مجلة جامعة الرازي

للعلوم الإدارية والإنسانية

RUHMS

عملية محكمة تصدر عن مركز البحث العلمي، وكلية العلوم الإدارية والإنسانية – جامعة الرازي

Print ISSN: 2791-3287& Online ISSN: 2791-3295

جامعة الرازي

Al-Razi University

جامعة الرازي

كلية العلوم الإدارية والإنسانية

يونيو 2023م

المجلد الرابع

العدد السابع

الهيئة الاستشارية

الرقم	الاسم	التخصص	الجامعة	الدولة
1	أ. د / عبدالله عبدالله السنفي	إدارة أعمال	جامعة صنعاء	اليمن
2	أ. د / صالح حسن الحرير	إدارة أعمال	جامعة عدن	اليمن
3	أ. د / طلعت اسعد عبد الحميد	إدارة أعمال	جامعة المنصورة	مصر
4	أ. د / حسن عبد الوهاب حسن	إدارة أعمال	جامعة القران الكريم	السودان
5	أ. د / نجاة محمد جمعان	إدارة أعمال	جامعة صنعاء	اليمن
6	أ. د / احمد علي الحاج	تخطيط تربوي	جامعة صنعاء	اليمن
7	أ. د / محمد احمد الجلال	طرائق التدريس	جامعة ذمار	اليمن

الإشـــراف العـــام

د / طـارق علي النهمي
رئيس مجلس الأمناء

رئيس التحرير

د / عبد الفتاح القرص
عميد كلية العلوم الإدارية والإنسانية

مدير التحرير

د / نجيـب علي إسكندر
رئيس قسم الإدارة الصحية

هيئة التحرير

أ.د/ نبيـــــــــــل الربيعـــــــــــي
د/ تركـــــــي يحيـــــــى القبانـــــــي
د/ عبـــد الفتـــاح علـــى القـــرص
أ. د/ محمـــــد محمـــــد القطيبـــــي
د/ محمـــــد حســـــيني الحســـــيني
أ. م. د/ صالـــــح علـــي النهـــــاري
د/ أحمـــــد محمـــــد الحجـــــوري

رقم الإيداع في دار الكتب الوطنية – صنعاء ( ) لسنة 2020م

مجلة جامعة الرازي – مجلة علمية محكمة – تهدف إلى إتاحة الفرصة للباحثين لنشر بحوثهم العلمية باللغتين العربية والإنجليزية في مختلف العلوم الإدارية والإنسانية

مجلة جامعة الرازي للعلوم الإدارية والإنسانية

مجلة علمية محكمة تعنى بنشر البحوث في مجال العلوم الإدارية والإنسانية

تصدر عن مركز البحث العلمي، وكلية العلوم الإدارية والإنسانية – جامعة الرازي – اليمن

توجه المراسلات إلى رئيس التحرير على العنوان الآتي:
مجلة جامعة الرازي للعلوم الإدارية والإنسانية

ص.ب:.....، الرمز البريدي..... اليمن

هاتف : 774440012 – 216923

فاكس : 406760

البريد الإلكتروني: ruahms@alraziuni.edu.ye

صفحة الإنترنت: www.alraziuni.edu

مجلة جامعة الرازي للعلوم الإدارية والإنسانية. المجلد (4)، العدد (7)، صفحة من 148 الى 165

طريقة مقترحة لإيجاد الحل الاساسي الاولي المقبول لمشاكل النقل بالمقارنة مع طرق تقليدية

د. قاسم عبده علي الشرجبي

كلية التجارة والاقتصاد – جامعة عمران

ملخص :

يعد تطبيق نماذج مشكلة النقل من اهم التطبيقات للبرمجة الخطية (L.P.) وحالة خاصة منها في شكل النموذج وطرق الحل، ويهدف تطبيق نموذج النقل الى نقل الكميات المنتجة من مصادر عرضها الى مراكز استهلاكها او الطلب عليها باقل التكاليف الممكنة وهو ما يسمى الحل الامثل لمشكلة النقل، اذ تكمن المشكلة هنا في تتعدد مصادر العرض وتعدد مراكز الطلب التي تجعل الخيارات والبدائل كثيرة جداً مما يصعب عملية اتخاذ القرار المناسب، ويتم الحصول على الحل الامثل من خلال عدة مراحل اهمها ايجاد الحل الاساسي الاولي المقبول (الممكن (IBFS) (الذي تستخدم الكثير من الطرق لإيجاده، التقليدية منها والحديثة، ومن اهم طرق ايجاد (LCM) :(IBFS)و (VAM)و (RAM)و (AM)وغيرها، جميع هذه الطرق تسعى للحصول على اقل تكلفة كلية للنقل لمصفوفة النقل المدروسة بحيث يكون اقرب ما يمكن الى التكلفة الكلية التي يحققها الحل الامثل، ويهدف البحث الحالي الى عرض مقترح لطريقة جديدة لإيجاد(IBFS) ، وهي طريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء باقل كلفة متاحة(AL-Shargabi M) ، وتطبيقها عملياً ثم مقارنة النتائج مع نتائج طرق اخرى تقليدية وحديثة للتحقق من مدى صلاحية الطريقة وكفاءتها، وقد توصل البحث الى ان الطريقة المقترحة (AL-Shargabi M) اثبتت كفاءة عالية بالمقارنة مع طريقتي (VAM) و(AM)، اذ كانت الكلفة الكلية للنقل الناتجة من تطبيق (AL-Shargabi M)على جميع مصفوفات النقل مختلفة الاحجام، اقل من النتائج التي ظهرت بعد تطبيق طريقتي (VAM) و (AM)أو تساويها أحياناً، وهذا مؤشر جيد على الكفاءة والإمكانية العالية لهذه الطريقة في التوصل إلى (IBFS)بكلفة كلية اقل وبالاعتماد عليها يمكن الوصول إلى الحل الأمثل (O.S.) بسهولة وبخطوات قليلة، واعتبارها طريقة مهمة ذات كفاءة عالية ترقى الى مستوى الطرق الاخرى المستخدمة في إيجاد.(IBFS)

الكلمات المفتاحية: نموذج النقل، مشاكل النقل ، الحل الابتدائي الأساس الأولي المقبول(IBFS) ، البرمجة الخطية، طريقة المعدل، طريقة فوجل التقريبية، طريقة روسيل، .(AL-Shargabi M)

A Proposed Method To Find The Initial Basic Feasible Solution Of Transportation Problems Compared To Traditional Methods

Dr. Kassim Abdu Ali Al-Shargabi

Faculty Of Commercial & Economic – Amran University, Yemen

Abstract:

The application of transportation problem models is one of the most important applications of linear programming (L.P.) and a special case of it in the form of the model and methods of solution.

The application of the transportation model aims to transfer the produced quantities from their supply sources to their consumption or demand centers at the lowest possible costs, which is called the optimal solution to the transportation problem, as the problem here lies in the multiplicity of supply sources and the multiplicity of demand centers which creates so many options and alternatives that make it difficult to take the right decision. The optimal solution is obtained through several stages, the most important of which is finding the Initial Basic Feasible Solution (IBFS) which is used to find it a lot of traditional/modern methods. Among the most important methods to find (IBFS) are: (LCM), (VAM), (RAM), (AM) and others. All of these methods seek to obtain the lowest total cost of transport for the studied transport matrix so that it is as close as possible to the total cost achieved by the optimal solution. The current research aims to present a proposal for a new method to find (IBFS), which is the method of successive distribution and interpolation at the lowest available cost (AL-Shargabi M) and apply it practically and then compare the results with the results of other traditional/modern methods to verify the extent, validity and efficiency of the method. Moreover, the research concluded that the proposed method (AL-Shargabi M) proved highly efficient compared to (VAM) and (AM) methods, as the total transportation cost resulting from the application of (AL-Shargabi M) on all transport matrices of different sizes was less than the results that appeared after applying (VAM) and (AM) methods, or sometimes equal to them. This is a good indication of the efficiency and high potential of this method in reaching (IBFS) at a lower total cost, and by relying on it, it is possible to reach the optimal solution (O.S.) easily within a few steps and considered as an important method with high efficiency that rises to the level of other methods that used in finding (IBFS).

DOI: https://doi.org/10.51610/rujhas4.7.2023.165

* Corresponding author: m-althary88@hotmail.com

مقدمة

يعتبر مجال النقل أحد اهم جوانب تطبيقات البرمجة الخطية المُساعِدة في اتخاذ القرارات لتسهيل تدفق المنتجات من مصادر انتاجها او تسويقها الرئيسية الى مراكز أو مواقع الطلب عليا بما يجعل تكاليف النقل او الوقت اللازم للنقل اقل ما يمكن، ولا يقتصر استخدام نماذج النقل على ضغط الكلفة عندما تكون دالة الهدف (Minimum) بل انه من الممكن اجراء بعض التغيرات البسيطة عليه واستخدامه عندما يستهدف متخذ القرار دالة تعظيم دالة الربح (Maximum). وتظهر المشكلة أساساً عند تعدد المصادر (Sources) وتعدد مراكز الطلب (الاستهلاك) (Destination) والمراد النقل بينهما، ويزداد تعقيد المشكلة مع تعدد مراكز الطلب (الاستهلاك). فعند زيادة هذه المراكز تزداد البدائل المتاحة مما يؤثر الى صعوبة تقييمها للوصول إلى أدنى الكلف[6]، ان آلية العمل في برمجة النقل تبدأ من ايجاد حل اساسي اولي مقبول (ممكن) (IBFS) للمشكلة ثم الانتقال في المرحلة التالية للتحقق من كون هذا الحل هو الامثل الذي يحقق أقل قدر من التكاليف او الوقت، فاذا لم يكن كذلك فيجب تنفيذ اجراءات وخطوات اخرى حتى الوصول للحل الامثل الذي يحقق اقل قدر من التكاليف، وقد وضعت هذه الأفكار ونوقشت في عام 1941، وطورت على يد عالم الرياضيات الأمريكي (George Antzig) سنة عام 1953، الذي افترض أن كل متغيرات الدراسة ضمن مصفوفة النقل هي كميات موجبة أو صفرية، وتعددت طرق وأساليب حلول مشكلة النقل وخاصة طرق ايجاد (IBFS)، ومن اهمها طريقة الركن الشمالي الغربي وطريقة اقل كلفة ممكنة وطريقة فوجل التقريبية، وقد عمل الكثير من الباحثين على تقديم اقتراحات بتعديلات على هذه الطرق او اقتراح طرق جديدة ومقارنتها مع الطرق الاخرى بهدف اثبات كفاءتها وفعاليتها، اذ اقترحت (فاتن فاروق وسرمد علوان ،2007) طريقة لإيجاد (IBFS) باستخدام المعدل الوسط الحسابي لكلف النقل[6]، كما قدم (M. A. Hakim,2012) طريقة تقريبية تعتمد على الفرق بين اكبر واصغر كلفة نقل، اسميت الطريقة التقريبية المقترحة (PAM)[13]، وقارن (Abdul Sattar Soomro، واخرون، 2014) بين ثلاث من الطرق هي (MTCM) و(VAM) و(PAM) واستنتج ان الطرق الثلاث متساوية تقريباً[8]، في حين قارن (حسين عدنان، 2017) البرمجة الخطية مع طرائق اخرى لإيجاد الحل الامثل ابتداءً بإيجاد (IBFS)[2]، واقترح (Sood S. & Jain K. , 2015) طريقة أعلى فرق (MDM) التي تعتمد على الفرق بين اكبر كلفتي نقل في كل من صفوف واعمدة مصفوفة النقل[18]، كما قدم (Lakhveer kaur، واخرون 2018) تحسين أو تطوير لطريقة اعلى فرق (MDM) سميت (IMDM)[12]، وفي نفس العام اقترحت (فاتن فاروق ، وحسين عدنان، 2018) طريقة جديدة لإيجاد (IBFS) وهي طريقة اكبر معدل لأسس الكلف التقريبية، والتي تعتمد على الحدود العليا والدنيا لكلف النقل[5]، وقدم (Ravi

Kumar R.، واخرون، 2018) طريقتهم الجديدة لإيجاد (IBFS) التي تعتمد على ضرب الكميات في كل من مصادر العرض ومراكز الطلب المقابلة لخلية الكلفة الاقل في (M + N – 1)، واتضح ان النتائج كانت افضل من نتائج الطرق التقليدية[15]، كما عرض (Priyanka Malviya, Dr.Sushma Jain, 2018) تعديلاً لطريقة المعدل (AM)، وذلك باحتساب معدل جزاء لأقل كلفتين نقل لكل صف ولكل عمود ثم اختيار اكبر معدل جزاء في الصفوف والاعمدة[19]، واقترح (H. A. Hussein, M. A. K. Shiker,2020) تعديلاً اخر لطريقة فوجل التقريبية لإيجاد (IBFS)[10]، وفي نفس العام قدم (Md. Munir Hossain ,Mollah Mesbahuddin Ahmed, 2020) دراسة مقارنة للحل الاساسي الاولي الممكن باستخدام طريقة متوسط اقل الكلف (LCMM)[14]، وفي نفس العام قدم الباحث (حسين علي ،2020) رسالة ماجستير اقترح فيها تعديلاً جديداً لطريقة فوجل التقريبية[3]، واقترح (Ridwan Raheem Lekan، واخرون، 2021) طريقة اخرى تعتمد على الفرق الاعلى بين اكبر كلفتين لصفوف العرض والفرق بين اكبر كلفة واقل كلفة (الفروق المتطرفة) لأعمدة الطلب[17]، وعرضت (Bilqis Amaliah، واخرون، 2022) طريقة جديدة لإيجاد (IBFS) تعتمد على مقارنة مجموع كميات العرض واقل تكلفة نقل ومجموع كميات الطلب[9]، كما اقترح (Raval S., 2023) تعديلاً جديداً لطريقة (Ravi Kumar R.، وزملائه) لإيجاد (IBFS) المقترحة عام 2108، واتضح ان التعديل يوصل الى نتائج افضل في غالب الاحيان[16].

في هذا البحث سيتم عرض اسلوب اخر لإيجاد (IBFS) بالاعتماد على تسلسل عمليات توزيع الكميات المعروضة ، او تسلسل عمليات استيفاء الكميات المطلوبة ولكن باستخدام اقل الكلف المقابلة لكل عرض او طلب، وكذلك دمج عمليات التسلسل للعرض والطلب من خلال اقل الكلف المشتركة بينهما، ومن ثم مقارنة النتائج مع طرق اخرى تقليدية وحديثة، وسمي هذا الاسلوب بطريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء بأقل كلفة نقل (AL-Shargabi M).

الجانب النظري

مشاكل النقل

مشاكل النقل هي جزء خاص من نماذج البرمجة الخطية (L.P.)، لذلك يمكن صياغة أي مشكلة نقل بشكل نموذج (L.P.)، ويمكن استخدام طرق واساليب البرمجة الخطية للوصول الى الحلول المثلى لها، ولكنها في الحقيقة اساليب رياضية مطولة، ونظراً لخصوصية نماذج النقل فقد وجدت العديد من الطرق الخاصة به تحقق نفس الغرض وهو الحل الامثل الذي يمثل نقل جميع الوحدات

المنتجة من مصادرها الى مراكز الطلب عليها بأقل تكلفة ممكنة، ويشترط لاستخدام نموذج النقل توافر الشروط التالية:[1]

- وجود طاقات محدودة ومعروفه ومقاسه كمياً لمصادر العرض (المصانع والمخازن التي تنقل منها المنتجات)، وكذلك لمراكز الطلب (جهات الاحتياج للمنتجات).
- وجود مسارات متعددة لنقل أو شحن المنتجات من مصادر عرضها إلي مراكز الطلب، حتى يمكن الاختيار والمفاضلة بين هذه المسارات البديلة.
- ثبات تكلفة نقل الوحدة الواحدة من المنتج من مصادر عرضها إلي مراكز الطلب، وذلك للحفاظ خطية النموذج

النموذج الخطي الخاص بمشاكل النقل

يكون الشكل العام لجدول كلف النقل (مصفوفة النقل) كما يلي:[11]

جدول (1): الشكل العام لمصفوفة كلف النقل

	D_1	D_2		D_J		D_n	Supply
S_1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	…	C_{1J} X_{1J}	…	C_{1n} X_{1n}	a_1
S_2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}		C_{2J} X_{2J}		C_{2n} X_{2n}	a_2
	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
S_I	C_{I1} X_{I1}	C_{I2} X_{I2}	…	C_{IJ} X_{IJ}	…	C_{In} X_{In}	a_I
	⋮		⋮		⋮	⋮	
S_m	C_{I1} X_{m1}	C_{m2} X_{m2}	…	C_{mJ} X_{mJ}	…	C_{mn} X_{mn}	a_m
Dem.	b_1	b_2	…	b_J	…	b_n	

اذ ان:

X_{ij}: عدد الوحدات المنقولة من مصدر العرض (i) الى مركز الطلب (j).

C_{ij}: كلفة نقل الوحدة الواحدة من مصدر العرض (i) الى مركز الطلب (j).

a_i: عدد الوحدات او الكمية المعروضة في مصدر العرض (i)، $(i = 1,2,3, \dots, m)$.

b_j: عدد الوحدات او الكمية المطلوبة في مركز الطلب (j)، $(j = 1,2,3, \dots, n)$.

S_i: مصدر العرض رقم (i). و(D_j): مركز الطلب رقم (j).

m: عدد مصادر العرض للمنتجات المتوفرة. و(n): عدد مراكز الطلب على المنتجات المتوفرة.

ويكون الشكل العام لنموذج البرمجة الخطية كما في الصيغة التالية:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}X_{ij}$$

Subject to:

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = a_i \quad , \ i = 1,2,3, \dots, m \qquad \text{(قيود العرض)}$$

مع تأكيد ان الكمية المطلوبة لا تزيد عن الكمية المعروضة في المصدر (i)

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = b_j \quad , \quad j = 1,2,3, \dots, n \qquad \text{(قيود الطلب)}$$

مع تأكيد ان الكمية المنقولة تحقق الطلب كحد ادنى في مركز الطلب (j)

$$X_{ij} \leq 0 \ \forall \, i \,\&\, j$$

حلول نماذج النقل

توجد ثلاثة انواع من الحلول لنماذج النقل وهي: الحل الاساسي الاولي (IBS) وهو قيمة دالة الهدف او مقدار تكلفة النقل الناتجة عن توزيع معين للمتغيرات (X_{ij}) في مصفوفة النقل، ويكون هذا الحل ممكناً (مقبولاً)، أي (IBFS) اذا تحقق ان عدد المتغيرات الاساسية (عدد الخلايا المملوءة) يساوي $(-1m + n)$، وهذا الشرط هو الذي يضمن امكانية الوصول الى الحل الثالث وهو الحل الامثل (O.S.) الذي يمثل افضل توزيع للمتغيرات الاساسية في مصفوفة النقل ويعطي أقل تكلفة نقل ممكنة، ولا يمكن لأي حل أخر ان يعطي اقل تكلفة منه.

طرق ايجاد الحل الاساسي الابتدائي المقبول

يتطلب التعريف العام لنموذج النقل أن تكون الكمية المعروضة مساوية للكمية المطلوبة $(\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j)$ ومن هذا ينتج إن نموذج النقل سيتضمن معادلة واحدة معتمدة والمعادلات الباقية تعتبر مستقلة وهذا يعني إن (IBFS) يتكون من$(m + n - 1)$ متغير اساسي، والمتغيرات المتبقية هي غير أساسية وعددها $mn - (m + n - 1)$، أي إن قيمتها تساوي صفر، وتوجد ثلاث طرق اساسية (تقليدية) تستخدم لإيجاد (IBFS) وهي على الترتيب: طريقة الركن الشمالي الغربي(Method Corner- Northwest) وطريقة أقل

كلفة ممكنة (Method Cost Least) وطريقة فوجل التقريبية (Vogel's Approximation Method ((VAM).

وفي هذا البحث سيتم تناول طريقة فوجل التقريبية (VAM) كونها اكثر هذه الطرق كفاءةً، وكذلك طريقة روسيل التقريبية (RAM)، وطريقة المعدل (AM) من الطرق الحديثة، بالإضافة الى الاسلوب المقترح (طريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء باقل كلفة نقل) (AL-Shargabi M).

طريقة فوجل التقريبية ((Vogel's Approximation Method (VAM))[7]

تعتبر هذه الطريقة من اكفأ الطرق التقليدية لإيجاد الحل الاساسي الاولي المقبول (IBFS) واهمها على الاطلاق، نظراً لأنها غالباً تعطي حلول اقرب الى الحل الامثل (O.S.)، ولذلك سميت بالتقريبية، وتنفذ بعد التأكد من موازنة النموذج بالخطوات التالية:

a) يحسب الفرق (الجزاء) بين اقل كلفتي نقل لكل صف وعمود في مصفوفة كلف النقل.
b) يحدد أكبر فرق (جزاء) في الصفوف او الاعمدة، وتحدد الخلية المناظرة التي تحوي اقل كلفة نقل في ذلك الصف او العمود.
c) يتم اشباع الخلية ذات التكلفة الأقل الكمية المنقولة (X_{ij}) وفق قاعدة $Min(a_i , b_j)$
d) إذا تساوت الفروق بين الخلايا يتم إعطاء الأولوية لإشباع الخلية التي بها طاقة استيعابية أكبر.
e) يحذف الصف (العمود) المتحقق وتغير كمية تجهيز الصف أو طلب العمود الذي تقع فيه الخلية الى مقدار الفرق بين كميتي التجهيز والطلب المقابلة لهما.
f) تكرر الخطوات السابقة حتى يتم توزيع كامل الكميات المعروضة.
g) ليكون الحل ممكن يجب ان يكون عدد الخلايا التي تحوي كميات منقولة (X_{ij}) تساوي $(m + n - 1)$.

طريقة روسيل التقريبية ((Russel's Approximation Method(R.A.M))[4]

تعتبر هذه الطريقة افضل من طريقة فوجل لأنها غالباً تعطي (IBFS) أقرب للحل الامثل (خصوصا للمصفوفات الكبيرة) وخطواتها بعد التأكد من توازن النموذج هي :

a) تحديد أعلى كلفة نقل لكل صف يرمز لها بالرمز $(\bar{a})$ ولكل عمود ويرمز لها بالرمز $(\bar{b})$
b) تشكيل مصفوفة كلف نقل جديدة كلفها هي $(\bar{C}_{ii} = C_{ii} - \bar{a} - \bar{b})$
c) تحدد الخلية التي لها اصغر كلفة نقل جديدة $(\bar{C}_{ij})$ ويعطى لمتغيرها أكبر كمية ممكنة وفقاً للقاعدة $Min(a_i , b_j)$.
d) يحذف الصف (العمود) المتحقق وتغير كمية عرض (تجهيز) الصف أو طلب العمود الذي تقع فيه الخلية الى مقدار الفرق بين كميتي العرض (التجهيز) والطلب المقابلة لهما .
e) اذا بقى صف (عمود) واحد فيعطى كميات الطلب والتجهيز المتبقية، اما اذا بقى اكثر من صف (عمود) واحد فيتم العودة للخطوة (b) والتكرار حتى يتم توزيع كل الكميات المعروضة.

طريقة المعدل (AM)[6]

a) لابد أن يكون النموذج متوازناً بمعنى أن $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum^{n} b_j$
b) بناء عمود جزاء ، يحسب فيه معدل الكلف لكل صف من صفوف مصفوفة النقل.
c) بناء صف جزاء ، يحسب فيه معدل الكلف لكل عمود من اعمدة مصفوفة النقل.
d) يتم تحديد أعلى معدل للكلف في الصفوف والأعمدة، ثم تفعيل اختيار الخلية ذات اقل كلفة مناظرة للصف (العرض) أو العمود (الطلب) وتعطى الكمية المناسبة لها من العرض والطلب.
e) يستبعد صف العرض الذي استنفذ ما لديه أو العمود الذي استوفى الاحتياج لديه.
f) تكرر الخطوات السابقة حتى يتم توزيع كامل الكميات المعروضة، ثم تحسب الكلفة الكلية، مع مراعاة أن عدد الخلايا المشغولة (n+m−1).

طريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء بأقل كلفة نقل (AL-Shargabi M) – (الطريقة المقترحة)

تنقسم هذه الطريقة الى ثلاثة اقسام، يمكن اعتبار أي منها طريقة بحد ذاتها يمكن استخدامها لإيجاد الحل الاساسي المقبول لمشاكل النقل مع مراعاة مستويات الكفاءة المتفاوتة فيما بينها، وتعتمد جميعها على التسلسل في عمليات التوزيع (التجهيز) من مصادر عرض المنتج الى مراكز الطلب عليه او الاستيفاء لمراكز الطلب على المنتج من مصادر العرض (التجهيز) او الدمج بين الحالتين، وجميعها تكون بأقل كلفة نقل متاحة، وفيما يلي توضيح للأقسام الثلاثة:

أولاً: التوزيع المتتالي باقل كلفة نقل متاحة

يعتمد هذا الاسلوب على مبدأ تسويقي صرف، حيث يحرص المنتجون (المصدرون) على توزيع منتجاتهم الى السوق (مراكز الطلب) باقل التكاليف دون تأخير، ولذلك يتم توزيع الكميات المعروض في مصادر العرض (التجهيز) بالتتابع ابتداءً من المصدر الاول وصولاً الى الاخير، ويتم التوزيع وفقاً لأقل كلفة نقل في ذلك المصدر (الصف)، ولا يتم الانتقال من مصدر عرض الى المصدر التالي الا بعد توزيع الكمية الموجودة فيه كاملة.

ثانياً: الاستيفاء المتتالي باقل كلفة نقل متاحة

يعتمد هذا الاسلوب على مبدأ حاجة السوق (مراكز الطلب) الملحة للمنتجات بهدف تفعيل حركة السوق، فيحرص اصحاب الاحتياج على استيفاء حاجاتهم (طلب المراكز) باقل التكاليف دون تأخير، ولذلك يتم استيفاء الكميات المطلوبة في مراكز الطلب بالتتابع ابتداءً من مركز الطلب الاول وصولاً الى الاخير، ويتم الاستيفاء وفقاً لأقل كلفة نقل في ذلك المركز (العمود)، ولا يتم الانتقال من مركز طلب الى المركز التالي الا بعد استيفاء الكمية المطلوبة كاملة.

ثالثاً: التوزيع المتتالي والاستيفاء باقل كلفة نقل متاحة

يراعي هذا الاسلوب الحالتين السابقتين فيدمج بين الحرص على التوزيع والحاجة للاستيفاء باقل التكاليف، وتتلخص خطوات الحصول على الحل الاساسي الاولي المقبول (IBFS) فيما يلي:

- التأكد من توازن النموذج (مصفوفة النقل)، أي أن $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$ ، واذا لم يتحقق ذلك يتم اضافة عمود (صف) وهمي تكون كمية العرض (الطلب) فيه تساوي الفرق بين مجموع العرض ومجموع الطلب، وتكون جميع كلف النقل فيه هي اصفار.
- تحدد أقل كلفة نقل في الصف الاول (S_1)، ولنفرض انها تقع في العمود (مركز الطلب) رقم (j).
- تحدد أقل كلفة نقل في العمود (مركز الطلب) رقم (j)، واذا تساوت كلفتي نقل أو أكثر في نفس العمود فتحدد الكلفة الاقرب الى الصف (مصدر العرض) المراد توزيع الكمية منه.
- يتم اشباع الخلية المحددة وفق قاعدة $Min(a_i , b_j)$ ، وتحديد الكمات الجديدة في الصف والعمود.
- يستبعد الصف (العمود) الذي تكون الكمية فيه تساوي صفر.
- اذا كان الصف الاول (S_1) هو المستبعد فيتم الانتقال الى الصف الثاني (S_2) وتكرار نفس الاجراءات السابقة، اما اذا استُبعد العمود رقم (j) أو أي صف اخر، فيتم تكرار نفس الاجراء على الصف الاول (S_1) الى ان تصبح الكمية (a_1) تساوي صفر.
- يتم الانتقال الى الصف التالي (S_i) غير المستبعد وتُوزع الكمية المعروضة فيه (a_i) وفقاً للإجراءات السابقة، وتستمر الى ان يتم توزيع الكميات المعروضة في جميع المصادر.
- يتم احساب التكلفة الكلية ($T.C$) مع مراعاة ان عدد المتغيرات الاساسية يساوي (m+n−1)، واذا لم يتحقق هذا الشرط المهم فيتم اكمال العدد باعتبار أي من المتغيرات غير الاساسية التي لها اقل الكلف متغيرات اساسية بكمية منقولة تساوي صفر.

وتتميز هذه الطريقة بسهولة تنفيذ خطوات ايجاد (IBFS) وبالتالي تلافي الاخطاء التي يمكن ان تحدث نتيجة العمليات الرياضية المعقدة والجداول الكثيرة، كما انها تضع قواعد ثابتة وواضحة للاختيار عند تساوي الكلف في مصفوفة النقل ولا تترك ذلك للاحتمالات التي قد تؤثر في كفاءة الحل، هذا بالإضافة لكونها تعتبر ذات كفاءة جيدة مقارنةً بالطرق الاخرى المستخدمة في ايجاد (IBFS).

كفاءة الحل الاساسي الاولي المقبول

لا يمكن إثبات كفاءة الحل الاساسي المقبول لمشاكل النقل المحسوب بطريقة معينة، عن طريق البراهين النظرية الرياضية، ويتم التحقق من كفاءة الطريقة التي يحسب بها الحل من خلال التطبيقات العملية ومقارنة النتائج مع الطرق الاخرى المستخدمة لنفس الغرض، وتحدد كفاءة الطريقة وبالتالي الحل في الحالات التالية:

- عند الحصول على نتيجة تمثل أقل كلفة كلية للنقل بالمقارنة مع نتائج الطرق الاخرى.
- اذا تقلصت (قلت) عدد الخطوات اللازمة للحصول على الحل الامثل، وترتبط هذه الحالة بالحالة السابقة.
- سهولة تنفيذ خطوات الطريقة للحصول على الحل الاساسي المقبول، وتصغير احتمال الوقوع بالأخطاء.

الجانب التطبيقي (العملي)

في هذا الجانب العملي سيتم تطبيق طريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء باقل كلفة متاحة (AL−Shargabi M) لإيجاد (IBFS) في عدد من نماذج النقل بدرجات مختلفة هي (6X6) و(4X4) و(4X5) و(5X3)، ثم مقارنة

النتائج مع كل من طريقة (VAM) باعتبارها طريقة تقليدية، وطريقة (AM) من الطرق الجديدة على اعتبار انها قد طبقت وتم مقارنة نتائجها مع طريقة (VAM) وأُثبت انها ذات كفاءة جيدة.

جدول (2): ايجاد (IBFS) بطريقة (VAM) للمصفوفة (5X3)

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	8	6	1 (20)	5 (10)	9	30
S_2	7	2 (30)	4	0 (30)	3 (0)	60
S_3	4 (20)	7	4	3	2 (40)	60
Dem.	20	30	20	40	40	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 290$$

جدول (3): ايجاد (IBFS) بطريقة (AM) للمصفوفة (5X3)

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	8	6	1 (20)	5 (10)	9	30
S_2	7	2 (30)	4	0 (30)	3 (0)	60
S_3	4 (20)	7	4	3	2 (40)	60
Dem.	20	30	20	40	40	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 290$$

جدول (4): ايجاد (IBFS) بطريقة (AL−Shargabi M) للمصفوفة (5X3)

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Supply
S_1	8	6 (10)	1 (20)	5	9	30
S_2	7	2 (20)	4	0 (40)	3 (0)	60
S_3	4 (20)	7	4	3	2 (40)	60
Dem.	20	30	20	40	40	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 280$$

يتضح من الجداول (2) و(3) و(4) ان اقل تكلفة نقل كلية للنموذج (5X3)، قد حققتها طريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء باقل كلفة متاحة (AL–Shargabi M)، اذ كانت تساوي (280) وحدة نقدية في حين بلغت الكلفة الكلية للنقل لنفس النموذج في طريقتي (VAM) و(AM) (290) وحدة نقدية لكل منهما مع توفر امكانية تحقيق الشرط (m+n–1)، وهذا يؤشر افضلية وكفاءة طريقة (AL–Shargabi M) في هذا النموذج بالمقارنة مع الطريقتين.

جدول (5): ايجاد (IBFS) بطريقة (VAM) للمصفوفة (4X4)

	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	16	12 2	10	8 5	7
S_2	9 5	15	16	10	5
S_3	7	8 8	5 1	9 0	9
S_4	9	6	4 8	12	8
Dem.	5	10	9	5	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 210$$

جدول (6): ايجاد (IBFS) بطريقة (AM) للمصفوفة (4X4)

	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	16	12	10 2	8 5	7
S_2	9 5	15	16	10	5
S_3	7	8 2	5 7	9 0	9
S_4	9	6 8	4	12	8
Dem.	5	10	9	5	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 204$$

جدول (7): ايجاد (IBFS) بطريقة (AL–Shargabi M) للمصفوفة (4X4)

	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	16	12 2	10	8 5	7
S_2	9 5	15	16	10	5
S_3	7	8 8	5 1	9	9
S_4	9	6 0	4 8	12	8
Dem.	5	10	9	5	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 210$$

يتضح من الجداول (5) و(6) و(7) ان اقل تكلفة نقل كلية للنموذج (4X4)، قد حققتها طريقة (AM) ، اذ كانت تساوي (204) وحدة نقدية في حين بلغت الكلفة الكلية للنقل لنفس النموذج في طريقتي (AL–Shargabi M) و(VAM) (210) وحدة نقدية لكل منهما مع توفر امكانية تحقيق الشرط (m+n–1)، وهذا يؤشر افضلية وكفاءة طريقة (AM) عن الطريقتين المطبقتين في هذا النموذج، كما يؤشر كفاءة طريقة (AL–Shargabi M) بالمقارنة مع طريقتي (VAM) و(AM) على اعتبار كفاءة الطريقتين، وان تساوي قيمة التكلفة الكلية للنقل مع احدى الطريقتين هو مؤشر عالي على كفاءة هذه الطريقة.

جدول (8): ايجاد (IBFS) بطريقة (VAM) للمصفوفة (4X5)

	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	10	5 **20**	20	7	20
S_2	13	9 **10**	12	8 **20**	30
S_3	4 **20**	8	7	9	20
S_4	14	7 **0**	1	0 **40**	40
S_5	3	12 **20**	5 **20**	19	40
Dem.	20	50	20	60	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 770$$

جدول (9): ايجاد (IBFS) بطريقة (AM) للمصفوفة (4X5)

	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	10	5 **20**	20	7	20
S_2	13	9	12	8 **30**	30
S_3	4	8 **20**	7	9	20
S_4	14	7 **10**	1	0 **30**	40
S_5	3 **20**	12	5 **20**	19	40
Dem.	20	50	20	60	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 730$$

جدول (10): ايجاد (IBFS) بطريقة (AL–Shargabi M) للمصفوفة (4X5)

	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	10	5 20	20	7	20
S_2	13	9 10	12	8 20	30
S_3	4	8 20	7	9	20
S_4	14	7	1	0 40	40
S_5	3 20	12	5 20	19	40
Dem.	20	50	20	60	

$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 670$

يتضح من الجداول (8) و(9) و(10) ان اقل تكلفة نقل كلية للنموذج (4X5)، قد حققتها طريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء باقل كلفة متاحة (AL–Shargabi M)، اذ كانت تساوي (670) وحدة نقدية في حين بلغت الكلفة الكلية للنقل لنفس النموذج في طريقتي (VAM) و(AM) (770 و 730) وحدة نقدية على التوالي مع توفر امكانية تحقيق الشرط (m+n–1)، وهذا يؤشر افضلية وكفاءة طريقة (AL–Shargabi M) في هذا النموذج بالمقارنة مع الطريقتين المذكورتين.

جدول (11): ايجاد (IBFS) بطريقة (VAM) للمصفوفة (6X6)

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	Supply
S_1	1 0	5	3	1 30	4	5	30
S_2	7	2	3	1 0	5	0 50	50
S_3	0 50	1 10	9	5	2	3	60
S_4	6	5 5	8	4	1 25	4	30
S_5	3	2 15	11	6	4	2	15
S_6	2	3	1 25	5	2	1 20	45
Dem.	50	30	25	30	25	70	

$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 165$

جدول (12): ايجاد (IBFS) بطريقة (AM) للمصفوفة (6X6)

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	Supply
S_1	1 0	5	3	1 30	4	5	30
S_2	7	2	3	1 0	5	0 50	50
S_3	0 30	1 30	9	5	2	3	60
S_4	6	5	8	4	1 25	4 5	30
S_5	3	2	11	6	4	2 15	15
S_6	2 20	3	1 25	5	2	1	45
Dem.	50	30	25	30	25	70	

$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\, X_{ij} = T.C = 200$

ونظراً لوجود عدة احتمالات لتحديد الخلية التي يتم التوزيع من خلالها وذلك عند تساوي المعدلات المحسوبة لبعض الصفوف او الاعمدة، فقد تم احتساب تكلفة النقل الكلية باحتمال اخر غير الذي في الجدول (12) وكانت النتيجة كما مبين في الجدول (13) التالي:

جدول (13): ايجاد (IBFS) بطريقة (AM) للمصفوفة (6X6)

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	Supply
S_1	1 0	5	3	1 30	4	5	30
S_2	7	2	3	1	5	0 50	50
S_3	0 50	1 10	9	5	2	3	60
S_4	6	5	8	4	1 25	4 5	30
S_5	3	2 15	11	6	4	2	15
S_6	2	3 5	1 25	5	2	1 15	45
Dem.	50	30	25	30	25	70	

$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\, X_{ij} = T.C = 170$

جدول (14): ايجاد (IBFS) بطريقة (AL–Shargabi M) للمصفوفة (6X6)

	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	Supply
S_1	1 0	5	3	1 30	4	5	30
S_2	7	2	3	1 0	5	0 50	50
S_3	0 50	1 10	9	5	2	3	60
S_4	6	5 5	8	4	1 25	4	30
S_5	3	2 15	11	6	4	2	15
S_6	2	3	1 25	5	2	1 20	45
Dem.	50	30	25	30	25	70	

$$Min(Z) = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} C_{ij}\,X_{ij} = T.C = 165$$

يتضح من الجداول (11 و13 و14) ان اقل تكلفة نقل كلية للنموذج (4X4)، قد حققتها طريقتي (AL–Shargabi M) و(VAM)، اذ كانت تساوي (165) وحدة نقدية، في حين بلغت الكلفة الكلية للنقل لنفس النموذج في طريقة (AM) (170) وحدة نقدية في احد احتمالات الحل (وهو الاحتمال الافضل) حيث اتضح من الجدول (12) ان التكلفة الكلية لنقل هي (200) وحدة نقدية، وهذا رقم كبير جداً مقارنةً مع الطرق الاخرى، مع امكانية تحقيق الشرط (m+n–1) في كل الطرق المستخدمة، وهذا يؤشر افضلية وكفاءة الطريقتين المذكورتين عن طريقة (AM) في هذا النموذج، كما يؤشر كفاءة طريقة (AL–Shargabi M) بالمقارنة مع طريقتي (VAM) و(AM) على اعتبار كفاءة الطريقتين، وان تساوي قيمة التكلفة الكلية للنقل مع احدى الطريقتين هو مؤشر عالي على كفاءة هذه الطريقة.

جدول (15): ملخص نتائج ايجاد (IBFS) بثلاث لطرق ومصفوفات نقل بأحجام مختلفة

الطرق Methods	الحالات التطبيقية Applied Cases			
	4X4	4X5	5X3	6X6
VAM	210	770	290	165
AM	204	730	290	170
AL–Shargabi M	210	670	280	165

الاستنتاجات

من خلال النتائج الموضحة في الجدول (15) الذي يلخص نتائج ايجاد (IBFS) لمصفوفات أتخاذ القرار في مشكلة النقل ذات الأحجام المختلفة، أن الحل الأساسي الأولي المقبول (IBFS) لمشكلة النقل الذي تم الحصول باستخدام طريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء باقل كلفة متاحة (AL–Shargabi M) يعطي غالباً كلفة كلية (T.C.) اقل مما تعطيه طريقة فوجل التقريبية (VAM) وطريقة المعدل (AM)، ويتساوى مع احدها احياناً، وهذه النتيجة تعتبر مؤشراً جيداً على الكفاءة والإمكانية العالية لهذه الطريقة في التوصل إلى (IBFS) بكلفة كلية اقل وبالاعتماد عليها يمكن الوصول إلى الحل الأمثل (O.S.) بسهولة وبخطوات قليلة، وبالتالي يمكن اعتبار الطريقة المقترحة (طريقة التوزيع المتتالي والاستيفاء باقل كلفة متاحة) (AL–Shargabi M) طريقة مهمة ذات كفاءة عالية ترقى الى مستوى الطرق الاخرى المستخدمة في إيجاد (IBFS).

المصادر

1) جمال عبد العزيز صابر، (2009)، بحوث العمليات في المحاسبة، كلية التجارة – جامعة القاهرة، مصر.
2) حسين عدنان محمد،(2017)، (مقارنة البرمجة الخطية مع طرائق أخرى لإيجاد الحل الأمثل لنماذج النقل)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق.
3) حسين علي حسين جاسم،(2020)، (حل مشاكل النقل باستعمال تعديل جديد لطريقة فوجل التقريبية)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة بابل، العراق.
4) عبد الجبار خضر بخيت، واخرون، (2015)، (بحوث العمليات مرتكزات اساسية وقرارات علمية)، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد، العراق. https://www.researchgate.net/publication/314835935
5) فاتن فاروق البدري، وحسين عدنان الكواز،(2018)، (طريقة مقترحة لحل مشكلة النقل ومقارنتها مع بعض طرائق الحل الابتدائي الأولي)، مجلة المنصور، العدد (29)، لسنة 2018، بغداد، العراق.
6) فاتن فاروق البدري، وسرمد علوان صالح، (2007)، (طريقة مقترحة لإيجاد الحل الأساسي المقبول (الممكن) لمشكلة النقل)، مجلة العلوم الاقتصادية والادارية، مجلد13، عدد48، سنة2007، بغداد، العراق.
7) مخلوف عز الدين، (2021)، (محاضرات وتطبيقات في مقاييس الطرق الكمية)، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة زيان عاشور الجلفة، الجزائر.
8) Abdul Sattar Soomro, Gurudeo Anand Tularam, Ghulam Murtaa Bhayo, (2014), (A comparative study of initial basic feasible solution methods for

transportation problems), Mathematical Theory and Modeling ISSN 2224-5804 (Paper) ISSN 2225-0522 (Online) Vol.4, No.1, 2014

9) Bilqis Amaliah, Chastine Fatichah and Erma Suryani,(2022), (A new heuristic method of finding the initial basic feasible solution to solve the transportation problem), Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences 34 (2022) 2298–2307.

10) H. A. Hussein and M. A. K Shiker, (2020), (A Modification to Vogel's Approximation Method to Solve Transportation Problems), J. Phys.: Conf. Ser. 1591 012029.

11) H. A. Taha ,(2012)"Operations Research: An Introduction" , Pearson Education ,inc. , Ninth Edition. Page 224.

12) Lakhveer kaur, Madhuchanda Rakshit , Sandeep Singh, (2018), (An Improvement in Maximum Difference Method to Find Initial Basic Feasible Solution for Transportation Problem), International Journal of Computer Sciences and Engineering, Vol.-6, Issue-9, Sept. 2018.

13) M. A. Hakim, (2012), (An Alternative Method to Find Initial Basic Feasible Solution of a Transportation Problem), Annals of Pure and Applied Mathematics Vol. 1, No. 2, 2012, 203-209, ISSN: 2279-087X (P), 2279-0888(online).

14) Md. Munir Hossain, Mollah Mesbahuddin Ahmed, (2020), (: A Comparative Study of Initial Basic Feasible Solution by a Least Cost Mean Method (LCMM) of Transportation Problem), American Journal of Operations Research, Vol.10 No.4, July 14, 2020.

15) Ravi Kumar R., Radha Gupta, Karthiyayini O., (2018), (A New Approach to Find Initial Basic Feasible Solution Of Transportation Problem), Kumar et. al.,

Vol.6 (Iss.5): May 2018, ©International Journal of Research – GRANTHAALAYAH.

16) Raval S. (2023), (New Approach to Find Initial Basic Feasible Solution (IBFS) for Optimal Solution in Transportation Problem), *Open Journal of Applied Sciences*, Vol.13 No.2, February 2023.

17) Ridwan Raheem Lekan, Lord Clifford Kavi and Nancy Ann Neudauer, (2021), (Maximum Difference Extreme Difference Method for Finding the Initial Basic Feasible Solution of Transportation Problems), AAM: Intern. J., Vol. 16, Issue 1 (June 2021).

18) Sood S. & Jain K., (2015), "The Maximum difference method to find initial basic feasible solution for transportation problem", ©Asian Journal of Management Sciences.

19) Priyanka Malviya, Dr.Sushma Jain, (2018), (Modified form of Average Transportation Cost Method (ATCM)– an Efficient Method for Finding an Initial Basic Feasible Solution for Transportation Problem), International Journal of Mathematics Trends and Technology (IJMTT) – Volume 59 Number 1– July 2018.