالي للهدف (i) وان دالة الهدف متمثلة بتقليل مجموع تلك الانحرافات لجميع الاهداف اما بالنسبة للقيود في متمثلة بجميع الأهداف المطلوبة من قبل متخذ القرار فضلاً عن قيود انموذج البرمجة الخطية (LP) للمسألة الاصلية و ان الصيغة الرياضية للانموذج تكون كالاتي :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k}(d+i\ +d-i)$$

S.to

$$+\, d_k^- - d_k^+ = g_k \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} Ckij\ Xij$$

$$i = 1,2,\ldots,m \sum_{j=1}^{n} Xij \le ai \quad ;$$

$$j = 1,2,\ldots,n \sum_{i=1}^{m} Xij \ge bj \quad ;$$

$$Xij \ge 0 \ ; \ i= 1,2,\ldots,m \quad \text{and} \quad j = 1,2,\ldots,n$$

حيث ان:

g_k : قيمة الهدف (K) المراد تحقيقهُ .

C_k :عقوبة او كلفة الهدف (k).

X_{ij} : الكمية المثلى التي يجب نقلها من المخزن(i) الى المذخر(j) .

d_k^- , d_k^+: الانحراف السالب والموجب عن الهدف (k).

ai : الكميات المعروضة في المخزن (i).

bj : الكميات المطلوبة من قبل المذخر (j).

5-2 الانموذج الثاني:

في هذا الانموذج بدلاً من اخذ المتغيرات الانحرافية (d_k^- ,d_k^+) المتمثلة بمقياس مقدار الانحراف السالب والموجب عن الهدف (k) وبعد تخصيص الوزن لذلك الهدف W_k في دالة الهدف لوحده يتم استبدال هذه المتغيرات بدالة انحرافية $d_k(1\text{-}W_k)$ حيث ان الجزء $(1\text{-}W_k)$ حيث ان الهدف ذات االوزن الصغير سيكون له قيمة انحرافية أكبر والعكس عندما يزداد الوزن W_k للهدف (k) فان الجزء الاخير$(1\text{-}W_k)$ يعمل على تقليل قيمة دالة الانحراف $d_k(1\text{-}W_k)$ وبالتالي يكون الحل اقرب الى الهدف المطلوب اي بمعنى اخر زيادة وزن الهدف يؤدي الى تقليل انحراف ذلك الهدف، كذلك الحال بالنسبة لقيود المسألة حيث يتم تقسيم دالة الانحراف للهدف $d_k(1\text{-}W_k)$ على الفرق بين الحد الاعلى والدنى لقيمة ذلك الهدف ($F_u^k - F_L^k$) من اجل جعل القيمة الناتجة لا تتأثر باختلاف وحدات القياس لكل هدف من أجل تسهيل دمج هذه الاهداف في نموذج واحد متعدد الاهداف، كما ان الحد الاعلى للهدف (F_u^k) يمكن الحصول عليه من خلال استبدال التخصيص الامثل للهدف الاخر(k+1) والحد الدنى للهدف (F_L^k) يمثل القيمة المثلى عند حل الهدف(k) بشكل مستقل عن بقية الاهداف، وعليه فإن الصيغة الرياضية للانموذج تكون بالشكل التالي:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{k} di(1-Wi)$$

S.to

$$\le F_k^{\ *} + d_k(1\text{-}W_k)/(F_u^k - F_L^k) \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} Ckij\ Xij$$

$$i = 1,2,\ldots,m \sum_{j=1}^{n} Xij \le ai \quad ;$$

$$j = 1,2,\ldots,n \sum_{i=1}^{m} Xij \ge bj \quad ;$$

$$Xij \ge 0 \ ; \ i= 1,2,\ldots,m \quad \text{and} \quad j = 1,2,\ldots,n$$

$$0 \le Wi \le 1$$

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

$$\sum_{i=1}^{K} Wi = 1 \; ; K=1,2,....k$$

حيث أن:

F_k^* : تمثل القيمة المثلى للهدف المراد تحقيقه.

F_u^k : تمثل الحد الاعلى للهدف (k).

F_L^k : تمثل الحد الادنى للهدف (k).

W_k : تمثل وزن الهدف (k).

d_k : تمثل انحراف الهدف (k) عن القيمة المراد تحقيقها.

6- التطبيق:

تم اختيار احد المذاخر الكبيرة في مدينة الموصل كمكان للتطبيق مذخر العاصمة هو احد اكبر المذاخر الموجودة في مدينة الموصل حالياً حيث يقوم بتوزيع الادوية على عدة مذاخر فرعية ،لديه 4 مخازن موزعة في جانبي المدينة (الايمن والايسر) كما أصبح مصدر لتوزيع الادوية والمستلزمات الطبية الى 9 مذاخر فرعية مختلفة موزعة في نينوى (اطراف الموصل) وبذلك أصبحت عملية النقل من مسؤولية المذخر، تم الاتفاق مع شركة نقل خاصة من اجل نقل الادوية والمستلزمات الطبية من المخازن الى المذاخر، وبذلك يسعى مدير المذخر الى تحقيق عملية نقل ذات أهداف متعددة مثل تلبية متطلبات المذاخر الفرعية من الأدوية والمستلزمات المطلوبة بدون اي قصور في الطلبات مع الالتزام بالكميات الموجودة في المخازن وكذلك تحقيق عملية نقل بأقل كلفة ووقت نقل.

6-1 وصف البيانات:

تم اخذ الموافقة من مدير المذخر للاطلاع على الكميات الموجودة في المخازن التابعة له وكذلك التواصل مع المسؤولين عن قسم المبيعات وكذلك التواصل مع شركة النقل للحصول على كلف النقل ووقت النقل وكانت البيانات كالتالي:

1- الكميات الموجودة في المخازن: تم الحصول على كشوفات تخص الكميات الموجودة في المخازن ممثلة بكراتين مثبتة بالجدول التالي:

المخزن	الكميات في المخزن
المخزن1	1025
المخزن2	1210
المخزن3	985
المخزن4	1330

2- الكميات المطلوبة من قبل المذاخر: كذلك تم الحصول على كشوفات تخص الكميات المطلوبة من قبل المذاخر مثبتة بالجدول التالي:

المذخر	الكمية المطلوبة
المذخر1	495
المذخر2	525
المذخر3	470
المذخر 4	388
المذخر5	526

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

المذخر6	**400**
المذخر7	**372**
8 المذخر	**350**
9 المذخر	**560**

1- **كلف النقل:** بعد التواصل مع الشركة المختصة التالي: بالنقل تم الحصول على كلف النقل المختلفة من المخازن الى المذاخر الكلف مقسمة على 1000 دينار مثبتة الجدول

	المذخر1	المذخر2	المذخر3	المذخر4	المذخر5	المذخر6	المذخر7	المذخر8	المذخر9
المخزن1	1.3	1.2	1.4	1.2	1.1	1.2	1.4	0.5	0.6
المخزن2	1.2	1.1	1.2	1.35	1	1	1.5	0.7	0.75
المخزن3	1.2	1.3	1	1.2	1.1	0.7	1.3	0.5	0.5
المخزن4	1.4	1.2	1.5	1.35	1.3	0.5	1.4	0.6	0.7

-4 وقت النقل: تم الحصول على اوقات النقل من خلال التواصل مع سائقي سيارات شركة النقل متمثلة بالساعات وتم تثبيت البيانات بالجدول التالي:

	المذخر1	**المذخر2**	**المذخر3**	**المذخر4**	**المذخر5**	**المذخر6**	**المذخر7**	**المذخر8**	**المذخر9**
المخزن1	2.5	2.1	2.5	2.3	2.4	2	3	1.15	1.3
المخزن2	2.3	2	2	2.45	1.4	2.15	3.15	1.45	2
المخزن3	2	2.4	1.45	2.15	2	1.35	2.45	1	1.1
المخزن4	2.5	2.25	3.15	2.45	2.15	1.2	2.5	1.15	1.45

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

2-6:حل مشكلة النقل باستعمال البرمجة الهدفية

الانموذج الاول: بعد التعرف على النموذج الاول وصياغة النموذج الرياضي له نقوم بتطبيق النموذج على بيانات مشكلة البحث ومن أجل حل مشكلة النقل) والتي ستمثل kمتعددة الأهداف باستخدام البرمجة الهدفية يتم حل مشكلة النقل لكل هدف وبشكل منفرد على حدا للحصول على القيمة المثلى لذلك الهدف (g_k) ومساوي للقيمة المثلى (d_k^+ , d_k^-) ويتم تحول مشكلة النقل الى قيد مضاف اليه المتغيرات الانحرافية(g_kقيمة الهدف المطلوب والتي يجب تحقيقها (بالإضافة لقيود مشكلة النقل المتمثلة بقيود الطلب والعرض, وأن دالة الهدف ستمثل مجموع تلك الانحرافات والتي تسعى بدورها لتقليل مجموع انحرافات الاهداف عن القيم المطلوبة متمثلة بدالة تقليل(min):وتكون الصيغة الرياضية للنموذج كالآتي

$$\text{Min } Z = d1^+ + d1^- + d2^+ + d2^-$$

S. to

$$1.3X_{11} + 1.2X_{12} + 1.4X_{13} + 1.2X_{14} + 1.1X_{15} + 1.2X_{16} + 1.4X_{17} + 0.5X_{18} + 0.6X_{19} + 1.2X_{21} + 1.1X_{22} + 1.2X_{23} + 1.35X_{24} + X_{25} + X_{26} + 1.5X_{27} + 0.7X_{28} + 0.75X_{29} + 1.2X_{31} + 1.3X_{32} + X_{33} + 1.2X_{34} + 1.1X_{35} + 0.7X_{36} + 1.3X_{37} + 0.5X_{38} + 0.5X_{39} + 1.4X_{41} + 1.2X_{42} + 1.5X_{43} + 1.35X_{44} + 1.3X_{45} + 0.5X_{46} + 1.4X_{47} + 0.6\ X_{48} + 0.7X_{49} + d1^+ - d1^- = 4008.5$$

(هدف الكلف)

$$2.5X_{11} + 2.1X_{12} + 2.5X_{13} + 2.3X_{14} + 2.4X_{15} + 2X_{16} + 3X_{17} + 1.15X_{18} + 1.3X_{19} + 2.3X_{21} + 2X_{22} + 2X_{23} + 2.45X_{24} + 1.4X_{25} + 2.15X_{26} + 3.15X_{27} + 1.45X_{28} + 2X_{29} + 2X_{31} + 2.4X_{32} + 1.45X_{33} + 2.15X_{34} + 2X_{35} + 1.35X_{36} + 2.45X_{37} + X_{38} + 1.1X_{39} + 2.5X_{41} + 2.25X_{42} + 3.15X_{43} + 2.45X_{44} + 2.15X_{45} + 1.2X_{46} + 2.5X_{47} + 1.15X_{48} + 1.45X_{49} + d2^+ - d2^- = 7204.25$$

(هدف الوقت)

(قيود العرض)

$$X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 \leq 1150$$
$$X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 \leq 1315$$
$$X31 + X32 + X33 + X34 + X35 + X36 + X37 + X38 + X39 \leq 950$$
$$X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X47 + X48 + X49 \leq 1265$$

(قيود الطلب)

$$X11 + X21 + X31 + X41 \geq 580$$
$$X12 = X22 + X32 + X42 \geq 515$$
$$X13 + X23 + X33 + X43 \geq 430$$
$$X14 + X24 + X34 + X44 \geq 480$$
$$X15 + X25 + X35 + X45 \geq 500$$
$$X16 + X26 + X36 + X46 \geq 375$$
$$X17 + X27 + X37 + X47 \geq 450$$
$$X18 + X28 + X38 + X48 \geq 395$$
$$X19 + X29 + X39 + X49 \geq 415$$

$$0 \leq di \leq 1 \ ; \qquad Xij \geq 0$$ **(قيد اللاسالبية)**

نقوم بإدخال النموذج اعلاه في برنامج Win.Q.S.B: للحصول على نتائج دقيقة وكما موضح بالجدول ادناه

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

جدول(3-14) الحل الامثل لكلف النقل ووقت النقل باستخدام النموذج الاول

مذخر9		مذخر8		مذخر7		مذخر6		مذخر5		مذخر4		مذخر3		مذخر2		مذخر1		
1.3	0.6	1.15	0.5	3	1.4	2	1.2	2.4	1.1	2.3	1.2	2.5	1.4	2.1	1.2	2.5	1.3	مخزن1
175		395								480								
2	0.75	1.45	0.7	3.15	1.5	2.15	1	1.4	1	2.45	1.35	2	1.2	2	1.1	2.3	1.2	مخزن2
								500						515		300		
1.1	0.5	1	0.5	2.45	1.3	1.35	0.7	2	1.1	2.15	1.2	1.45	1	2.4	1.3	2	1.2	مخزن3
240												430				280		
1.45	0.7	1.15	0.6	2.5	1.4	1.2	0.5	2.15	1.3	2.45	1.35	3.15	1.5	2.25	1.2	2.5	1.4	مخزن4
				450		375												

G1 =4008.5 الهدف الاول تحقق بالكامل، اما بالنسبة للهدف الثاني G2 فيتم حساب مجموع اوقات الخلايا المشغولة بالكميات المثلى (Xij) في الجدول اعلاه للحصول على الوقت الامثل لعملية النقل وكالآتي:

Totaltime=T14+T18+T19+T21+T22+T25+T31+T33+T39+T46+T47

= 2.3+1.15+1.3+2.3+2+1.4+2+1.45+1.1+1.2+2.5=20.3 ساعة

نلاحظ ان الوقت بعد حل مشكلة النقل متعددة الاهداف باستخدام البرمجة الهدفية هو 20.3 ساعة وهو نفس الهدف المطلوب بعد حل مشكلة النقل لهدف الوقت لوحده(تجاهل كلف النقل).

النموذج الثاني: بعد التعرف على النموذج وصياغة النموذج الرياضي له نقوم بتطبيق النموذج على بيانات مشكلة البحث:

$$\text{Min } Z = (1-0.7)d^{+}1 + (1-0.3)d^{+}2$$

S. to

$1.3X_{11} + 1.2X_{12} + 1.4X_{13} + 1.2X_{14} + 1.1X_{15} + 1.2X_{16} + 1.4X_{17} + 0.5X_{18} + 0.6X_{19} + 1.2X_{21} + 1.1X_{22} + 1.2X_{23} + 1.35X_{24} + X_{25} + X_{26} + 1.5X_{27} + 0.7X_{28} + 0.75X_{29} + 1.2X_{31} + 1.3X_{32} + X_{33} + 1.2X_{34} + 1.1X_{35} + 0.7X_{36} + 1.3X_{37} + 0.5X_{38} + 0.5X_{39} + 1.4X_{41} + 1.2X_{42} + 1.5X_{43} + 1.35X_{44} + 1.3X_{45} + 0.5X_{46} + 1.4X_{47} + 0.6X_{48} + 0.7X_{49} + ((1-0.7)/(4046.5 - 4008.5))(d^{-}1 - d^{+}1) \leq 4008.5$ **(هدف الكلف)**

$2.5X_{11} + 2.1X_{12} + 2.5X_{13} + 2.3X_{14} + 2.4X_{15} + 2X_{16} + 3X_{17} + 1.15X_{18} + 1.3X_{19} + 2.3X_{21} + 2X_{22} + 2X_{23} + 2.45X_{24} + 1.4X_{25} + 2.15X_{26} + 3.15X_{27} + 1.45X_{28} + 2X_{29} + 2X_{31} + 2.4X_{32} + 1.45X_{33} + 2.15X_{34} + 2X_{35} + 1.35X_{36} + 2.45X_{37} + X_{38} + 1.1X_{39} + 2.5X_{41} + 2.25X_{42} + 3.15X_{43} + 2.45X_{44} + 2.15X_{45} + 1.2X_{46} + 2.5X_{47} + 1.15X_{48} + 1.45X_{49} + ((1-0.3)/(7325.75 - 7204.25))(d^{-}2 - d^{+}2) \leq 7204.25$ **(هدف الوقت)**

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

$X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X16 + X17 + X18 + X19 \leq 1150$

$X21 + X22 + X23 + X24 + X25 + X26 + X27 + X28 + X29 \leq 1315$ (قيود

$X31 + X32 + X33 + X34 + X35 + X36 + X37 + X38 + X39 \leq 950$ العرض)

$X41 + X42 + X43 + X44 + X45 + X46 + X47 + X48 + X49 \leq 1265$

$X11 + X21 + X31 + X41 \geq 580$

$X12 = X22 + X32 + X42 \geq 515$

$X13 + X23 + X33 + X43 \geq 430$

$X14 + X24 + X34 + X44 \geq 480$

$X15 + X25 + X35 + X45 \geq 500$ (قيود الطلب)

$X16 + X26 + X36 + X46 \geq 375$

$X17 + X27 + X37 + X47 \geq 450$

$X18 + X28 + X38 + X48 \geq 395$

$X19 + X29 + X39 + X49 \geq 415$

$0 \leq di \leq 1 \;; \qquad Xij \geq 0$ (قيد اللاسالبية)

كانت النتائج كالآتي :Win.Q.S.Bبعد حل المسألة اعلاه وباستخدام برنامج

جدول(3-20) الحل الامثل لكلف النقل ووقت النقل باستخدام النموذج الثاني

مذخر9		مذخر8		مذخر7		مذخر6		مذخر5		مذخر4		مذخر3		مذخر2		مذخر1		
1.3	0.6	1.15	0.5	3	1.4	2	1.2	2.4	1.1	2.3	1.2	2.5	1.4	2.1	1.2	2.5	1.3	مخزن1
415		**255**								**480**								
2	0.75	1.45	0.7	3.15	1.5	2.15	1	1.4	1	2.45	1.35	2	1.2	2	1.1	2.3	1.2	مخزن2
								500						**515**		**60**		
1.1	0.5	1	0.5	2.45	1.3	1.35	0.7	2	1.1	2.15	1.2	1.45	1	2.4	1.3	2	1.2	مخزن3
												430				**520**		
1.45	0.7	1.15	0.6	2.5	1.4	1.2	0.5	2.15	1.3	2.45	1.35	3.15	1.5	2.25	1.2	2.5	1.4	مخزن4
		140		**450**		**375**												

4046.5= G1 الهدف الاول هناك انحراف موجب (زيادة)عن الهدف المطلوب بمقدار38 الف دينار ، اما بالنسبة للهدف الثاني G2 فيتم حساب مجموع اوقات الخلايا المشغولة بالكميات المثلى (Xij) في الجدول اعلاه للحصول على الوقت الامثل لعملية النقل وكالآتي:

Totaltime=T14+T18+T19+T21+T22+T25+T31+T33+T46+T47+T48 =2.3+1.15+1.3+2.3+2+1.4+2+1.45+1.2+2.5+1.15

20.35=ساعة

نلاحظ ان الوقت بعد حل مشكلة النقل متعددة الاهداف باستخدام البرمجة الهدفية للنموذج الثاني هو **20.35** ساعة بعد ان كان المطلوب **20** ساعة اي زيادة بمقدار (35) دقيقة.

7- الاستنتاجات (Conciusions):

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام الانموذجين اعلاه توصل الباحث الى بعض الاستنتاجات و كالاتي:

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

بعد حل مشكلة النقل متعددة الأهداف باستخدام نماذج بحوث العمليات تم الوصول الى نتائج جيدة بتقليل كلف النقل ووقت النقل بالمقارنة مع كلف ووقت النقل عند الاعتماد على الخبرة السابقة وطريقة التخمين من قبل متخذ القرار حيث أن استخدام البيانات الحقيقية في النماذج الرياضية يؤدي الي نتائج دقيقة وبالتالي يؤدي ذلك الى تعزيز الكفاءة التشغيلية لدى المذخر. أن استخدام البرمجة الهدفية هو اسلوب يسعى لإيجاد حل وسط بين العديد من الأهداف المختلفة والمتعارضة، حيث حقق توازناً بين هدفي تقليل كلفة النقل و تقليل زمن النقل بدلاً من تحقيق أو التركيز على أحدهما فقط. و من خلال نتائج الانموذجين اعلاه نلاحظ ان الهدف الاول والمتمثل بهدف كلفة النقل المتمثل ب (4008500) دينار تحقق بالكامل وفق الانموذج الاول بينما كان هناك انحراف موجب (زيادة) في الهدف الاول بعد حله باستخدام الانموذج الثاني بمقدار (38000) دينار، اما بالنسبة للهدف الثاني هدف الوقت نلاحظ انه تحقق في الانموذج الاول الهدف المطلوب وهو 20.3 ساعة اما بعد الحل باستعمال الانموذج الثاني كان هناك انحراف موجب (زيادة) عن الهدف المطلوب وبمقدار 35 دقيقة. وان تقليل زمن توصيل الأدوية والمستلزمات الطبية الى المذاخر يمثل تحسين سرعة استجابة المذخر لطلبات المذاخر الفرعية وهذا يعزز من ثقة تعامل المذاخر الفرعية.

8- التوصيات (Recommendations):

واخيراً وبعد الحصول على نتائج النماذج اعلاه لحل مشكلة النقل متعدد الأهداف وبعد الاستنتاجات أعلاه يتوصل الباحث الى بعض التوصيات التي قد تساعد متخذ القرار على اتخاذ قرارات صحيحة وجيدة كونها مستندة على بيانات حقيقية لتحقق أفضل استراتيجية ممكنة لعلمية النقل، وكذلك بعض التوصيات للباحثين من أجل تطوير نماذج رياضية اكثر تطوراً في المستقبل، ومن أهم تلك التوصيات هي :

ضرورة استخدام وتطبيق نماذج بحوث العمليات في اتخاذ القرار لما تشمله من نماذج رياضية علمية في التخطيط ولأجل تحقيق عملية نقل أكثر كفاءة ومحققة عملية نقل بأقل كلفة ووقت نقل مقارنةً مع الطريقة التي تعتمد على التخمين والخبرات السابقة ، كما يوصي الباحث متخذي القرار الى ضرورة جمع وتحليل بيانات النقل بشكل دوري لتحديث النموذج الخاص بعملية النقل تبعاً لتغيرات السوق والطلب، كما يفضل توفير أنظمة إلكترونية حديثة و ذكية تعتمد على التحليل الرياضي من أجل اتخاذ قرارات مناسبة وجيدة لتحقيق نقل أمثل .اقامة دورات تدريبية واطلاع الموظفين على كيفية استخدام البرامج الخاصة لحل النماذج الرياضية التي تعطي حل أمثل وبشكل دقيق لعمليات النقل ويصب ذلك في تطوير مهارات وقدرات الموظفين في التخطيط اللوجستي واتخاذ القرار الأمثل وبالتالي يحسن من إدارة المخازن وكيفية التوزيع من خلال تقليل الفجوات بين الكميات المعروضة في المخازن والكميات المطلوبة من قبل المذاخر الفرعية ليحقق كفاءة عالية في عملية التخزين والنقل. دراسة تأثير بعض العوامل الخارجية التي قد تدخل في حسابات عملية النقل مثل أسعار الوقود والمصاريف المتعلقة بصيانة سيارات النقل، الازدحام المروري والطرق التي تمر بها عملية النقل، الطقس وتأثيره على أداء عملية النقل وسلامة السلع المنقولة ،توسيع مجال ونطاق البحث وتطبيق النماذج الرياضية على دوائر ومؤسسات وقطاعات مختلفة في الية النقل كالنقل البري أو الجوي أو البحري وكذلك السكك الحديدية .

Funding

None

Acknowledgement

None

Conflicts of Interest

The author declares no conflict of interest.

Arabic References:

الشيخ أام. بحوث العمليات. الثانية. المجموعة العربية; 2009.

علي عح, صالح أم. فف. توظيف البرمجة الهدفية متعددة الخيارات لتقليل تكاليف الخزين والعجز لوحدات الدم في مراكز العناية الصحية. .

بخيت عاخ, عبود سف. حل مشكلة النقل الثلاثي الابعاد باستعمال البرمجة المتعددة الاهداف المضببة. مجلة كلية مدينة العلم. 2018;10(1):22.

الطروانة ما, عبيدات سخ. مقدمة في بحوث العمليات. دار المسيرة; 2009.

الأسطل رعم. بحوث العمليات والأساليب الكمية في صنع القرارات الإدارية. السادسة.; 2016.

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

الرفيق مي. بحوث العمليات.; 2018.

البلك وخ. إستخدام الأساليب الكمية في حل المشاكل الإدارية (بحوث العمليات).; 2016.

علي عح. إستخدام البرمجة الهدفية متعددة الخيارات مع تطبيق عملي. 2020.

English References:

Zhai Z. RETRACTED ARTICLE: A study of the application of linear programming to material transportation problems. Theor Nat Sci. 2023;9(1):255-257. doi:10.54254/2753-8818/9/20240769

Al Qahtani H, El–Hefnawy A, El–Ashram MM, Fayomi A. A Goal Programming Approach to Multichoice Multiobjective Stochastic Transportation Problems with Extreme Value Distribution. Adv Oper Res. 2019;2019:1-6. doi:10.1155/2019/9714137

Khalifa HAEW, Kumar P, Alharbi MG. On characterizing solution for multi-objective fractional two-stage solid transportation problem under fuzzy environment. J Intell Syst. 2021;30(1):620-635. doi:10.1515/jisys-2020-0095

Veeramani C, Edalatpanah SA, Sharanya S. Solving the Multiobjective Fractional Transportation Problem through the Neutrosophic Goal Programming Approach. Discret Dyn Nat Soc. 2021;2021:17. doi:10.1155/2021/7308042

Joshi VD, Agarwal K, Singh J. Goal programming approach to solve linear transportation problems with multiple objectives. J Comput Anal Appl. 2023;31(1):127-139.

جاسم نل, علي سصح. نهج جديد لإيجاد الحل الأمثل لمشاكل النقل الضبابية. المجلة العلمية للعلوم الإدارية والاقتصادية. 2025;214:15-225.

بداوي م. بحوث العمليات.; 2022.http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

Tamiz, M., Jones, D. & R. Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art. European Journal of operational research. Published online 1998:569-581.

Aouni B. The Models of Mathematical G.P. with Goals in an Imprecise Environment. LAVAL University; 1998.

Sang M. Lee DLO. Goal Programming in Multicriteria Decision Making, Advances in MCDM Models, Algorithms, Theory and Applications. 1999.

Winston, W. L., & Albright SC. Practical Management Science Spreadsheet Modeling and Applications. Published online 1997:388.

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Cochran JJ. An Introduction to Management Science: Quantitative Approach. to Decision Making. 2018.

Taha HA. Operations Research. An Introduction. 3rd ed. (Research J of operational, ed.).; 2007.

Charnes, A. Cooper, W. W., Ferguson RO. Optimal estimation of executive compensation by linear programming. Published online 1995:1338-151.

EISSN: 3005-3625, PISSN: 2790-2560, DOI: doi.org/10.58564/EASJ/5.2.2026.14

Aouni B. The Models of Mathematical G.P. with Goals in an Imprecise Environment. LAVAL University; 1998.

Corhay A. Goal Programming and Financial Decisions. Published online 2001:5.

Martel, J. M., &Aouni B. Incorporating the decision-maker's preferences in the goal-programming model. Oper Res Soc. Published online 1990:3-1121-1132.

Nomani MA, Ali I, Ahmed A. A new approach for solving multi-objective transportation problems. Int J Manag Sci Eng Manag. 2017;12(3):165-173. doi:10.1080/17509653.2016.1172994