



جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الرياضيات

مشاكل النقل
Transportation Problems

البحث مقدم الى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة - جامعة بابل وهو جزء من متطلبات نيل شهادة

البكالوريوس في قسم الرياضيات

أعداد الطالبة

طيبة عبد الأمير هادي

بإشراف

أ.د. مشاق عبد الغني شخير الجنابي

٢٠٢٤ م

١٤٤٥ هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

((يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ
وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ))

صدق الله العلي العظيم

«سورة المجادلة: الآية 11»

الإهداء

الى من كان حلمه ان أكون وأصبحت ما كان يريد به الى والدي
الى من عززت في داخلي شخصي الى امي المرأة المجاهدة
الى كل معلماتي اللاتي كن سببا في وصولي الى اخوتي مصدر قوتي

الى صاحب الفضل الكبير استاذي و مشرفي
(أ.د. مشتاق عبد الغني شخير الجنابي)

وكل اساتذتي في قسم الرياضيات

الى زملائي واصدقائي

الى كل من كان له اثر

اهديهم جميعا بحثي المتواضع

شكر وتقدير

الحمد لله الأول قبل الإنشاء والإحياء والآخر بعد فناء الأشياء العليم الذي لا ينسى من ذكره ولا ينقص من شكره ولا يخيب من دعاه ولا يقطع رجاء من رجاه.

والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين أبي القاسم محمد وعلى اله الطيبين الطاهرين.

أما بعد... فإني يسعده أن أتقدم بالشكر الجزيل ووافر الامتنان لأستاذي
الفاضل الأستاذ الدكتور

(مشتاق عبد الغني شخير الجنابي)

لتفضله مشكوراً " باقتراح موضوع البحث و وقوفه معي لإكمال وإخراج
البحث بشكله الحالي.

كما يطيب لي ويسعدني أن أتقدم بوافر الشكر والتقدير والاعتزاز لكافة
تدريسي كلية التربية للعلوم
الصرفة قسم الرياضيات .

كما أتقدم بخالص شكري وامتناني إلى كل من مد لي يد المساعدة في
إخراج هذه الدراسة على أكمل وجه وان اختتم بحثي بعون الله

المحتويات

الصفحة	الموضوع
الفصل الأول	
مقدمة ونبذة تاريخية	
١	١.١ المقدمة (Introduction)
١	٢,١ نبذة تاريخية (Historical)
٣	٣-١ نموذج النقل وتخفيض التكاليف: (Transportation model and cost reduction
٤	٤-١ عناصر مشكلة النقل (Elements of the transportation problem)
٥	١_٥ خطوات حل مسائل النقل
٥	١-٦ طرق حل المسائل
الفصل الثاني	
طرق إيجاد الحل الأساسي	
٨	٢-١ طرق حل مشكلة النقل (Ways to solve the transportation problem)
٨	أولاً : طريقة الركن الشمالي الغربي (Northwest corner method)
١٢	ثانياً طريقة: اقل التكاليف (Lowest costs)
١٤	ثالثاً : طريقة فوجل التقريبية (Vogel's approximate method)
الفصل الثالث	
الاستنتاجات والتوصيات	
٢٥	الاستنتاجات
٢٥	التوصيات
٢٦	المصادر

الخلاصة

لقد تناولنا في هذا البحث فصلان فالفصل الاول يتحدث عن مقدمة تاريخية وتحدثنا عن نموذج النقل و تخفيض التكاليف وبعض الشروط وعن عناصر مشاكل النقل وكذلك تناولنا الخطوات اللازمة لحل مسائل النقل وكذلك طرق لاختبار مثالية الحل و اما الفصل الثاني تحدثنا عن طرق إيجاد الحل الأساسي ومن اهم المواضيع وهي طرق حل مشاكل النقل والطرق هي طريقة الركن الشمالي الغربي و طريقة اقل التكاليف وطريقة فوجل التقريبية اما الفصل الثالث فقد قارنا بين طرق الحل. وتوصلنا الى الاستنتاجات والتوصيات

الفصل الأول

مقدمة ونبذة تاريخية

١.١ المقدمة (Introduction)

النقل :هي عملية نقل بضائع او اشخاص من مكان الى اخر .

يلعب النقل دوراً هاماً في اقتصادنا القومي وايضاً اتخاذ القرارات الإدارية، إذ أن توافر النقل الاقتصادي يعتبر من الامور الجوهرية لضمان بقاء واستمرار منشآت الاعمال.

ويعتبر النقل من اهم العناصر بل الرئيسية في إيصال السلع الى المستهلك ،وفي نقل المنتجات نصف المصنوعة من مرحلة انتاجية الى اخرى في المنشآت الصناعية فالنقل يمثل العصب الحساس في كيان منشآت الاعمال.

ومشكلة النقل بدأت تأخذ اهميتها من خلال ما تحتله تكاليف النقل من اهمية نسبية مقارنة بمجموعة تكاليف التصنيع والتوزيع. ومن هذا المنطلق فأن منشآت الاعمال المختلفة(التجارية، الصناعية، الزراعية وغيرها)تسعى الى استخدام الوسائل والأساليب الحديثة والمتطورة بهدف تخفيض تكاليف النقل الى ادنى مستوى ممكن.

حيث تقتضي المبادئ الأساسية السليمة بالبحث عن كافة السبل التي من شأنها ترشيد الانفاق على خدمة النقل بهدف تحقيق اقل تكلفه ممكنه لنقل السلع من مصادر مختلفة (مناطق انتاجها او عرضها) الى نهايات مختلفة (مناطق استخدامها او طلبها).

٢,١ نبذه تاريخية(Historical)

أن تطور الانسان والحضارة البشرية يرتبط بالقدرة على التنقل بين اماكن بعيدة ومتفرقة في زمن اقصر، حيث ان وسائل النقل البدائية كانت تعتمد بصورة اساسية على الجهد المبذول من قبل الانسان او الحيوانات المستأنسة بطيئة الحركة، اذ ليس لها القدرة على نقل احمال كبيرة في حالة الاستخدام التجاري مع التعرض لكثير من المخاطر الطبيعية او البشرية، ومع تطور الحضارات قام الانسان بتطوير الطرق ووسائل النقل المختلفة، سواء البرية او البحرية او الجوية.

• النقل البري

للقيام بنقل البضائع من مكان الى اخر قام البشر بأثناء الدروب للسفر، وكان من الطبيعي ان تنشئ تلك الدروب في الاماكن ذات الطرق المرورية العالية. وقد شكل تدجين الحيوانات كالحصان، والحمار، والثور عنصراً هاماً في مسيرة البشر ومع نمو التجارة وسعت الدروب ومهدت لتستوعب حركة الحيوانات.

ومع تقدم الزمن بدأ استخدام نوع من العربات البدائية (travis)، والتي هي عبارة عن عصيتان مربوطتين الى ظهر الدابة فيما يترك الطرف الحر ليجر على الارض. و ان اول من استخدم العجلة هم السومريون في الشرق الادنى القديم وذلك ما بين ٥٠٠٠ و ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد وانتقلت الى اوربا والهند في الألف الرابعة قبل الميلاد. وكان الرومان بأمس الحاجة الى توسيع الطرق والمحافظة عليها لما لها من اهمية في بقاء وازدهار الامبراطورية الرومانية، وفي الحضارة الاسلامية تم بناء العديد من الطرق في جميع انحاء الخلافة الاسلامية وكانت تلك

الطرق اكثر تطوراً ونمو من مثيلاتها في غيرها من البلدان، وخاصة تلك التي في بغداد. واثناء الثورة الصناعية قام جون لودون ماك آدم في (١٧٥٦ - ١٨٣٦) بتصميم اول طريق سريع حديث، وفي التاريخ المعاصر تطور النقل البري ليتناسب مع الأليات الجديدة مثل الجرار، الدراجات، السيارات والشاحنات.

• النقل البحري

في العصر الحجري طورت قوارب بدائية لتمكن الانسان من الملاحة في الانهار والصيد فيها، ومع تطور الحضارة طورت قوارب اكبر للتجارة والحرب، وتطور النقل البحري بتطور معرفة الانسان عن البحار والملاحة البحرية والنهرية، وقدرته على رسم الخرائط، وبدأ النقل البحري البدائي في مجاري المياه العذبة، حيث احتاج الانسان الى الصيد او عبور الانهار، اما بحرياً فقد طورت قوارب لنقل المسافرين والبضائع بين موانئ البحر المتوسط قبل نحو ثلاثة الألف عام قبل الميلاد ومع بداية الثورة الصناعية صممت سفن بخارية لتعمل فيما بعد بأنواع مختلفة من الوقود، وقد استخدمت لنقل الركاب والبضائع والاعراض الحربية في المحيط الأطلنطي بصفة خاصة قبل شيوعها حول العالم، ومن الجدير بالذكر ان العديد من الحضارات اقدمت على شق مجاري مائية لأغراض النقل النهري داخلياً، خاصة في الصين وبعض دول اوربا.

• النقل الجوي

كانت رغبة الانسان في الطيران على الارجح منذ ان لاحظ الطيور، وتوضح هذه الرغبة في القصص الاسطورية (ديدالوس و اكارايوس) في الاسطورة اليونانية. وتنصب جل البحوث في تقليد الطيور، وبطريق التجربة والخطأ، بالونات المنطاد، الطائرات الشراعية لتختتم بالطائرات واختراع غيرها من انواع وسائل الطيران. والمحاولات الاولى للطيران ادلى بها (يوان هوج تو) باستخدام الطائرة الورقية قبل حوالي خمسمئة سنة ميلادية، و(عباس بن فرناس) باستخدام المظلة (٨٥٢م)، و(المتحكم فيها) الطائرة الشراعية (٨٧٥م)، و(حسن شلبي العقري) باستخدام المدفع ليرمي كالفذيفة (١٦٣٣م) ثم جاء (الاخوان رايت) باختراع طائرة حديثة والتي تستخدم قوة المحرك في رفع الطائرة عام (١٩٠٣م). واليوم اصبحت مشكلة النقل ذات اهمية كبيرة من الناحية الاقتصادية للغاية منها الحصول على اقل كلفة نقل ممكنة كما انها من العناصر المهمة في ايصال السلع الى جهات طلبها لذا فإن نموذج النقل هو نموذج كمي يهدف الى تحديد خطة مثلى لنقل كميات مثلى من منتج ما من مصادرها الى عدد من جهات طلبها بأقل كلفة نقل ممكنة، مما ادى الى اهتمام بعض علماء بحوث العمليات ومراكز البحث العلمي الى تطوير اساليب جديدة لحل المشاكل العديدة المتعلقة بتكاليف النقل.

خلال ثلاثين سنة الاخيرة تم تطوير اسلوب رياضي سمي بالبرمجة الخطية و الذي تم تطبيقها بنجاح لحل مختلف انواع العمليات الصناعية و التجارية و العسكرية و في عام ١٩٤٦ قام العالم B. Dantziny بتطوير طريقة منهجية لحل مسألة البرمجة الخطية تعرف الان بطريقة (السمبلكس) والتي ازداد استخدامها مع تطوير الحاسبات الالكترونية خلال الحرب العالمية الثانية وبنتيجة محدودة الموارد العسكرية كلفت الحكومة البريطانية فريق من كبار العلماء لدراسة مسائل كيفية توزيع الموارد العسكرية وما ناسب افضل وضع دفاع جوي وبري ولقد اطلق على الدراسات اسم بحوث العمليات او بحث العمليات ثم اخذت هذه التسمية تطلق على

كافة بحوث الدراسات التي تتعامل مع مسائل البرمجة الخطية او التوزيع ومسائل اتخاذ القرار وقد حثت النتائج المشجعة لفريق بحوث العمليات البريطانية الادارة العسكرية الجوية على ان تكون متشابه للقيام بدراسات أزمة هذا المجال وقد وجدت هذا الفريق ان اساليب مسائل التفضيل التقليدية كطريقة مضارب لاكرانج مثلا ليست ذات فائدة كبيرة.

ترجع نشأة بحوث العمليات إلى الحرب العالمية الثانية، حيث قامت وزارة الدفاع البريطانية قبل هذه الحرب مباشرة بتكوين فريق من العلماء لدراسة المشاكل الإستراتيجية والتكتيكية المتعلقة بالعمليات العسكرية، بهدف الاستفادة الأكثر فعالية من الموارد العسكرية (المعدات العسكرية) المحدودة في ذلك الوقت باستخدام الأساليب الكمية. ولقد ساعدت الأبحاث التي تمت خلال العمليات الحربية في هذه الحرب التوصل إلى الكثير من الأساليب الرياضية الجديدة التي تساعد في اتخاذ القرارات وحل المشكلات الإنتاجية المختلفة، ولقد كان ذلك بمثابة نقطة البداية لظهور ما يعرف حاليا ببحوث العمليات .

وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية، اتجه بعض العلماء المهتمين ببحوث العمليات إلى الجامعات ومراكز البحث العلمي وركزوا جهودهم لتطوير أساليب بحوث العمليات التي نشأت أصلا لحل المشاكل المتعلقة بالعمليات العسكرية، وابتكار أساليب أخرى جديدة، كما اتجه البعض الآخر إلى منشآت الأعمال حيث قاموا بتطبيق الأساليب التي قاموا بتطويرها لحل الكثير من المشاكل التي تواجه تلك المنشآت ومنها على سبيل المثال المشاكل المتعلقة بالمخزون السلعي، والمشاكل المتعلقة بتخصيص الموارد والتكاليف، والمشاكل المتعلقة بإحلال الآلات أو معدات الإنتاج، الجدولة... الخ، وأصبحت أساليب بحوث العمليات التي تتناول هذه المشاكل نماذج معيارية، الأمر الذي أدى إلى تشجيع العديد من المنشآت بما فيها المنشآت الصغيرة لأن تستفيد من هذه النماذج في حل العديد من المشاكل التي تواجهها دون أن تستثمر أموال كبيرة في البحوث والدراسات. وقد ساعد علي انتشار أساليب بحوث العمليات في التطبيقات العملية عدة عوامل منها التطور الهائل والسريع في الحاسبات الآلية وبرامج التشغيل، وزيادة حدة المنافسة بين منشآت الأعمال مما جعلها تلجأ إلى استخدام الطرق والأساليب العلمية التي تساعد علي تقديم منتجاتها أو خدماتها بالجودة العالية .

٣-١ نموذج النقل وتخفيض التكاليف: (Transportation model and cost reduction)

يعتبر نموذج النقل أحد النماذج الرياضية الخاصة والذي يهدف إلى إيجاد أسلوب أمثل لتوزيع (نقل أو شحن) سلعة أو مادة ما من مناطق إنتاجها أو عرضها (المصانع) إلى مناطق استهلاكها أو طلبها (المناطق البيعية أو المخازن) بحيث تكون تكلفة النقل الكلية للسلعة أو المادة أقل ما يمكن. ويشترط لاستخدام نموذج النقل

١-٣-١ توافر الشروط التالية:

١-وجود طاقات محدودة ومعروفه ومقاسه كميًا للمصانع والمخازن التي تنقل منها السلع أو المواد. وكذلك فإن المناطق البيعية أو المخازن كجهات طالبة يجب أن تكون احتياجاتها محددة ومقاسه بشكل كمي.

٢-وجود مسارات متعددة لنقل أو شحن السلع أو المواد من مناطق الإنتاج أو العرض إلى مناطق الاستهلاك أو الطلب، حتى يمكن الاختيار والمفاضلة بين هذه المسارات البديلة.

٣-ثبات تكلفة نقل الوحدة من السلعة أو المادة من موقع شحنها إلى موقع وصولها، وذلك للحفاظ على الصفة الخطية.

المراحل الأساسية لحل مشكلة النقل، يتضمن نموذج النقل الخاص بحل مشكلة النقل المراحل الأساسية التالية:

١-إعداد مصفوفة النقل ومن ثم تصميم حل أساسي ممكن يلبي احتياجات النهايات المختلفة في حدود الطاقات المتاحة للمصادر، ويمكن تحديد هذا الحل بعدة طرق من أهمها طريقة الركن الشمالي الشرقي وطريقة أدنى تكلفة وطريقة فوجل التقريبية.

٢-اختبار مثالية الحل: وذلك بتحديد تكلفة لكل خلية من الخلايا الفارغة- أي المتغيرات غير الأساسية في الحل الذي يتم اختباره - للتعرف على ما إذا كان يمكن تخفيض تكلفة النقل الكلية بشغل خلية أو أكثر خلاف تلك الخلايا التي تم شغلها في الحل السابق (المبدئي). وتتحقق مثالية الحل إذا كانت تكاليف لجميع الخلايا الفارغة سالبة أو مساوية للصفر .

٣-تصميم حلول أخرى وذلك باستخدام الخلايا الفارغة التي تحقق أكبر تخفيض في تكلفة النقل الكلية (أي إدخال متغيرات غير أساسية في الحل لتصبح متغيرات أساسية). ثم يتم تكرار الخطوتين السابقتين حتى تصل إلى الحل الأمثل.

- تم وضع خوارزمية النقل التي تقدم حلولاً للمشاكل الاقتصادية والإدارية في قطاعات نقل الموارد من مصادر الإنتاج إلى أماكن الاستخدام وذلك بأقل تكلفة ممكنة.
 - خوارزمية النقل تعد تطويراً لاحقاً لأسلوب البرمجة الخطية.
- تعتبر مشكلة النقل حالة خاصة من البرمجة الخطية وهي تعالج مشاكل نقل البضائع وتوزيعها. عناصر مشكلة النقل:

١-٤ عناصر مشكلة النقل (Elements of the transportation problem)

١-مواقع توزيع: [مصانع، مستودعات] تمثل العرض.

٢-مواقع طلب: [مراكز تجارية، زبائن محددة مواقعهم] تمثل الطلب.

٣-تكلفة نقل محددة.

٤- كمية العرض = كمية الطلب

١_٥ حل مسألة النقل يجب القيام بالخطوات المتسلسلة التالية:

صياغة المسألة في صورة البرمجة الخطية (مصفوفة نقل)، وذلك وفق الشكل العام التالي:
إيجاد حل أساسي أولي ممكن وحساب التكلفة الأولية لهذا الحل (يوجد عدة طرائق).
اختبار أمثلية الحل، وإذا كان هناك إمكانية لتحسين الحل فيجب القيام به.

١-٦ طرق حل المسائل

يوجد العديد من الطرق والأكثر استخدام
شرط أساسي لتطبيق هذه الطريقة أن يتساوى مجموع العرض بالطلب. تتكون طريقة الحل من مرحلتين:-

المرحلة الأولى: وتتضمن إيجاد حل أولي قابل للتنفيذ. وتتم باستخدام:-

أولاً: طريقة الركن الأول (الزاوية الشمالية الشرقية) (The first pillar):

نبدأ التوزيع بالخلية الأولى س١ع١ ونشبعها بالكمية المطلوبة، ثم ننتقل للخلايا التي تليها في الصف أو في العمود (حسب الحالة) ونشبعها، وهكذا حتى يتم توزيع كمية العرض على مراكز الطلب.

ثانياً: طريقة التكلفة الأقل (Lowest cost): تعتمد هذه الطريقة على التكلفة الأقل فالأكثر بالتتابع ونوزع الموارد على هذه الخلايا بالتسلسل حتى تنتهي عملية التوزيع.

ثالثاً طريقة فوجل (Vogel): ويتم فيها تحديد الفرق بين أقل تكلفتين في كل صف وعمود ثم ابدأ بتحديد الصف أو العمود صاحب أكبر فرق وابدأ بتحقيق مطالب أقل تكلفة فيه ثم شطب الصف أو العمود الذي انتهت طلباته أو إمداداته ثم تكرر ما سبق حتى نهاية كل المطالب والإمدادات.

هناك عدة طرق لاختبار مثالية الحل منها :

١- طريقة الحجر المتنقل ، المسار المتعرج (stepping stone method):

يتم اختيار الحل بعد ما وجدنا الحل الأساسي المقبول بإحدى الطرق السابقة وحساب مجموع التكاليف الكلية لمشكله النقل وتحديد عدد المتغيرات الأساسية تساوي $m + n - 1$

٢- الطريقة المعدلة (طريقة التوزيع المعدلة) (modified distribution) :

يتضح مما تقدم أن طريقة حجر الوطاء تعتمد في تقييم الخلايا الفارغة على حساب تكلفة لتلك الخلايا وذلك عن طريق تحديد المسار المغلق لكل خلية فارغة وحساب الأثر على التكلفة. ولا شك أن تحديد المسارات المغلقة لكل الخلايا الفارغة يتطلب مجهود في مرحلة تقييم الخلايا

الفارغة. أما طريقة التوزيع المعدل فإنها تتفادى هذه المشكلة وتتيح لنا فرصة إتمام عملية تقييم الخلايا الفارغة ببساطة، حيث تبدأ هذه الطريقة مباشرة بحساب تكاليف للخلايا الفارغة بالاستعانة ببيانات التكاليف للخلايا المشغولة دون ما حاجة إلى تحديد وتتبع المسارات المغلقة لكل الخلايا الفارغة، ولكن يكفي فقط بعد تحديد الخلية المرشحة للدخول للحل الجديد (وهي الخلية التي لها أكبر تكلفة فرصة مضاعة موجبة) بتحديد المسار المغلق الذي يتضمن هذه الخلية فقط .

الفصل الثاني

طرق إيجاد الحل الأساسي

٢-١ طرق حل مشكلة النقل (Ways to solve the transportation)

(problem)

هنالك ثلاث طرق لتحديد الحل لمشكلة النقل المتوازن :

١ . طريقة الركن الشمالي الغربي

٢ . طريقة أقل التكاليف

٣ . طريقة فوجل التقريبية

وتختلف الطرق الثلاثة في نتائج الحل الأساسي الذي تقدمه وينتج الحل الابتدائي الأفضل قيمة (هدف أصغر)، لذا نقوم بحل مشكلة النقل صوب الموضوع أو الشيء المراد حله وفق المثال التوضيحي الذي سوف يتم حله بالطرق الثلاثة لاحقاً .

أولاً : طريقة الركن الشمالي الغربي (Northwest corner method)

ينتج من استعمال هذه الطريقة حلاً أساسياً ولكن غالباً ما يحتاج الحل إلى اختبار وتحسين لأن الطريقة لا تأخذ بنظر الاعتبار التكاليف الخاصة بالنقل من مصادر الإنتاج إلى أماكن التوزيع، وإنما تعتمد التوزيع بدءاً من الركن الشمالي الغربي (الزاوية العليا من الجدول) باتجاه الجانب الآخر من الجدول إلى أن يتم توزيع الكميات المنتجة على احتياجات أماكن التوزيع وفي هذه الطريقة نبدأ بتخصيص أكبر كمية ممكنة للمتغير الواقع في الركن الشمالي أي المتغير الغربي الأسلوب .

تعد هذه الطريقة من أسهل الطرائق على الإطلاق، حيث لا تأخذ بنظر الاعتبار الكلف ، ولا يستخدم فيها أي منطق علمي في عملية التوزيع الكميات المتاحة من حيث العرض والطلب . وتتخلص خطوات هذه الطريقة بما يلي:

$$١ . لا بد أن يكون الأنموذج متوازن بمعنى أن $\sum_{i=1}^{i=m} a_i = \sum_{j=1}^{j=a} b_j$$$

٢ . أبداً بأول مربع من جهة اليسار بمعنى تفعيل الخلية S_1D_1

٣ . اختر كمية المواد الأقل من حيث الطلب أو التجهيز بمعنى أن $X_{ij} = \min(a_{ij}, b_j)$

٤ . أطر كمية المواد من الطلب أو التجهيز وصفر كمية المواد باتجاه الطلب إذا كانت كمية الطلب مستنفذة (مساوية للصفر). أو باتجاه التجهيز إذا كانت كمية التجهيز مستنفذة

٥. انتقل للمربع التالي (سواء كان طلب أم تجهيز)

٦. إذا كانت كمية المواد في أحد المربعات مستنفذة فاقفز عنه

٧. كرر ما ورد أعلاه ، ثم احسب الكلفة الكلية. مع مراعاة أن عدد الخلايا المشغولة

$$m + n - 1$$

مثال / اوجد الحل الأساسي المقبول من المصفوفة النقل ادنا مستخدما طريقة الركن الشمالي

الغربي

To	D1	D2	D3	D4	Supply
From					
S1	20	16	14	20	9
S2	9	15	16	10	8
S3	8	13	5	9	7
S4	9	6	5	11	5
Demand	5	10	5	9	

الحل

بما ان مجموع الكميات المطلوبة هي نفسها مجموع الكميات المعروضة و تساوي ٢٩ ورياضيا

$$\sum_{i=l}^{i=m} a_i = \sum_{j=l}^{j=n} b_j = 29$$

To	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Supply
From					
S ₁	20	16	14	20	9 4 ...
	5	4			
S ₂	9	15	16	10	8 2 ...
		6	2		

S_3	8	13	5	9	7 4 ...
			3	4	
S_4	9	6	5	11	5 ...
				5	
Demand	5	10	5	9	
	6	3	5	
		

وعلى الحل الأساسي المقبول للمصفوفة النقل هي كالآتي

وان مجموع عدد المصادر ومراكز الاستلام (الاطار) يساوي سبعة بمعنى ان $(m + n - 1 = 7)$ وان

المسافة		الكمية المنقولة	كلفة الوحدة الواحدة (s)	الكمية المنقولة * كلفة الوحدة الواحدة (s)
S_1	D_1	5	20	$5*20=100$
S_1	D_2	4	16	$4*16=64$
S_2	D_2	6	15	$6*15=90$
S_2	D_3	2	16	$2*16=32$
S_3	D_3	3	5	$3*5=15$
S_3	D_4	4	9	$4*9=36$
S_4	D_4	5	11	$5*11=55$
الكلفة الكلية (S)				392

مثال: اوجد الحل الأساسي المقبول من مصفوفة النقل ادناه مستخدما طريقة الركن الشمالي الغربي

	To				
From	D_1	D_2	D_3	Supply	
S_1	11	10	7	250	

S ₂	8	9	12	300
S ₃	13	6	5	300
Demand	300	200	200	

الحل : بما ان مجموع الكميات المطلوبة 700 وان مجموع الكميات المعروضة 850 وعلية سيتم إضافة مركز استلام وهي وبكلفة مقدارها صفر وهو $D_4 = 850 - 700 = 50$ وان مصفوفة النقل ستكون بالشكل الاتي :

TO From	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Supply
s ₁	11	10	7	0	250
s ₂	8	9	12	0	300
s ₃	13	6	5	0	300
Demand	300	200	200	150	850
					850

والحل الأساسي المقبول لمصفوفة النقل هو كالآتي

To From	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Supply
S ₁	11 250	10	7	0	250 ...
S ₂	8 50	9 200	12 50	0	300 250 50 ...
S ₃	13	6	5 150	0 150	300 150 ...
Demand	300 50	200 ...	200 150	150	

وان الكلفة الاجمالية

$$\min z = 250 * 11 + 50 * 8 + 200 * 9 + 50 * 12 + 150 * 5 = 6300$$

ثانياً طريقة: اقل التكاليف (Lowest costs)

تجد طريقة اقل التكاليف الحل الأولي (الاساسي) من خلال التركيز على طرق واطئة الكلفة، وفي هذه الطريقة تبدأ بالخلية التي تمتلك اقل كلفة نقل، وبعد ذلك يتم عبور الصف أو العمود المشبع لحاجة أماكن التوزيع وتعديل كميات التجهيز والطلب بناءً على ذلك، وإذا تم إشباع (انهاء) الصف والعمود في وقت واحد فإنه يتم عبور واحد، ويطبق الشيء نفسه كما في طريقة الركن الشمالي الغربي ومن ثم ابحث عن الخلية ذات التكاليف النقل الأصغر وتكرر العملية إلى أن يتم ترك صف واحد أو عمود واحد من دون عبور.

وتسمى أيضاً بالطريقة الحدسية (Intuitive Approach) وكذلك بالطريقة ذات الأقل كلفة للمصفوفة (Minimum Matrix Method) هي طريقة أفضل من الطريقة السابقة حيث تأخذ بنظر الاعتبار كلفة النقل من المصدر إلى المركز، وتتخلص خطوات هذه الطريقة بما يلي

$$1. \text{ لا بد أن يكون الأنموذج متوازن بمعنى أن } \sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$$

2. حدد الخلية ذات كلفة اقل في المصفوفة ككل وخصص لها اقل كمية ممكنة. وفي حالة وجود اكثر من خلية ذات كلفة اقل، اختر تلك الخلية التي يمكن نقل اكبر كمية ممكنة من خلالها

3. أطرح كمية المواد من المصدر المجهز (الصف) أو من مركز الطلب (العمود) من الكمية المراد

4. إذا كان المتوفر من المصدر (الصف) قد استنفذ فاقفز عنه، وإذا تم تلبية الطلب (العمود) فاقفز نقلها عنه

5. كرر ما ورد أعلاه، ثم احسب الكلفة الكلية. مع مراعاة أن عدد الخلايا المشغولة

$$m + n - 1$$

مثال // اوجد الحل الأساسي المقبول من مصفوفة النقل ادناه مستخدماً طريقة الحدسية

To	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Supply
From					
S ₁	20	16	14	20	9
S ₂	9	15	16	10	8

S ₃	8	13	5	9	7
S ₄	9		5	11	5
Demand	5	10	5	9	

الحل : بما ان مجموع الكميات المطلوبة نفسها مجموع الكميات المعروضة تساوي ٢٩
ورياضيا

$$\sum_{i=1}^{i=m} a_i = \sum_{j=i}^{j=n} b_j = 29$$

وعليه فان الحل الأساسي المقبول لمصفوفة النقل هو كالاتي

To From	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	Supply
S ₁	20	16	14	20	9 4 ...
		5		4	
S ₂	9	15	16	10	8 5 ...
	3			5	
S ₃	8	13	5	9	7 2 ...
	2		5		
S ₄	9	6	5	11	5
		5			
Demand	5	10	5	9	
	3	5	4	
	

وان مجموع عدد المصادر ومركز الاستلام (الاطار) يساوي سبعة بمعنى ان

$$m + n - 1 = 7$$

$$\min(z) = \sum_{j=1}^{j=n} \sum_{i=1}^{i=m} c_{ij} x_{ij} = 308$$

ثالثاً : طريقة فوجل التقريبية (Vogel's approximate method)

تتميز هذه الطريقة بمميزات تمكننا من الحصول على الحل الامثل لنموذج النقل بشكل مباشر أو بعد تطبيق عدد صغير جداً من الدورات الخاصة بالحسابات التكرارية وفيما يلي الخطوات الأساسية لهذه الطريقة :

١. حساب الفرق بين اصغر كلفتين (غير متساويتين) في كل صف وفي كل عمود من جدول التكاليف ويسمى هذا الفرق بكلفة الجزاء.
٢. تختار الفرق الأكبر من بين تكاليف الجزاء للصفوف والأعمدة على السواء وفي حالة تساوي بعض الفروق نختار الصف أو العمود المناظر لأعلى فرق عشوائياً.
٣. بعد تحديد الصف أو العمود المناظر لأكبر فرق تخصص قيمة للمتغير الذي تكون كلفة نقله اقل ما يمكن في ذلك الصف أو العمود
٤. تحذف الصف أو العمود الذي أصبح مجموع مساويا للصفر
٥. نكرر الخطوات الأربعة أعلاه وتستمر إلى إن توزع جميع الوحدات المعروضة على الوحدات المطلوبة.

مثال

اوجد الحل الأساسي المقبول من مصفوفة النقل ادناه مستخدماً طريقة فوجل التقريبية

To from	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
s_1	20	16	14	20	9
s_2	9	15	16	10	8
s_3	8	13	5	9	7
s_4	9	6	5	11	5
Demand	5	10	5	9	

الحل بما ان مجموع الكميات المطلوبة هي نفسها مجموع الكميات المعروض وتساوي ٢٩ ورياضياً

$$\sum_{i=1}^{i=m} a_i \sum_{j=1}^{j=n} b_j = 29$$

وعلية فان الحل الأساسي المقبول لمصفوفة النقل كالآتي

TO From	D_1	D_2	D_3	D_4	supply
S_1	20	16	14	20	9
S_2	9	15	16	10	8
S_3	8	13	5	9	7
S_4	9	6	5	11	5
Demand	5	10	5	9	

Differences

2 2 4 0 0

1 1 1 1 1

3 3 1 1 ...

1

1 7 0 1

1 2 9 1

1 2 ... 1

1 1

11 10

وعلية فان الكلفة الاجمالية

$$mn(z) = \sum_{j=1}^{j=n} \sum_{i=1}^{i=n} c_{ij} x_{ij} = 308$$

مثال اوجد الحل الأساسي المقبول من مصفوفة النقل ادنا مستخدما طريقة فوجل التقريبية

From	TO	D_1	D_2	D_3	Supply
S_1		11	10	7	250

S_2	8	9	12	300
S_3	13	6	5	300
Demand	300	200	200	

الحل

بما ان مجموع الكميات المطلوبة 700 وان مجموع الكميات المعروضة 850 وعلية سيتم إضافة مركز استلام ومي وبكلفة مقداراً صفر وهو $D_4 = 850 - 700 = 150$ وان مصفوفة النقل ستكون بالشكل الاتي

TO From	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	11	10	7	0	250
S_2	8	9	12	0	300
S_3	13	6	5	0	300
Demand	300	200	200	150	850 850

وعلية فان الحل الأساسي المقبول لمصفوفة النقل كالآتي :

To From	D_1	D_2	D_3	D_4	Supply
S_1	11	10	7	0	250
S_2	8	9	12	0	300
S_3	13	6	5	0	300
Demand	300	200	200	150	

Differences

3 3

1 1 1 1

Differences

3 3 2 ...

3 3 2 ...

5 3 7 ...

5 3

$$\min(z) = \sum_{j=1}^{j=n} \sum_{i=1}^{i=m} c_{ij}x_{ij} = 5300$$

مثال (١)

تنتج احدى المنشأة الصناعية منتج واحد من ثلاثة مصانع (A,B,C) تقع في مناطق

مختلفة وتقوم المنشأة بتوزيع انتاجها من هذا المنتج على اربع مناطق

بيعية (D₁,D₂,D₃,D₄) وفيما يلي البيانات الخاصة بالطاقة الانتاجية المتوقعة

للمصانع الثلاثة، وكذلك الاحتياجات (الطلب) المتوقعة للمناطق البيعية من هذا

المنتج خلال الفترة المالية القادمة:

احتياجات المناطق البيعية		الطاقات الانتاجية المتوقعة	
الاحتياجات	المنطقة البيعية	الطاقة الانتاجية	المصنع
80 وحدة	D ₁	100 وحدة	A
170 وحدة	D ₂	200 وحدة	B
190 وحدة	D ₃	300 وحدة	C
160 وحدة	D ₄		
600 وحدة	اجمالي الاحتياجات	600 وحدة	اجمالي الطاقات

وتقدر تكلفة نقل الوحدة من المنتج من المصنع الى المناطق البيعية المختلفة كما

يلي:

D4	D3	D2	D1	من الى
2	8	3	7	A
12	11	6	5	B
6	7	4	10	C

المطلوب: كون جدول النقل للمسألة

الحل: نكون جدول النقل حسب المعلومات المعطاة

المصانع	المناطق البيعية				الطاقات
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	
A	7	3	8	2	100
B	5	6	1	1	200
C	1	4	7	6	300
الاحتياجات	80	170	190	160	600

مثال (٢)

احدى الشركات لها ثلاث مخازن في مواقع مختلفة، كما ان لها اربع مراكز تسويقية،

ان تكاليف نقل الوحدة الواحدة من السلع(بالدينار)، وحجم التخزين في كل مخزون

والاحتياجات لكل مركز تسويقي مشار اليها في الجدول ادناه:

المراكز المصادر	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	العرض
S ₁	4	6	2	4	5
S ₂	3	0	5	6	25
S ₃	7	8	9	1	20
الطلب	10	5	15	20	50

المطلوب: اوجد الحل الاساسي الاولي:

- بطريقة الزاوية الشمالية الغربية وحساب التكلفة الكلية.
- بطريقة اقل التكاليف و حساب التكلفة الكلية.
- بطريقة فوجل التقريبية و حساب التكلفة الكلية.

الحل:

- الحل الاساسي الاولي بطريقة الزاوية الشمالية الغربية وحساب التكلفة الكلية:

المراكز المصادر	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	العرض
S ₁	4	6	2	4	5
S ₂	3	0	5	6	25
S ₃	7	8	9	1	20
الطلب	10	5	15	20	50

$$Tc=4(5)+3(5)+0(5)+5(15)+10(20)=310$$

▪ الحل الاساسي الاولي بطريقة اقل التكاليف وحساب التكلفة الكلية:

المراكز المصادر	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	العرض
S ₁	4	6	2	4	5
S ₂	3 10	0 5	5 10	6	25
S ₃	7	8	9	1 20	20
الطلب	10	5	15	20	50

$$Tc=2(5)+3(10)+0(5)+5(10)+10(20)=290$$

▪ الحل الاساسي الاولي بطريقة فوجل التقريبية وحساب التكلفة الكلية:

المراكز المصادر	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	العرض	الفروق للصفوف
S ₁	4	6	2	4	5	2
S ₂	3	0 5	5	6	25	3
S ₃	7	8	9	10	20	1

الطلب	10	5	15	20	50	
الفروق للأعمدة	1	6	3	2		

نحذف D_2 ونعيد كتابة الجدول مع مراعاة التغيير

المراكز المصادر	D_1	D_3	D_4	العرض	الفروق للصفوف
S_1	4	2	4	5	2
S_2	3	5	6	20	2
S_3	7	9	10	20	2
الطلب	10	15	20		
الفروق للأعمدة	1	3	2		

نحذف S_1 ونعيد كتابة الجدول مع مراعاة التغيير

المراكز المصادر	D_1	D_3	D_4	العرض	الفروق للصفوف
S_2	3	5	6	20	2

S_3	7	9	10	20	2
الطلب	10	10	20		
الفروق للأعمدة	4	4	4		

نحذف D_1 ونعيد كتابة الجدول مع مراعاة التغيير

المراكز المصادر	D_3	D_4	العرض	الفروق للصفوف
S_2	5 10	6	10	1
S_3	9	10	20	1
الطلب	10	20		
الفروق للأعمدة	4	4		

نحذف D_3 و S_2 ونعيد كتابة الجدول مع مراعاة التغيير

المراكز المصادر	D_4	العرض
S_3	10 20	20

الطلب	20	
-------	----	--

الآن نكتب الجدول

المراكز المصادر	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	العرض
S ₁	4	6	2	4	5
S ₂	3	0	5	6	25
S ₃	7	8	9	10	20
الطلب	10	5	15	20	50

$$Tc=0(5)+2(5)+3(10)+5(10)+10(20)=290$$

مقارنة نتائج طرائق الحل:

التكلفة	الطريقة
310	الركن الشمالي الغربي
290	أقل تكلفة
290	فوجل التقريبية

الفصل الثالث

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

- 1- يمكن تحسين الطرق المعتمدة حالياً لإيجاد الحل الاساسي الممكن في مسائل النقل من خلال تطوير مقارنة تعتمد على دراسة ادخال جميع المتحولات الموجودة.
- 2- يتضح مما تقدم ان طريقة انطلاق الحجر تعتمد في تقييم الخلايا الفارغة على حساب تكلفة الفرصة المضاعة لتلك الخلايا وذلك عن طريق تحديد المسار المغلق لكل خلية فارغة وحساب الاثر على التكلفة ولا شك ان تحديد المسارات المغلقة لكل الخلايا الفارغة يتطلب مجهود في مرحلة تقييم الخلايا الفارغة، اما طريقة التوزيع المعدل فأنها تنفادي هذه المشكلة وتتيح لنا فرصة اتمام عملية تقييم الخلايا الفارغة ببساطة.

التوصيات

- 1- اعطاء موضوع نماذج النقل اهمية كبيرة لتمتعها بالمرونة كونها تمثل الواقع الاقتصادي من خلال الاهتمام بتطوير طرائق جديدة اعتماداً على الاساليب المستخدمة في هذا البحث في ايجاد الحل الأمثل لمشكلات النقل بكل سهولة ودقة.
- 2- ان تطبيق المستخدمة في البحث او الطرق الاخرى تتطلب اتخاذ قرار من قبل اصحاب القرار لتقليل كلف النقل في المنشآت الانتاجية او الخدمية والتي تعتبر مشكلة رئيسية.
- 3- التوجه الى الطرق الحديثة للوصول الى الحل الأمثل لمشكلة النقل لأنها تعطي امثليه او اقرب اليه وبذلك يصبح من السهولة الوصول للحل الأمثل.

المصادر

١. جمال عبد العزيز صابر، بحوث العمليات في المحاسبة، القاهرة، ٢٠٠٩، ص ٥.
٢. مقالة منشورة على موقع ويكيبيديا على الموقع التالي: تاريخ الزيارة ٨-٦-٢٠٢٠
[/https://ar.wikipedia.org/wiki](https://ar.wikipedia.org/wiki)
٣. د. قاسم عجرم، معجزة علوم الاسلام، ط٢، در المعرفة للنشر، ١٩٩٢، ص ٤٣.
٤. صباح الراوي، مشكلة النقل، محاضرة منشوره على موقع الانترنت
WWW.FACEBOOK.COM-ATHERR
٥. د. جمال عبد العزيز صابر، مصدر سابق، ص ٤-٥.
٦. جمال عبد العزيز – بحوث عمليات في المحاسبة – كلية التجارة جامعة القاهرة –
القاهرة - ٢٠٠٩ -
٧. امل مختار – البرمجة الخطية – (نماذج خاصة) [5مشكلة النقل والتوزيع امل ٤٠.pdf](#).
٨. جاسم عبيد جاسم – مشاكل النقل و التوزيع – قسم انظمة حاسبات
٩. وقاص سعد، سرمد علوان صالح -بحوث عمليات-1990.
- 10.Taghrid Imam, "Solving Transportion Problem Using Object-Oriented model, IJCSNS, VOL 9.NO.2.2009.
- 11.Prem Kumar Gupta, D.S. Hira," Operation Research: An Introduction", S.C Hand and Co. Ltd. New Delhi, 1999.
- 12.HamdyA Taha" Operation Research: An Introduction ", Prentice hall, 7 editions, 2006.