د. زينة البزاز

مشاكل النقل Transportation Problems

- **مشاكل النقل:** تعتبر طريقة النقل من الأساليب الرياضية ذات الأهمية في عملية اتخاذ القرارات المتعلقة بنقل حجم معين من السلع (أو المواد) من مصادر متعددة الى مراكز متعددة بهدف سد احتياجات المراكز ذات العلاقة بأقل كلفة ممكنة

نموذج النقل Transportation Model

يفترض نموذج النقل وجود عدد من المصادر الانتاجية (مصانع / شركات) مقدارها n ، وعدد من المراكز التسويقية مقدارها m . يشترط النموذج بشكله الاولي ضرورة المساواة بين حجم السلع في المصادر وحجم الطلب على السلع من قبل المراكز. ان هدف النموذج هو تحقيق أقل كلفة ممكنة من مجموع تكاليف النقل.

والجدول التالي يمثل مشكلة النقل

المراكز التسويقية

مناطق التوزيع D / مناطق التجميز L	D_1	D_2	D_3	...	D_n	العرض Supply
المصادر L_1	c_{11}	c_{12}	c_{13}	...	c_{1n}	a_1
L_2	c_{21}	c_{22}	c_{23}	...	c_{2n}	a_2
L_3	c_{31}	c_{32}	c_{33}	...	c_{3n}	a_3
⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮
L_M	c_{m1}	c_{m2}	c_{m3}	...	c_{mn}	a_m
الطلب Demand	b_1	b_2	b_3	...	b_n	a

حيث ان D تمثل مناطق التوزيع

L: تمثل مناطق التجميع

$a_1, a_2, \dots, a_M$: تمثل الكميات المعروضة

$b_1, b_2, \dots, b_n$ تمثل الكميات المطلوبة

C_{ij} : كلفة نقل الوحدة الواحدة من المصدر (أ) الى المركز (أ)

لو فرضنا ان X_{ij} يمثل عدد الوحدات المراد نقلها من المصدر (أ) الى المركز (أ)
فان التموذج الرياضي لمشكلة النقل يكتب على الصورة التالية

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

S.t.

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = b_j \quad ; \; j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = a_i \quad , \; i = 1, 2, \dots, m$$

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

$$X_{ij} \geq 0$$

حيث أن X_{ij} :- تمثل الوحدات المنقولة من المصدر (أ) الى المنطقة الاستهلاكية (أ)

C_{ij} :- كلفة نقل الوحدة الواحدة من (أ) الى (أ)

a_i :- تمثل عدد الوحدات المنتجة من المصدر الانتاجي (أ)

b_j :- تمثل عدد الوحدات المطلوبة للمنطقة الاستهلاكية (أ)

i :- عدد مصادر الانتاج $i = 1, 2, \dots m$

j :- عدد مصادر الاستهلاك $j = 1, \dots n$

ولايجاد الحل الاساسي الاولي لمشكلة النقل نستخدم احدى الطرق التالية

طرق حل مشاكل النقل

يتضمن حل مشكلة النقل المرحلتين

1- الحل الاولي
2- الوصول للحل الامثل

اولاً:- ايجاد الحل الاولي

يمكن حل مشاكل النقل حلاً اولياً باحدى الطرق التالية -

1- طريقة الزاوية الشمالية الغربية The North-west corner
2- طريقة اقل التكاليف The Least-Costs Method
3- طريقة فوجل التقريبية The Vogel's APPROXimationMethod (VAM)

وفيما يلي شرح لهذه الطرق -

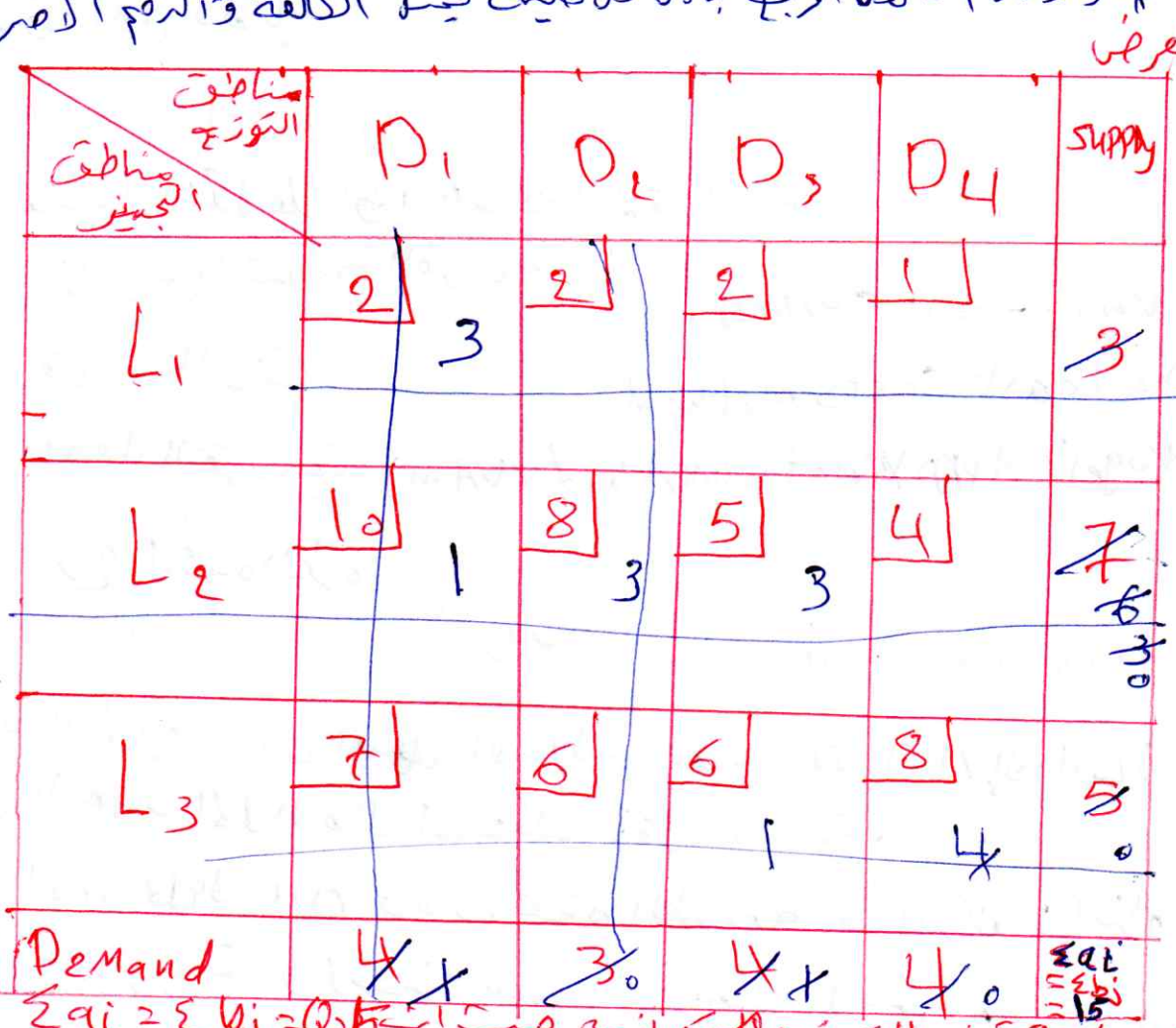
1- طريقة الزاوية الشمالية الغربية The North-west corner

تعتبر هذه الطريقة من اسهل الاساليب لحل مشكلة النقل/ إلا انها لا تحقق في معظم الاحيان الحل الامثل لمشكلة نقل معينة.

تبدأ عملية ايجاد الحل الاساسي وفق هذه الطريقة من الركن (الزاوية) الشمالية الغربية ولهذا سميت بهذا الاسم حيث يبدأ التوزيع وفق هذه الطريقة بجعل مفرغة توضح مصادر التجهيز والكميات ومناطق الطلب واضيا جاتها وكذلك كلفة نقل الوحدة الواحدة من كل مصدر تجهيز الى منطقة الطلب وتحت ظل قيد واحد $\sum a_i = \sum b_j = Q$ على فرض ان مناطق التوزيع هي D ومناطق الطلب L كما تم توضيحه في المفرغة السابقة (الجدول الذي يمثل مشكلة النقل)

مثال: افرض ان لديك ثلاث مخازن وترغب في توزيع السلع المخزونة فيها على اربعة اسواق وان كلفة الوحدة الواحدة من السلعة المنقولة من المخازن الى الاسواق المشار اليها في الجدول التالي، والمطلوب توزيع السلع على الاسواق وفقاً لطريقة الركن الشمالي الغربي

* والارقام داخل الربع باعلى كل خلية تمثل الكلفة والرقم الاخر بالخلية يمثل الكمية



* ملاحظة: التوزيع الصحيح حيث ان $\sum q_i = \sum b_j = Q$

- نبدأ عملية ايجاد الحل الاولي من الزاوية الشمالية الغربية اي الخلية $L_1 D_1$ حيث يتوفر بالمخزن (3) وحدات والسوق يحتاج (4) فيتم تجهيز ($L_1 D_1$) بـ (3) وحدات والوحدة المتبقية يتم الحصول عليها من مركز انتاجي آخر

- الصف (L_1) وزع الـ (3) وحدات المتوفرة فيه فنحذف الصف (L_1) ويتحرك التوزيع بالزاوية الشمالية الغربية ولتمثل بالمرحلة الثانية ايضاً نبدأ بالزاوية الشمالية الغربية ولتمثل الخلية ($L_2 D_2$) هنا المخزن L_2 يحتوي على (7) وحدات والسوق D_2 يحتاج وحدة واحدة لأن بالمرحلة الاولية اخذنا من المخزن L_1 (3) وحدات وبعدها نحذف العمود D_1 لأن اخذ كفايته من

السلع ونطرح من المركز الانتاجي L_2 وحدة واحدة فيبقى 6 وحدات لدى L_2

- بالمرحلة الثالثة الزاوية الشمالية الغربية ستمثل $L_2 D_2$ لأن تم حذف الصف الاول والعمود الاول ويتم التوزيع بنفس الاسلوب حيث المخزن L_2 يحوي (6) وحدات والسوق D_2 يحتاج 2، 3، وحدات توزع 2، 3، وحدات بالكلية ونطرح من (L_2) 5 وحدات من 6 يبقى (1) والسوق D_2 اكتفى لأن اخذ الـ 5 الوحدات التي يحتاجها فيتم حذف العمود D_2

- بالمرحلة الرابعة الزاوية الشمالية الغربية تمثل $L_2 D_3$ لدى المخزن L_2 (1) وحدات والسوق D_3 يحتاج 4 وحدات فأخذ من المخزن L_2 (1) وحدات وبهذا نفذت السلع في المخزن L_2 فيتم حذف الصف L_2 ويبقى السوق D_3 يحتاج لوحدة واحدة فنطرح من الكمية المطلوبة (1 = 3 - 4) فيبقى للسوق D_3 وحدة واحدة يأخذها من المصدر (المخزن) L_3

- بالمرحلة الاخيرة يبقى الخليتين $L_3 D_3$ ، $L_3 D_4$ بالتأكيد الزاوية الشمالية الغربية هي $L_3 D_3$ والمخزن يحتوي 5 وحدات والسوق D_3 يحتاج وحدة واحدة لكي يسد حاجته هنا اكتفى السوق D_3

- اما الخلية الاخيرة $L_3 D_4$ فيتم توزيع ما تبقى من السوق L_3 حيث السوق D_4 يحتاج 4 وحدات

* ملاحظة قبل البدء بالحل يجب التأكد من النموذج متوازن اي انه

$$\sum a_i = \sum b_j = Q$$

واذا كان الحل غير متوازن يجب ان نوازن المسألة كما في محاضرة قادمة سيتم توضيح كيفية التوازن

ملاحظات:

1- اذا كانت $b_1 < a_1$ فان العرض والسعة التوزيعية الموجودة في L_1 تستطيع ان تلبي الطلب للمربع D_1L_1 ويمكن تقليل احتياجات كمية الطلب D_1 من b_1 الى الصفر وتقليل العرض والسعة التوزيعية لمصدر التجهيز L_1 من a_1 إلى $(a_1 - b_1)$ وتحذف العمود D_1 ويصبح الموقع الشمالي الغربي في المصفوفة الجديدة هو L_1D_2 ونستمر بالحل

2- اذا كانت $a_1 < b_1$ هنا يتم اعطاء المربع D_1L_1 كافة الموارد الموجودة في L_1 والتي تساوي a_1 ويحذف ذلك الصف وبما أن مستلزمات b_1 لم تستكمل والتي تساوي $b_1 - a_1$ هنا يتم التحرك عامودياً الى المربع D_2L_1 لإيفاء الاحتياجات باعتبار الركن الشمالي الغربي للمصفوفة الجديدة

3- اذا كانت $a_1 = b_1$ هنا العرض يساوي الطلب ويعطى المربع في الركن الشمالي الغربي كافة احتياجاته المتمثلة بـ X_{11} بحيث تستوفي السعة التوزيعية للمصدر L_1 وبذلك تكون الخلية التي تمثل الركن الشمالي الغربي في المصفوفة الجديدة L_2D_1 لغرض اعطائها الكمية اللازمة