إدارة العمليات

المحاضرة الخامسة:

نماذج وطرق النقل

د. فداء علي الشيخ حسن

محاور المحاضرة

1- مقدمة.
2- الحالات التي يكون عليها نموذج النقل.
3- طرق إيجاد الحل المبدئي لمسائل النقل:
- طريقة الزاوية الشمالية الغربية.
- طريقة التكلفة الأقل في السطر.
- طريقة التكلفة الأقل في العمود.
- طريقة التكلفة الأقل في المصفوفة.
- طريقة فوجل التقريبية.
- طريقة رسل التقريبية.

مقدمة:

يقصد بمشكلة النقل عملية نقل منتج معين من مصادر إنتاجه إلى مراكز توزيعه أو استهلاكه، سواء كان هذا المنتج مواد أولية تنقل من مواردها إلى مراكز تصنيعها أو نقل سلع تامة الصنع من مصانعها أو مخازنها إلى مراكز استهلاكها.

وتعد طريقة النقل أحد مجالات التطبيق الهامة لأساليب البرمجة الخطية، فمشكلة النقل تتعلق بقررات تخصيص أو تعيين الطريقة المثلى للانتقال المادي لكميات من السلع توجد في نقاط معينة (المصانع مثلاً)، إلى مواقع أخرى يطلق عليها نقاط الطلب (مراكز التوزيع مثلاً)، وذلك بشرط أن تصل التكلفة الكلية للنقل إلى أقل ما يمكن.

ويتطلب تطبيق نموذج النقل توافر مجموعة من الخصائص في المشكلة موضوع الدراسة وهي:

1) وجود عدة نقاط توريد (مصانع مثلاً) ذات طاقات محددة، ووجود عدة نقاط طلب (مراكز توزيع، مخازن) لها أيضاً طاقات استيعابية محددة، ويتعين أن تكون طاقات نقاط التوريد وكذلك الطاقات الاستيعابية لمراكز الطلب معروفة ومقاسة كمياً بوحدات طبيعية (وحدات، أوزان).
2) توافر عدد من البدائل المتاحة أي أن هناك عدداً من الطرق التي يمكن استخدامها لنقل وشحن المنتجات من نقاط التوريد إلى نقاط الطلب ويكون القرار الأمثل هو الاختيار من بين هذه الطرق البديلة والمفاضلة بينها ليس بشكل جزئي كل على حدة ولكن بشكل كلي يعمل على تدنية إجمالي تكلفة النقل للكميات كلها.
3) لابد وأن تتوافر وبشكل دقيق بيانات عن تكلفة النقل للوحدة من كل مركز توريد إلى كل مركز طلب.

الحالات التي يكون عليها نموذج النقل:

1- حالة النموذج المغلق: وهي الحالة التي يكون فيها إجمالي الكميات المتوفرة من تلك المادة مساوياً لإجمالي الكميات المطلوبة منها.

2- حالة النموذج المفتوح: هذه الحالة التي تكون فيها إجمالي الكميات المتوفرة لا يساوي إجمالي الكميات المطلوبة.

طرق إيجاد الحل المبدئي لمسائل النقل:

يوجد عدة طرق لإيجاد الحل المبدئي الممكن، وتلك الطرق ليست جميعها على درجة الكفاءة نفسها في التوصل إلى ذلك الحل المبدئي الممكن، أي مجرد استيفاء قيود العرض والطلب، دون أي اعتبار لعامل تكلفة النقل، وهناك طرق أخرى أكثر كفاءة إذ أن شغلها الشاغل ليس فقط مجرد إيجاد حل مبدئي ممكن، بل إنها تعمل في الوقت نفسه إلى أن يكون هذا الحل المبدئي يقترب ما أمكن من الحل الأمثل، إذ أنها تنظر إلى عامل التكلفة مع استيفاء قيود العرض والطلب.

وعموماً فإنّ الطرق المستخدمة في إيجاد الحل المبدئي الممكن تتمثل في:

1. طريقة الزاوية الشمالية الغربية.
2. طريقة التكلفة الأقل في السطر.
3. طريقة التكلفة الأقل في العمود.
4. طريقة التكلفة الأقل في المصفوفة.
5. طريقة فوجل التقريبية.
6. طريقة رسل التقريبية.

مسألة:

لنفرض أنه لدينا إحدى الشركات الصناعية التي لديها ثلاثة مصانع رئيسية (مراكز الإنتاج) وأربعة مراكز لتوزيع منتجاتها (مراكز الاستهلاك)، وأن تكلفة نقل الوحدة والكميات المتوفرة والمطلوبة معطاة في الجدول التالي:

مراكز الإنتاج / مراكز الاستهلاك	A_1	A_2	A_3	الطلب
B_1	6	8	3	60
B_2	12	15	11	130
B_3	4	7	2	110
B_4	3	8	5	50
العرض	150	120	80	350

1- طريقة الزاوية الشمالية الغربية:

تعد هذه الطريقة من أسهل الطرق المستخدمة لإيجاد الحل المبدئي لمشكلات النقل، سميت بالزاوية الشمالية الغربية لأنها تبدأ بشغل الخلية الواقعة في أقصى الركن الشمالي الغربي بالجدول المبدئي، ثم نتابع خطوات شغل الباقي وفق الأسلوب الذي تسير عليه هذه الطريقة.

وحتى يتشكل لدينا حل قاعدي مبدئي يجب أن يتحقق لدينا العلاقات التالية:

عدد الخلايا المليئة = $n + m - 1$

حيث n عدد الأعمدة في المصفوفة، وm عدد الصفوف في المصفوفة.

مراكز الإنتاج / مراكز الاستهلاك	A_1	A_2	A_3	الطلب
B_1	6 60	8	3	60
B_2	12 90	15 40	11	130
B_3	4	7 80	2 30	110
B_4	3	8	5 50	50
العرض	150	120	80	350

وبالنظر إلى جدول الحل نجد أن $n + m - 1 = 4 + 3 - 1 = 6$ الشرط محقق.

وتكون تكلفة النقل الإجمالية وفق هذه الطريقة (تحسب عن طريق ضرب الكميات في الخلايا المليئة بتكلفة النقل في كل خلية) كما يلي:

$$Z = (60 \times 6) + (90 \times 12) + (40 \times 15) + (80 \times 7) + (30 \times 2) + (50 \times 5) = 2910$$

2- **طريقة التكلفة الأقل في السطر:**

تعتمد هذه الطريقة في إيجاد الحل المبدئي ليس فقط على اعتبارات القيود ولكن ستنظر بعين الاعتبار إلى التكلفة أيضاً، وتقوم على مبدأ إشباع الخلية ذات التكلفة الأقل في كل سطر قبل غيرها، بما يحقق التوازن بين المطلوب والمتوفر في كل سطر وعمود، نبدأ بالسطر الأول ثم بعد ذلك ننتقل للسطر الذي يليه بالأسلوب نفسه حتى يتم تغطية جميع الأسطر وذلك بما لا يخل بشرط التوازن بين الكميات المتوفرة والمطلوبة في كل سطر وعمود.

مراكز الإنتاج / مراكز الاستهلاك	A_1	A_2	A_3	الطلب
B_1	6	8	3 **60**	60
B_2	12 **110**	15	11 **20**	130
B_3	4 **40**	7 **70**	2	110
B_4	3	8 **50**	5	50
العرض	150	120	80	350

عدد الخلايا المليئة =6 وبذلك يتحقق شرط الحل المبدئي القاعدي. عدد الخلايا المليئة $n + m - 1$

وتكون تكلفة النقل:

$$Z = (60 \times 3) + (110 \times 12) + (20 \times 11) + (40 \times 4) + (70 \times 7) + (50 \times 8) = 2770$$

وهي تكلفة نقل أقل من الطريقة السابقة (الركن الشمالي الغربي).

3- **طريقة التكلفة الأقل في العمود**:

تعتمد هذه الطريقة في إيجاد الحل المبدئي ليس فقط على اعتبارات القيود ولكن ستنظر بعين الاعتبار إلى التكلفة أيضاً، وتقوم على مبدأ إشباع الخلية ذات التكلفة الأقل في كل عمود قبل غيرها، بما يحقق التوازن بين المطلوب والمتوفر في كل سطر وعمود، نبدأ بالعمود الأول ثم بعد ذلك ننتقل للعمود الذي يليه بالأسلوب نفسه حتى يتم تغطية جميع الأعمدة، وذلك بما لا يخل بشرط التوازن بين الكميات المتوفرة والمطلوبة في كل سطر وعمود.

مراكز الإنتاج / مراكز الاستهلاك	A_1	A_2	A_3	الطلب
B_1	6	8 **60**	3	60
B_2	12	15 **50**	11 **80**	130
B_3	4 **100**	7 **10**	2	110
B_4	3 **50**	8	5	50
العرض	150	120	80	350

عدد الخلايا المليئة =6 وبذلك يتحقق شرط الحل المبدئي القاعدي. عدد الخلايا المليئة $n + m - 1$

وتكون تكلفة النقل:

$$Z = (60 \times 8) + (50 \times 15) + (80 \times 11) + (100 \times 4) + (10 \times 7) + (50 \times 3) = 2730$$

وهي تكلفة نقل أقل من الطريقتين السابقتين.

4- طريقة التكلفة الأقل في المصفوفة:

وفقاً لهذه الطريقة فإنها لن تكتفي بالنظر إلى أدنى تكلفة في كل سطر أو أدنى تكلفة في كل عمود، وإنما يتم التعامل مع المصفوفة كلها بكامل صفوفها وأعمدتها، وذلك بغية الوصول إلى جدول مبدئي ممكن، وأيضاً إجمالي تكلفة النقل وفقاً له في وضع معقول يمكننا من الوصول إلى جدول الحل الأمثل بمجهود أقل وفي عدد من جداول تحسين الحل أقل.

مراكز الإنتاج / مراكز الاستهلاك	A_1	A_2	A_3	الطلب
B_1	6 **60**	8	3	60
B_2	12 **10**	15 **120**	11	130
B_3	4 **30**	7	2 **80**	110
B_4	3 **50**	8	5	50
العرض	150	120	80	350

عدد الخلايا المليئة =6 وبذلك يتحقق شرط الحل المبدئي القاعدي. عدد الخلايا المليئة $n+m-1$

وتكون تكلفة النقل:

$$Z = (60 \times 6) + (10 \times 12) + (120 \times 15) + (30 \times 4) + (80 \times 2) + (50 \times 3) = 2710$$

<u>وهي تكلفة أقل من الطرق الثلاث السابقة.</u>

5- **طريقة فوجل التقريبية:**

يعتمد هذا الأسلوب على حساب الفرق بين أقل قيمتين للتكلفة في كل سطر وفي كل عمود، وذلك لمعرفة مدى الخسارة التي تلحق بتابع الهدف إذا لم نشبع العنصر ذات التكلفة الأقل، ويتم العمل وفق الخطوات التالية:

1) نقوم بحساب الفروقات بين أقل قيمتين للتكلفة في كل سطر ونضع هذه الفروقات في عمود إضافي مستقل ثم نقوم بحساب الفروقات بين أقل قيمتين للتكلفة في كل عمود ونضعها في سطر إضافي مستقل.

2) نختار أكبر تلك الفروقات (في السطر والعمود معاً) ونعتبر السطر أو العمود المقابل لها هو السطر أو العمود الذي يجب أن نستخدمه قبل غيره، وعلينا أن نشبع العنصر ذات التكلفة الأقل فيه وذلك ضمن شروط الكميات المتوفرة والمطلوبة المقابلة لها.

3) نهمل السطر أو العمود الذي يتم إشباعه ونعدل أرقام الكميات المتوفرة والمطلوبة بطرح الكمية التي وضعناها في العنصر ذات التكلفة الأقل، وإذا وجد الفرق الأكبر في سطر وعمود معاً فنختار أحدهما بأسلوب كيفي ونطبق عملية التخصيص وإذا أشبع سطر وعمود معاً في آن واحد فأشطب بأسلوب كيفي أحدهما وأترك في الآخر صفراً بدون إشباع.

4) نعود إلى الخطوة (1) ونكرر العمل السابق نفسه، مع الأخذ بعين الاعتبار الأسطر والأعمدة المهملة سابقاً حتى نحصل على حل قاعدي يتضمن $n + m - 1$ خلية مليئة.

5) إذا بقي سطر أو عمود واحد بعرض أو طلب موجب دون تشطيب أخصصه باستخدام التكلفة الأقل.

مراكز الإنتاج / مراكز الاستهلاك	A_1	A_2	A_3	الطلب	Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
B_1	6	8	3 **60**	60	**3**	-	-	-
B_2	12 **10**	15 **120**	11	130	1	1	3	3
B_3	4 **90**	7	2 **20**	110	2	2	3	3
B_4	3 **50**	8	5	50	2	2	**5**	-
العرض	150	120	80	350 350				
$\acute{\Delta}_1$	1	1	1					
$\acute{\Delta}_2$	1	1	**3**					
$\acute{\Delta}_3$	1	1	-					
$\acute{\Delta}_4$	**8**	8	-					

عدد الخلايا المليئة =6 وبذلك يتحقق شرط الحل المبدئي القاعدي. عدد الخلايا المليئة $n + m - 1$

وتكون تكلفة النقل:

$$Z = (10 \times 12) + (90 \times 4) + (50 \times 3) + (120 \times 15) + (60 \times 3) + (20 \times 2) = 2650$$

وهي تكلفة أقل من الطرق الأربعة السابقة