استراتيجيات تحسين تكاليف النقل داخل الشركات

دراسة حالة شركة قراند ليبيا للبصريات

■ جمال إبراهيم الهادي مصباح *

● تاريخ استلام البحث 2024/05/15م ● تاريخ قبول البحث 29 /2024/05م

■ **المستخلص:**

تعتبر تكاليف النقل تحديًا كبيرًا للشركات الحديثة، حيث تسعى تلك الشركات إلى تقليل النفقات الإجمالية وعلى هذا تسلط هذه الدراسة تكاليف النقل بين معامل تصنيع النظارات الطبية وفروع المبيعات لدى شركة قراند ليبيا للبصريات وذلك بمقارنة تحليلية بين خوارزميات مختلفة لتقليل تكاليف النقل اليومية.

تم الحصول على بيانات النقل لشركة قراند ليبيا عن طريق مدير التدريب والتطوير، حيث يهدف البحث إلى تحليل تكاليف النقل واختيار الخوارزميات الأكثر كفاءة لتحقيق التوازن بين جودة الخدمة وتقليل التكاليف، تم مقارنة خمس خوارزميات تحليليًا: طريقة الركن الشمالي الغربي، طريقة الأقل تكلفة، طريقة الحد الأدنى للصف، طريقة الحد الأدنى للعمود، وطريقة تقريب فوجيل، إضافة لنماذج البرمجة الخطية باستخدام طريقة السمبلكس بواسطة إكسل.

أظهرت النتائج أن الخوارزميات التي تعتمد على طريقة الأقل تكلفة، طريقة الحد الأدنى للعمود، وطريقة تقريب فوجيل أكثر كفاءة في تقليل تكاليف النقل اليومية مقارنة بالطرق الحالية، بينما كانت طريقة الركن الشمالي الغربي الأقل كفاءة.

يوصي الباحث بتنفيذ هذه الخوارزميات لتعزيز عمليات النقل واستخدام التحليل الكمي والبرمجة الخطية المتقدمة لتحقيق المزيد من التوفير في التكاليف حيث يبرز هذا البحث أهمية التحليل المستمر والنهج الابتكاري لتعزيز الكفاءة وتحسين التنافسية في السوق لدى شركة قراند ليبيا للبصريات

● **الكلمات مفتاحية:** بحوث عمليات، مشكلة النقل، خوارزميات تكلفة النقل، دالة الهدف، البرمجة الخطية.

*محاضر بقسم الهندسة الميكانيكية – كلية العلوم والتقنية بني وليد. E-maiL: Jamal.1982.musbah@gmail.com

■ **Abstract :**

Transportation costs pose a significant challenge for modern businesses, as they aim to minimize overall expenses. This study examines transportation costs between medical glasses manufacturing facilities and sales branches of Grand Libya Optics Company, comparing various algorithms to reduce daily transportation costs. Transportation data for Grand Libya Optics was obtained through the Training and Development Manager. The research aims to analyze transportation costs and select the most efficient algorithms to achieve a balance between service quality and cost reduction. Five algorithms were compared analytically: Northwest Corner, Least Cost, Minimum Row, Minimum Column, and Vogel's Approximation, along with Linear Programming models using Excel's Simplex method. Results indicate that algorithms based on Least Cost, Minimum Column, and Vogel's Approximation are more efficient in reducing daily transportation costs compared to current methods, with Northwest Corner being the least efficient. The study recommends implementing these algorithms to enhance transportation operations and utilizing advanced quantitative analysis and linear programming techniques for further cost savings. This research underscores the importance of continuous analysis and innovative approaches to enhance efficiency and competitiveness in the market for Grand Libya Optics Company.

● **Keywords:** Operations research, transportation problem, transportation cost algorithms, objective function, linear programming.

مقدمة

تعد مشكلة النقل قضية أساسية تتعلق بالتوزيع الفعال لوحدات المنتج من مصادر مختلفة إلى وجهات متعددة. فلنضع هذه المشكلة في سياق رياضي يمكن فهمه وتطبيقه، حيث توجد معامل تجهيز العدسات الطبية والتي تعتبر كنقاط أصل (m) يُشار إليها بـ O_1 وO_2 و...O_m، ومجموعة من فروع المبيعات (n) ذات اتجاهات مختلفة مُصنفة على

أنها D_1 وD_2 و... وD_n. يزود كل معمل O_i (حيث إن $i = 1$ إلى m) بقدرة إمداد بوحدات O_i ، في حين إن كل نقطة لفرع مبيعات D_j (حيث إن $j = 1$ إلى n) تتطلب عددا j.

رياضيا يمكن تمثيل ذلك على النحو التالي:

$$\sum^{m} i=1 \; O_i = \sum^{n} j=1 \; D_j$$

حيث يكون الجمع على جميع معامل التجهيز وفروع المبيعات على التوالي.

يُشار إلى تكلفة شحن الوحدة من معامل تجهيز العدسات الطبية O_i إلى نقاط فروع المبيعات D_j بالرمز C_{ij}. الهدف من حل مشكلة النقل هو تحديد نمط التوزيع الأمثل الذي يقلل من إجمالي تكاليف الشحن مع تلبية متطلبات الطلب للفروع باستخدام العرض المتاح من معامل التجهيز.

لنفرض أن X_{ij} يمثل عدد الوحدات المشحونة من O_i إلى الوجهة D_j ، فإن المشكلة تهدف إلى تقليل إجمالي تكلفة النقل، والتي يمكن صياغتها رياضيًا على النحو التالي:

$$\sum^{m} i=1 \sum^{n} j=1 \; C_{ij} \; X_{ij}$$

حيث يكون الجمع المزدوج على جميع أزواج معامل التجهيز وفروع المبيعات مضروب في تكاليف النقل لكل زوج.

تعرف الصيغة الرياضية السابقة كدالة هدف لنماذج البرمجة الخطية، حيث تتبلور الفكرة الموضوعية في تقليل تكاليف النقل الإجمالية. تجد هذه الطرق تطبيقات في مجالات مختلفة، بما في ذلك تحسين سياسات التوزيع للمجموعات الصناعية الغذائية، وتعزيز كفاءة أنظمة النقل العام [1]، وبرمجة خدمات سيارات الأجرة [2]، وتحسين العلاقات اللوجستية والنقل [3]، ومعالجة مشاكل تصميم شبكة النقل العام (UTNDP) [4].

حيث أثبتت طرق حل مشكلات النقل فعاليتها في مجالات علمية متنوعة، بما في ذلك تحليل متطلبات الأكسجين [5] وغيرها.

تتضمن هذه الأساليب عادةً مقاييس لحل تفصيلي متسلسل لوحدات المنتجات خلال

نقلها عبر شبكة الطرق السريعة التي تربط المدن، وباستخدام تقنيات البرمجة الخطية، يمكن الوصول إلى حلول نقل مثالية تضمن توزيع الموارد بكفاءة وتقليل التكاليف.

1. الحالة الدراسية

كما أسلفنا بأن محور دراستنا حول مشاكل النقل لدى شركة قراند ليبيا للبصريات، حيث إن النقل اليومي بين فروعها يكلف الشركة ما يقارب من 215 ديناراً يوميا، وذلك بتخصيص سيارات لنقل إطارات النظارات التي اختارها العميل من احد فروع المبيعات إلى معامل التجهيز لتركيب العدسات الطبية حسب المقاييس ومن ثم تحميل إطارات النظارات المجهزة إلى فروع المبيعات حسب الطلب، ووفقا للبيانات التي تم تدوينها فإن تسلسل النقل و تكاليف كل مسار من مسارات النقل موضح في الجدول التالي:

جدول رقم (1) المسارات الحالية وتكاليف النقل بشركة قراند ليبيا للبصريات

مناطق التوزيع	قرقارش	قرجي	شارع الظل	شارع خالد بن وليد	صبراتة	الزاوية	قصر بن غشير	تاجوراء	كمية التزويد
معمل غوط الشعال	1.1 12	1.66 8	2.8 5	2.8	10	7.2	7.7	6 10	35
معمل الظهرة	2.3 6	2.5 3	1 9	0 7	12.5	8.5	4	4.5	25
معمل صرمان	5.32	7	8	9	2 8	4 2	12	10	10
معمل جنزور	2.5	3.4 1	5.28	10	9	5 5	3.6 9	7	15
كمية الطلب	18	12	14	7	8	7	9	10	85 85

وبناء على ما تقدم فإن تكاليف النقل الحالية كما يلي:

Tc= 1.1*12+1.66*7+2.8*5+6*10+2.3*6+2.5*3+1*9+0*7+2*8+4*2+3.4+5*5+3.6*9

.**Tc**= 215.58 DL

2.منهجية التطبيق

في هذه الدراسة تم اعتماد خمس خوارزميات للتطبيق تنطبق فيها شروط الحالة الدراسية وهم:

1 - North-West Corner Methods.

2 - Row Minimum Method.

3 - Column Minimum Method.

4 - Least Cost Method.

5 - Vogel's Approximation Method.

إضافة إلى النموذج الرياضي والذي يعتبر الأساس لفهم المشكلة والهدف من الحل وماهي القيود التي تحاصر الدالة وبالتالي إدراج المعطيات لصياغة حل آخر بواسطة (simplex method) من خلال الاكسيل ومقارنة كل هذه الطرق للخروج بإجمالي أقل تكلفة نقل.

كما تم استثناء بعض الخوارزميات منها على سبيل الذكر (Stepping Stone method) لتحسين الحل وذلك لأن عدد المسارات الخالية في جميع طرق الحل المستخدمة في هذه الدراسة أكثر من المطلوب وفقا للشروط.

Number Of Empty Cells = (Number Of Row + Number Of Column) -1

1.2. النموذج الرياضي للحالة الدراسية

بناء على المعادلة الرياضية التالية:

$$\sum^{m} i=1 \sum^{n} j=1 \; C_{ij} \; X_{ij}$$

يتم تعريف المتغيرات للحالة الدراسية كما يلي:

C_{ij} قيمة تكاليف الشحن من معمل تجهيز العدسات الطبية (i) إلى فرع المبيعات (j).

X_{ij} عدد الوحدات المنقولة من معمل تجهيز العدسات الطبية (i) إلى فرع المبيعات (j).

حيث تكون دالة الهدف أقل قيمة ممكنة لتكاليف الشحن وهي كالتالي:

$$\text{Min } Z = 1.1X_{11} + 1.66X_{12} + 2.8X_{13} + 2.8X_{14} + 10X_{15} + 7.2X_{16} + 7.7X_{17} + 6X_{18} + 2.3X_{21} + 2.5X_{22} + X_{23} + 0X_{24} + 12.5X_{25} + 8.5X_{26} + 4X_{27} + 4.5X_{28} + 5.32X_{31} + 7X_{32} + 8X_{33} + 9X_{34} + 2X_{35} + 4X_{36} + 12X_{37} + 10X_{38} + 2.5X_{41} + 3.4X_{42} + 5.28X_{43} + 10X_{44} + 9X_{45} + 5X_{46} + 3.6X_{47} + 7X_{48}.$$

وتكون قيود دالة الهدف على النحو التالي:

1 - قيود معامل تجهيز العدسات الطبية لإطارات النظارات:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} = 35$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} + X_{26} + X_{27} + X_{28} = 25$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} + X_{36} + X_{37} + X_{38} = 10$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} + X_{46} + X_{47} + X_{48} = 15$$

2 - قيود طلبات فروع المبيعات:

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} = 18. \qquad X_{15} + X_{25} + X_{35} + X_{45} = 8.$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} = 12. \qquad X_{16} + X_{26} + X_{36} + X_{46} = 7.$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} = 14. \qquad X_{17} + X_{27} + X_{37} + X_{47} = 9.$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} = 7. \qquad X_{18} + X_{28} + X_{38} + X_{48} = 10.$$

$$Xij \in Z \text{ (MUST BE INTEGERS)}.$$

$$Xij \geq 0.$$

2.2. North-West Corner Methods:

جدول رقم (2) North-West Corner Methods

مناطق التوزيع	فرفارش	فرجي	شارع الظل	شارع خالد بن وليد	صبرانة	الزاوية	قصر بن غشير	تاجوراء	كمية التزويد
معمل غوط الشعال	1.1 18	1.66 12	2.8 5	2.8	10	7.2	7.7	6	0 / 5 / 17 / 35
معمل الظهرة	2.3	2.5	1 9	0 7	12.5 8	8.5 1	4	4.5	0 / 1 / 9 / 16 / 25
معمل صرمان	5.32	7	8	9	2	4 6	12 4	10	0 / 4 / 10
معمل جنزور	2.5	3.4	5.28	10	9	5	3.6 5	7 10	0 / 10 / 15
كمية الطلب	0 / 18	0 / 12	0 / 9 / 14	0 / 7	0 / 8	0 / 6 / 7	0 / 5 / 9	0 / 10	85 85

Tc= 1.1*18+1.66*12+2.8*5+1*9+0*7+12.5*8+8.5*1+4*6+12*4+3.6*5+7*10

.**Tc**= 331.22 DL

:Row Minimum Method .2.3

جدول رقم (3) Row Minimum Method

مناطق التوزيع	قرقارش	قرجي	شارع الظل	شارع خالد بن وليد	صبراتة	الزاوية	قصر بن غشير	تاجوراء	كمية التزويد
معمل غوط الشعال	1.1 18	1.66 12	2.8 5	2.8	10	7.2	7.7	6	0 / 5 / 17 / 35
معمل الظهرة	2.3	2.5	1 9	0 7	12.5	8.5	4 9	4.5	0 / 9 / 16 / 25
معمل صرمان	5.32	7	8	9	2 8	4 2	12	10	0 / 2 / 10
معمل جنزور	2.5	3.4	5.28	10	9	5 5	3.6	7 10	0 / 10 / 15
كمية الطلب	0 / 18	0 / 12	0 / 9 / 14	0 / 7	0 / 8	0 / 5 / 7	0 / 9	0 / 10	85 85

Tc = 1.1*18+1.66*12+2.8*5+1*9+0*7+4*9+2*8+4*2+5*5+7*10.

Tc = 217.72 DL.

2.4. Column Minimum Method:

جدول رقم (4) Column Minimum Method

مناطق التوزيع	قرقارش	قرجي	شارع الفل	شارع خالد بن وليد	صبراتة	الزاوية	قصر بن غشير	تاجوراء	كمية التزويد
معمل غوط الشعال	1.1 18	1.66 12	2.8	2.8	10	7.2	7.7	6 5	0 / 5 / 17 / 35
معمل الظهرة	2.3	2.5	1 14	0 7	12.5	8.5	4	4.5 4	0 / 4 / 11 / 25
معمل صرمان	5.32	7	8	9	2 8	4 2	12	10	0 / 2 / 10
معمل جنزور	2.5	3.4	5.28	10	9	5 5	3.6 9	7 1	0 / 1 / 10 / 15
كمية الطلب	0 / 18	0 / 12	0 / 14	0 / 7	0 / 8	0 / 5 / 7	0 / 9	0 / 1 / 4 / 5 / 10	85 85

Tc = 1.1*18+1.66*12+6*5+1*14+0*7+4.5*4+2*8+4*2+5*5+3.6*9+7*1.

Tc = 190.12 DL.

:Least Cost Method .2.5

جدول رقم (5) Least Cost Method

مناطق التوزيع	قرقارش	قرجي	شارع الظل	شارع خالد بن وليد	صبراتة	الزاوية	قصر بن غشير	تاجوراء	كمية التزويد
معمل غوط الشعال	1.1 18	1.66 12	2.8	2.8	10	7.2	7.7	6 5	0 / 5 / 17 / 35
معمل الظهرة	2.3	2.5	1 14	0 7	12.5	8.5	4	4.5 4	0 / 4 / 11 / 25
معمل صرمان	5.32-	7	8	9	2 8	4 2	12	10	0 / 2 / 10
معمل جنزور	2.5	3.4	5.28	10	9	5 5	3.6 9	7 1	0 / 1 / 10 / 15
كمية الطلب	0 / 18	0 / 12	0 / 14	0 / 7	0 / 8	0 / 5 / 7	0 / 9	0 / 1 / 4 / 5 / 10	85 85

Tc = 1.1*18+1.66*12+6*5+1*14+0*7+4.5*4+2*8+4*2+5*5+3.6*9+7*1.

Tc = 190.12 DL.

2.6. Vogel's Approximation Method:

جدول رقم (6) Vogel's Approximation Method

مناطق التوزيع	قرفارش	قرجي	شارع الظل	شارع خالد بن وليد	صبراتة	الزاوية	قصر بن غشير	تاجوراء	كمية التزويد	Penalty
معمل غوط الشعال	1.1 18	1.66 12	2.8	2.8	10	7.2	7.7	6 5	0 / 5 / 17 / 35	4.9 / 0.56
معمل الظهرة	2.3	2.5	1 14	0 7	12.5	8.5	4	4.5 4	0 / 4 / 11 / 25	0.2 / 1.3 / 1
معمل صرمان	5.32	7	8	9	2 8	4 2	12	10	0 / 2 / 10	1.32 / 2
معمل جنزور	2.5	3.4	5.28	10	9	5 5	3.6 9	7 1	0 / 1 / 10 / 15	2.5 / 0.9
كمية الطلب	0 / 18	0 / 12	0 / 14	0 / 7	0 / 8	0 / 5 / 7	0 / 9	0 / 1 / 5 / 10	85 85	
Penalty	/ 1.2 1.4	1.74 / 0.84	1.8	2.8	1 / 7	1	/ 0.4 4.1	1 / 1.5		

Tc = 1.1*18+1.66*12+6*5+1*14+0*7+4.5*4+2*8+4*2+5*5+3.6*9+7*1.

Tc = 190.12 DL.

2.7. Use Of Simplex Method In EXCEL2021:

جدول رقم (7) Simplex Method By Excel 2021

مناطق التوزيع	فرقارش	فرجي	شارع الظل	شارع خالد بن وليد	صبراتة	الزاوية	قصر بن غشير	تاجوراء	كمية التزويد
معمل غوط الشعال	1.1 18	1.66 12	2.8	2.8	10	7.2	7.7	6 5	0 / 5 / 17 / 35
معمل الظهرة	2.3	2.5	1 14	0 7	12.5	8.5	4	4.5 4	0 / 4 / 11 / 25
معمل صرمان	5.32	7	8	9	2 8	4 2	12	10	0 / 2 / 10
معمل جنزور	2.5	3.4	5.28	10	9	5 5	3.6 9	7 1	0 / 1 / 10 / 15
كمية الطلب	0 / 18	0 / 12	0 / 14	0 / 7	0 / 8	0 / 5 / 7	0 / 9	0 / 1 / 4 / 5 / 10	85 85

Tc = 1.1*18+1.66*12+6*5+1*14+0*7+4.5*4+2*8+4*2+5*5+3.6*9+7*1.

Tc = 190.12 DL.

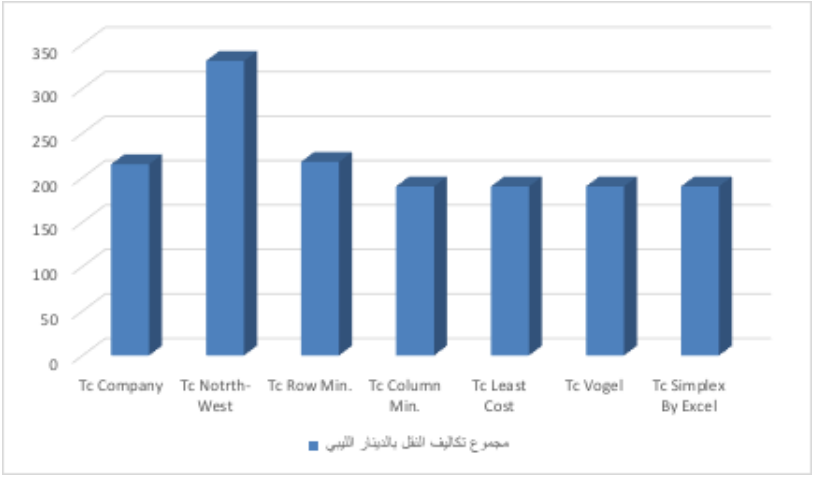
■ مناقشات ونتائج

بالمقارنة بين التطبيقات السابقة يتبن لنا أن North-West Corner Methods هي أعلى تكلفة حتى من تكلفة الشركة الحالي، وأن أفضل نهج لأقل التكاليف تمثل في الخوارزميات التالية:

Least Cost ,Column Minimum Method Vogel's Approximation Method,

حيث تعتبر هذه الخوارزميات كتحسين للحل .

بينما يعتبر منهج Row Minimum حلا مبدئيا قابلا للتحسين لكنه في حالتنا هذه مستبعدا وذلك لتجاوز قيمته تكاليف النقل للشركة في وقتها الحاضر، والشكل البياني التالي يوضح تلك الفروقات تراتبيا بالأرقام، مما يظهر أوجه التحسن في الأداء والتكلفة مع استخدام الخوارزميات المقترحة.



شكل (1) مقارنة بين تطبيقات حل مشاكل النقل بالمسلك الحالي لشركة قراند ليبيا للبصريات

■ الاستنتاجات

بواسطة الخوارزميات التي أشرنا إليها تم الحصول على أفضل حل لمشكلة النقل في شركة قراند ليبيا للبصريات، تجدر بنا الإشارة إلى أن هذه الحلول تركز بشكل أساسي على تقليل تكاليف النقل ولا تأخذ في الاعتبار عوامل أخرى مثل التوزيع الجغرافي للفروع والمعامل وسياسات الشركة الاقتصادية والإدارية والتنظيمية، كما يعتبر استخدام Simplex by Excel في حل مشاكل النقل خيارا مطروحا وبقوة لتحسين وتأكيد الحل والذي يمكن استخدامه كتطبيق لتحسين حلول مشاكل النقل.

تظهر هذه النتائج أهمية استخدام التحليل الكمي والأدوات الرياضية في تحسين عمليات النقل وتحقيق أفضل النتائج بأقل تكلفة ممكنة.

■ المراجع

1- Jamal Lmariouh, Anouar Jamali , Nizar El Hachemi , Driss Bouami, 2012. Transportation problems with plant closure and relocation of machines. IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 5, No 2, September 2012

2- Bhupendra Singh and Ankit Gupta,2015. Recent trends in intelligent transportation systems: a review. Journal of Transport Literature, 9(2), 30-34, Apr. 2015 .

3- Amir, S., H.Z. Aashtiani and K.A. Mohammadian, 2009. A Shor-term Management strategy for Improving transit network efficiency. Am. J. Applied Sci., 6: 241-246. DOI: 10.3844 / ajassp.2009.241.246 .

4- Josep Maria Salanova, Miquel Estrada , Georgia Aifadopoulou and Evangelos Mitsakis,2011. A review of the modeling of taxi services. Procedia Social and Behavioral Sciences 20 (2011) 150–161.

5- Yung-yu TSENG, Wen Long YUE, Michael A P TAYLOR,2005. The role of transportation in logistics chain. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 1657 - 1672, 2005.