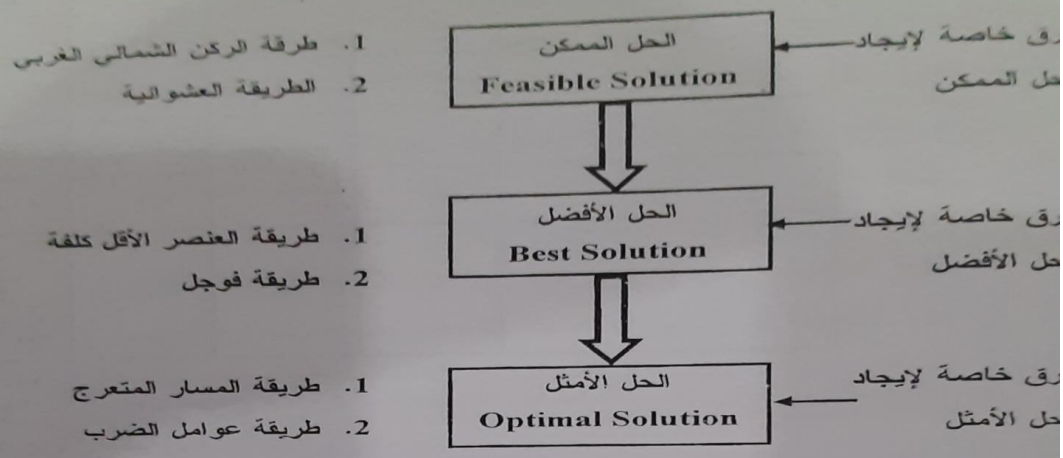
الشكل رقم (9-6) مراحل الحل وكيفية استخدام طرق خاصة لعملية البحث عن الحل الممكن والأفضل والأمثل



وعلى أساس ما تقدم فإن عملية البحث عن الحلول لاث المشار إليها أعلاه لمشكلة النقل، تتطلب استخدام الطرق الية:

أولاً : البحث عن الحل الممكن الأساسي الابتدائي Feasible Solution:

1- طريقة الركن الشمالي الغربي North – West Corner.

2- الطريقة العشوائية في التوزيع Randam Distribution.

طريقة الركن الشمالي الغربي North – West Corner:

من خلال تسمية هذه الطريقة يستدل على كيفية تطبيقها، حيث إن نقطة بداية بيق هذه الطريقة هي خلية النقل الواقعة في الركن الشمالي الغربي من

المطلوب:

حل المشكلة وأوجد التكاليف الكلية لعملية التسويق للبضائع من المصانع لغاية الأسواق مستخدماً الطرق التالية:

1. الركن الشمالي الغربي.
2. العنصر الأقل كلفة.
3. المسار المتعرج وطريقة المضاعفات.
4. **الحل بطريقة الركن الشمالي الغربي:**

من أجل البدء بعملية الحل وإيجاد الحل الممكن، فإن في هذه الحالة يتم تطبق طريقة الركن الشمالي الغربي، وفي هذه الحالة من المفروض أن يتم تصميم الجدول التالي:

جدول رقم (9-2) بيانات المشكلة الأساسية

الأسواق / المصانع	سوف عمان (1)	سوق اربد (2)	سوق الزرقاء (3)	سوف جرش (4)	a_i
المصنع رقم (1)	2 X_{11}	1 X_{12}	3 X_{13}	4 X_{14}	200
المصنع رقم (2)	5 X_{21}	2 X_{22}	6 X_{23}	1 X_{24}	300
المصنع رقم (3)	4 X_{31}	3 X_{32}	2 X_{33}	7 X_{34}	250
b_j	100	150	350	150	750 / 750

$Z = 2(100) + 1(100) + 2(50) + 6(250) + 2(100) + 7(150) \rightarrow M$

$= 3150$

استناداً إلى التوزيع الوارد في الجدول رقم (9-3)، يتم حساب قيمة دالة الهدف كما يلي:

$$Z = 2X100 + 1X100 + 2X50 + 6X250 + 2X100 + 7X150 \rightarrow Min$$

$$Z = 200 + 100 + 100 + 1500 + 200 + 1050 = 3150 \quad \text{دينار}$$

التكاليف الكلية لعملية تسويق البضائع من المصانع الثلاث إلى الأسواق الأربعة.

جدول رقم (9-3) الحل وفق طريقة الركن الشمالي الغربي

الأسواق / المصانع	سوق عمان (1)	سوق اربد (2)	سوق الزرقاء (3)	سوق جرش (4)	a_i
المصنع رقم (1)	2 — 100	1 — 100	3 — 0	4 — 0	200 / 100 / 0
المصنع رقم (2)	5 — 0	2 — 50	6 — 250	1 — 0	300 / 250 / 0
المصنع رقم (3)	4 — 0	3 — 0	2 — 100	7 — 150	250 / 150 / 0
b_j	100 / 0	150 / 50 / 0	350 / 100 / 0	150 / 0	750 / 750

2. الحل بطريقة العنصر الأقل كلفة:

إن الحل أعلاه يعبر عن الحل الممكن، ويتم تحسين هذا الحل باستخدام أحد الطرق المعروفة في إيجاد الحل الأفضل، وهي أما طريقة العنصر الأقل كلفة أو طريقة فوجل. ولو فرضنا أنه تم استخدام طريقة العنصر الأقل كلفة، فإن الحل وفق

الخطوة التالية هي وضع هذه الكميات في جدول النقل كما هو واضح في الجدول رقم (9-4) التالي:

جدول رقم (9-4) الحل وفق طريق العنصر الأقل كلفة

المصانع \ الأسواق	سوق عمان (1)	سوق اربد (2)	سوق الزرقاء (3)	سوق جرش (4)	a_i
المصنع رقم (1) (4)	2 — 50 — x_{11}	1 — 150 — x_{12}	3 — x_{13}	4 — x_{14}	200 / 150 / 0
المصنع رقم (2)	5 — 50 — x_{21}	2 — x_{22}	6 — 100 — x_{23}	1 — 150 — x_{24}	300 / 250 / 150 / 0
المصنع رقم (3) (5)	4 — x_{31}	3 — x_{32}	2 — 250 — x_{33}	7 — x_{34}	250 / 0
b_j	100 / 50	150 / 0	350 / 250 / 0	150 / 0	750 / 750
	(3)	(2)		(1)	

قيمة دالة الهدف تحسب كما يلي:

$$Z = 2*50 + 1*150 + 5*50 + 6*100 + 1*150 + 2*250 \rightarrow Min.$$

$$Z = 100 + 150 + 250 + 600 + 150 + 500 = 1750$$ دينار

التكاليف الكلية لنقل وتسويق البضائع من المصانع الثلاث الى الأسواق الأربعة.

حيث يتضح مما تقدم أن هنالك فرق بين هذه الطريقة والطريقة السابقة وذلك كما هو واضح أدناه:

3150 طريقة الركن الشمالي الغربي

(1750) طريقة العنصر الأقل كلفة

1400

3. الخطوة التالية هي تحسين هذه النتيجة والبحث عن الحل الأمثل من خلال تطبيق الطرق التالية:

- المسار المتعرج Stepping Stone Method.
- طريقة المضاعفات Multipliers Method.

وفي البداية يتم تطبيق الطريقة الأولى وهي طريقة المسار المتعرج. حيث يتم الاعتماد على آخر جدول تم التوصل اليه بموجب طريقة العنصر الأقل العنصر الأقل كلفة (أو طريقة فوجل) وذلك كما يلي:

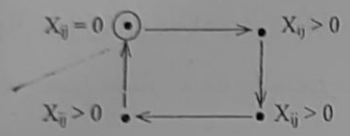
جدول رقم (9-5) آخر جدول في طريقة العنصر الأقل كلفة

الأسواق / المصانع	سوف عمان (1)	سوق اربد (2)	سوق الزرقاء (3)	سوف جرش (4)	a_i
المصنع رقم (1)	2 **50**	1 **150**	3 X_{13}	4 X_{14}	200
المصنع رقم (2)	5 **50**	2 X_{22}	6 **100**	1 **150**	300
المصنع رقم (3)	4 X_{31}	3 X_{32}	2 **250**	7 X_{34}	250
b_j	100	150	350	150	750 / 750

طوة الأولى هي تقسيم المتغيرات الواردة في الجدول أعلاه إلى متغيرات أساسية $(X_{ij} > 0)$ ومتغيرات غير أساسية $(Xij = 0)$ وذلك كما يلي:

المتغيرات غير الأساسية $X_j = 0$	المتغيرات الأساسية $X_j > 0$
X_{13}	X_{11}
X_{14}	X_{12}
X_{22}	X_{21}
X_{31}	X_{23}
X_{32}	X_{24}
X_{34}	X_{33}

الخطوة التالية يتم تنظيم مسارات مغلقة للمتغيرات غير الأساسية بحيث تكون ة البداية والنهاية هي المتغير غير الأساسي والزوايا الباقيـــة. هـــي متغيـــرات ية كما هو واضح في المخطط التالي:



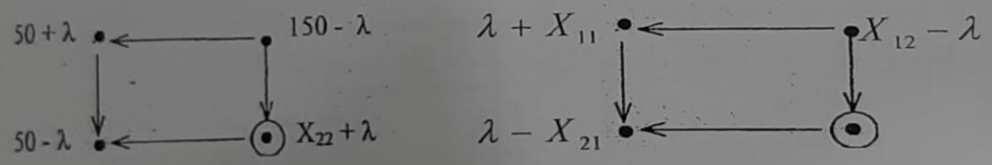
إن المسارات المغلقة تنظيمها بالاعتماد على الجدول رقم (9–5)، وأن شكل اه هذه المسارات هو كما يلي:

المتغير غير الأساس	المســـار المغلـــق
X_{13}	$X_{13} \to X_{23} \to X_{21} \to X_{11} \to X_{13}$
X_{14}	$X_{14} \to X_{24} \to X_{21} \to X_{11} \to X_{14}$
X_{22}	$X_{22} \to X_{21} \to X_{11} \to X_{12} \to X_{22}$
X_{31}	$X_{31} \to X_{21} \to X_{23} \to X_{33} \to X_{31}$
X_{32}	$X_{32} \to X_{12} \to X_{11} \to X_{21} \to X_{23} \to X_{33} \to X_{32}$
X_{34}	$X_{34} \to X_{33} \to X_{23} \to X_{24} \to X_{34}$

وعلى أساس هذه المسارات يتم تنظيم حسابات التغير في الكلفة C'_{ij} وذلك في مقابل كل واحدة من المسارات السابقة، وذلك كما يلي:

المتغيرات X_{ij}	التعبير في الكلفة C'_{ij}
X_{13}	$C'_{13} \Rightarrow C_{13} - C_{23} + C_{21} - C_{11} = 0$
X_{14}	$C'_{14} \Rightarrow C_{14} - C_{24} + C_{21} - C_{11} = 6$
X_{22}	$C'_{22} \Rightarrow C_{22} - C_{21} + C_{11} - C_{12} = -2$
X_{31}	$C'_{31} \Rightarrow C_{31} - C_{21} + C_{23} - C_{33} = 3$
X_{32}	$C'_{32} \Rightarrow C_{32} - C_{12} + C_{11} - C_{21} + C_{23} - C_{33} = 3$
X_{34}	$C'_{34} \Rightarrow C_{34} - C_{33} + C_{23} - C_{24} = 10$

في الحسابات أعلاه يتضح أن C'_{22} كانت قيمته سالبة، وهذا يعني أن المتغير X_{22} يمكن أن يساهم في تخفيض التكاليف، لذلك يتم إدخاله إلى حالة الأساس. ويتم ذلك بعمل مسار مغلق للمتغير X_{22} كما يلي:



حيث أن:

$$\lambda = \min(50,\ 50,\ 150)$$

$$\lambda = 50$$

وأن توضيح حركة هذا المسار يكون من خلال الجدول رقم (9-6) الذي يوضح توضح طبيعة التغير الذي يمكن أن يحصل في قيم المتغيرات X_{ij}.

جدول رقم (9-6) تنظيم المسار المغلق للمتغير X_{22}

الأسواق / المصانع	سوق عمان (1)	سوق اربد (2)	سوق الزرقاء (3)	سوق جرش (4)	a_i
المصنع رقم (1)	2	1 $-\lambda$	3	4	200
	$+\lambda$ 50	150			
المصنع رقم (2)	5 $-\lambda$	2 $+\lambda$	6 100	1 150	300
	50	X_{22}			
المصنع رقم (3)	4	3	2 250	7	250
b_j	100	150	350	150	750 / 750

بعد إجراء عملية التغير في قيم X_{ij} الناجمة عن إدخال $\lambda \pm$ تصبح القيم داخل الجدول كما يلي:

جدول رقم (9-7) صيغة التوزيع بعد التعديل لقيم المتغيرات

الأسواق / المصانع	سوق عمان (1)	سوق اربد (2)	سوق الزرقاء (3)	سوق جرش (4)	a_i
المصنع رقم (1)	2 100	1 100	3	4	200
المصنع رقم (2)	5	2 50	6 100	1 150	300
المصنع رقم (3)	4	3	2 250	7	250
b_j	100	150	350	150	750 / 750

على أساس الجدول رقم (9–7) السابق يتم حساب قيمة دالة الهدف وذلك كما يلي:

$$Z = 2X100 + 1X100 + 2X50 + 6X100 + 1X150 + 2X250 \rightarrow Min$$

$$Z = 200 + 100 + 100 + 600 + 150 + 500 = 1650 \text{ دينار}$$

التكاليف الكلية لعملية النقل والتسويق

وبالمقارنة مع التكاليف الكلية التي تم الحصول عليها عند تطبيق طريقة العنصر الأقل كلفة، نلاحظ حصول بعض التغير في قيمة هذه التكاليف، لذلك يتم الاستمرار في المحاولة للبحث عن وسيلة لتقليل هذه التكاليف وصولاً نحو الكلفة المثلى. ويكون ذلك من خلال إعادة نفس الخطوات السابقة وبالتحديد من خلال تجزئة المتغيرات الواردة في الجدول رقم (9–7) السابق إلى المتغيرات الأساسية $X_{ij} > 0$ والمتغيرات غير الأساسية $X_{ij} = 0$ وذلك كما يلي:

$X_{ij} > 0$ المتغيرات الأساسية	$X_{ij} = 0$ المتغيرات غير الأساسية
X_{11}	X_{13}
X_{12}	X_{14}
X_{22}	X_{21}
X_{23}	X_{31}
X_{24}	X_{32}
X_{33}	X_{34}

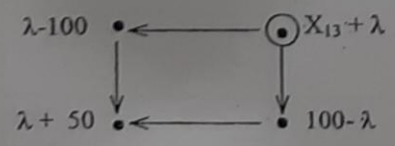
يتم رسم المسارات المغلقة للمتغيرات غير الأساسية وذلك كما يلي:

المتغير غير الأساس	
X_{13}	$X_{13} \to X_{23} \to X_{22} \to X_{12} \to X_{13}$
X_{14}	$X_{14} \to X_{24} \to X_{22} \to X_{12} \to X_{14}$
X_{21}	$X_{21} \to X_{11} \to X_{12} \to X_{22} \to X_{21}$
X_{31}	$X_{31} \to X_{11} \to X_{12} \to X_{22} \to X_{23}$
X_{32}	$X_{32} \to X_{22} \to X_{23} \to X_{33} \to X_{32}$
X_{34}	$X_{34} \to X_{33} \to X_{23} \to X_{24} \to X_{34}$

وعلى أساس هذه المسارات المغلقة يتم حساب التغير في الكلفة وكما يلي:

المتغير عبر الأساسي $X_{ij}=0$	التغير في الكلفة C'_{ij}
X_{13}	$C'_{13} \Rightarrow C_{13}-C_{23}+C_{22}-C_{12}=-2$
X_{14}	$C'_{14} \Rightarrow C_{14}-C_{24}+C_{22}-C_{12}=3$
X_{22}	$C'_{21} \Rightarrow C_{21}-C_{11}+C_{12}-C_{22}=2$
X_{31}	$C'_{31} \Rightarrow C_{31}-C_{11}+C_{12}-C_{22}+C_{23}-C_{33}=3$
X_{32}	$C'_{32} \Rightarrow C_{32}-C_{22}+C_{23}-C_{33}=5$
X_{34}	$C'_{34} \Rightarrow C_{34}-C_{33}+C_{23}-C_{24}=10$

من الحسابات أعلاه أن المتغير X_{13} يحقق الانخفاض المطلوب في التكاليف الكلية، حيث ظهرت قيمة التغير في الكلفة سالبة. لذلك يتم تنظيم المسار المغلق لهذا المتغير كما يلي:



إن تنفيذ هذا المسار المغلق على الجدول الخاص بالمشكلة واضح من خلال الجدول رقم (9-8)، الوارد أدناه:

جدول رقم (9-8) تنفيذ المسار المغلق للمتغير X_{13}

الأسواق / المصانع	سوف عمان (1)	سوق اربد (2)	سوق الزرقاء (3)	سوف جرش (4)	a_i
المصنع رقم (1)	2 — 100	1 — 100-λ	3 — ⇒X_{13} + λ	4	200
المصنع رقم (2)	5	2 — 50+λ	6 — 100-λ	1 — 150	300
المصنع رقم (3)	4	3	2 — 250	7	250
b_j	100	150	350	150	750 / 750

$\lambda = Min(100,100,50)$

حيث أن : $\lambda = 50$

إن القيم الجديدة للكميات المسوقة من المصانع إلى الأسواق الأربعة بعد أن تتم عملية تنفيذ المسار المغلق للمتغير X_{13} تصبح كما في الجدول رقم (9-9) أدناه.

جدول رقم (9-9) التوزيع الجديد للكميات المسوقة من البضائع

الأسواق / المصانع	سوف عمان (1)	سوق اربد (2)	سوق الزرقاء (3)	سوف جرش (4)	a_i
المصنع رقم (1)	2 — 100	1 — 50	3 — 50	4	200
المصنع رقم (2)	5	2 — 100	6 — 50	1 — 150	300
المصنع رقم (3)	4	3	2 — 250	7	250
b_j	100	150	350	150	750 / 750

على أساس الجدول رقم (9-9) السابق يتم حساب التكاليف الكلية للنقل التي تعبر عن دالة الهدف وذلك كما يلي:

$$Z = 2X100 + 1X50 + 3X50 + 2X100 + 6X50 + 1X150 + 2X250 \rightarrow Min$$

$$Z = 200 + 50 + 150 + 200 + 300 + 150 + 500 = 1550 \text{ دينار}$$

يلاحظ إن هذه القيمة أصبحت أقل مما هو عليه في الحالة السابقة وكذلك عند تطبيق طريقة العنصر الأقل كلفة والبالغة 1750. وللتأكد من أن هذه النتيجة تعبر عن الحل الأمثل، فإن من المفروض في هذه الحالة هو إعادة رسم المسارات المغلقة وذلك كما هو واضح أدناه.

المتغير غير الأساس $X_{ij} = 0$

X_{14}	$X_{14} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{24} \rightarrow X_{14}$
X_{21}	$X_{21} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{12} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{21}$
X_{31}	$X_{21} \rightarrow X_{11} \rightarrow X_{13} \rightarrow X_{33} \rightarrow X_{31}$
X_{32}	$X_{32} \rightarrow X_{33} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{22} \rightarrow X_{32}$
X_{34}	$X_{34} \rightarrow X_{24} \rightarrow X_{23} \rightarrow X_{33} \rightarrow X_{34}$

على ضوء المسارات المغلقة السابقة يتم تنظيم حسابات التغير في الكلفة، وذلك كما يلي:

المتغير عبر الأساسي	التغير في الكلفة C'_{ij}
X_{13}	$C'_{14} \Rightarrow C_{14} - C_{13} + C_{23} - C_{24} = 6$
X_{21}	$C'_{21} \Rightarrow C_{21} - C_{22} + C_{12} - C_{11} = 1$
X_{31}	$C'_{31} \Rightarrow C_{31} - C_{11} + C_{13} - C_{33} = 3$
X_{32}	$C'_{32} \Rightarrow C_{32} - C_{33} + C_{23} - C_{22} = 5$
X_{34}	$C'_{34} \Rightarrow C_{34} - C_{24} + C_{23} - C_{33} = 10$

مما تقدم يتضح أن جميع قيم المتغير في الكلفة كانت موجبة، وهذا يعني أن الحل الذي تم التوصل اليه (دينار $Z = 1550$) يمثل الحل الأمثل للمشكلة.