# المحور الرابع : تحليل قناة التوزيع نماذج النقل و التوزيع

**تمهيد :**

عندما تعقدت وظائف التسويق ظهرت مشكلة جديدة، و هي **اختيار قنوات التوزيع** " التسويق " و التي لم تظهر أهميتها إلا في الفترات الأخيرة ، و عندما كانت المشكلة أمام رجال الأعمال في السابق هي المشكلة الإنتاجية أو الفنية دون سواها ، لم يلق اختيار قنوات التوزيع أو منافذ التوزيع اهتماما يذكر من جانب رجال الأعمال ، و لكن بسبب التغيير المستمر في منشآت التسويق و كذلك التغيير في حجم الأسواق، و في السياسات التسويقية ، ظهرت مشكلة تحقيق التوازن بين الطلب و العرض ، و كانت هذه المشكلة قد ظهرت بعد الحرب العالمية الثانية عندما زادت الطاقة الإنتاجية للمصانع لمقابلة الطلب المتزايد ، ممَا نتج عنه فائض في الإنتاج عن الاستهلاك . و بالتالي ظهرت مجموعات حديثة و قنوات جديدة يمكن الاعتماد عليها في تسويق المنتجات .

## أولا: ماهية قنوات التوزيع :

**1-: مفهوم قنوات التوزيع :**

يقصد بقناة التوزيع مجموعة من المؤسسات أو الأفراد الذين تقع على مسؤولياتهم القيام بمجموعة من الوظائف الضرورية و المرتبطة بعملية تدفق المنتجات من المنتجين إلى العملاء في السوق أو الأسواق المستهدفة ، و النموذج المتعارف لقناة التوزيع أنها تحوي المنتج و العميل النهائي للسلعة أو الخدمة كما أنها قد تحوي عددا من الوسطاء المعروفين (تجار الجملة ، تجار التجزئة ، وكلاء) .

و الحقيقة أن أهم عنصر داخل قناة التوزيع هو آخر شخص أو مؤسسة تقوم بالشراء . ذلك لأن وجود هذا العميل يكمل العملية التبادلية . لا بل يصعب إنجاز هذا التعامل دنما وجوده ...

كما عرفت قناة التوزيع أيضا بأنها « مجموعة من المنظمات أو الأفراد الذين يشاركون و يسهمون في تحويل ملكية السلع أو الخدمات و ذلك في في حركت تدفقها من المنتجين إلى المستهلكين النهائيين أو إلى منظمات الأعمال »

و يمكن مقارنة قناة التوزيع بتلك الأنابيب التي ليتدفق فيها البترول أو الغاز. فهي بالمثل تجعل عملية تدفق السلع و الخدمات إلى المستهلكين عملية ممكنة .

و الاهتمام الرئيسي في إدارة قنوات التوزيع (أو قنوات التسويق كما يطلق عليها أحيانا Marketing Channel ) هو جعل العرض موضع المبادلة متاحا للاستهلاك و بصورة أكثر دقة حيث تنطوي عملية هذه الإدارة على القيام بتوجيه و تنسيق أداء كافة أعضاء القناة بحيث يستطيع المستهلك الحصول على ما يريده من سلع أو خدمات في وقت و كيفية ملائمة .

في حين عرف أحد الكتاب هذه القنوات كما يلي : « قناة التوزيع هو الطريق الذي تسلكه السلعة أو الخدمة في حركتها من مركز الإنتاج إلى مركز الاستهلاك من خلال مجموعة من المؤسسات التي تقدم العديد من الأنشطة التسويقية.»

**2- أهداف القناة التوزيعية :**

ليس من السهل تحديد أهداف التوزيعية بمعزل عن الأهداف العامة للمنظمة أو الأهداف الأساسية للبرنامج التسويقي المقترح. فنادرا ما تحدد المنظمة أهداف توزيعية منفصلة عن بقية الأهداف الأخرى . و مع ذلك فقد تكون هذه الأهداف واضحة و محددة

في بعض المنظمات الجديدة التي لا تزال في بداية عملها و نشاطها ، أو المؤسسات القائمة التي تبحث عن أسواق جديدة لسلعتها، و عموما فإن أهم أهداف القناة التوزيعية ما يلي :

1- تطوير و توسيع سوق المنتجات عن طريق توصيلها إلى أسواق جديدة لم يسبق للمنظمة تقديمها فيها .

2- تحسين حصة المنظمة من السوق الذي تتعامل معه عن طريق قنوات توزيع كقيامها بزيادة عدد الموزعين ، مما يؤدي إلى زيادة تدفق السلع و الخدمات إلى السوق و من ثم تحقيق درجة أكبر من الانتشار للمنظمة .

3- رفع كفاءة التوزيع ، لأن التوزيع نشاط متكامل ، تتدفق من خلال أجزائه الموارد ، و الأفراد و الأفكار و المعلومات إلى الأمام و إلى الخلف و ذلك لتحقيق رضا المستهلك عن طريق توصيل السلعة أو الخدمة له في المكان الملائم و بالشكل و الوقت المناسبين و بأقل تكلفة ممكنة .

**3- أهمية هذه القناة:**

عرف أحد الكتاب حقيقة السوق الاقتصادية « بأنها الفجوة التي تفصل بين المنتج و المستهلك و ذلك لأن القليل من الأفراد هم الذين ينتجون السلع أو يقدمون الخدمات التي يحتاجها المستهلك النهائي أو الصناعي.»

و عمليا هناك العديد من الفواصل بين المنتج و المستهلك يمكن إجمالها على النحو التالي :

1- الفواصل المكانية : و هي الفواصل المادية بين المنتج و المستهلك .

2- الفواصل الزمانية : و هي الفرق بين وقت الإنتاج و وقت الاستهلاك .

3- الفواصل الإدراكية : و هي مدى إدراك المستهلك بالسلعة و رغبته في الحصول عليها .

4- الفواصل الحيازية : و هي انتقال ملكية السلعة بين البائع و المشتري .

5- الفواصل القيمية : و هي مقارنة تكلفة السلعة و سعر بيعها بالسعر الذي يقدر عليه المستهلك.

و بسبب تلك الفواصل لابد من القيام ببعض الأنشطة بهدف الجمع بين مراكز الإنتاج و مراكز الاستهلاك الزمنية ، فمثلا تظهر أهمية وظيفة الإعلان لكسر حدة الفواصل الإدراكية لأنه من خلال الإعلان يستقبل المستهلك بعض المعلومات عن السلعة مما قد يدفعه إلى الشراء ، و لكن من الذي يقوم بهده الأنشطة ؟

بعضها يقوم بها الوسطاء المتخصصون مثل شركة النقل المتخصصة ، أو وكالات البحث و الإعلان و شركات التأمين ، كما يقوم بها الوسطاء التجاريون (تجار الجملة و تجار التجزئة...)

الوسطاء الوظيفيون (الوكلاء و السماسرة ) بإنجاز مجموعة كبيرة من هذه الوظائف و أحيانا جميعها .

**4- الوظائف أو التدفقات داخل القناة التوزيعية :**

المنتجين أو تجار الجملة أو تجار التجزئة أو أية حلقة توزيعية أخرى توجد داخل التوزيع (قناة التوزيع ) تقوم بالعديد من الوظائف أو التدفقات التي لا يمكن إلا و أن ترافق المنتجات حتى و لو لم يكن هناك إلى طرف توزيعي واحد داخل القناة .

و إجمالا يمكن تقديم الوظائف أو التدفقات داخل قناة التوزيع على النحو التالي :

1- البحوث : جمع المعلومات و تحليلها و تصنيفها و ذلك لتسهيل عملية اتخاذ القرارات ، و رسم السياسات و تحديد الأهداف ، و التي من شأنها تسهيل عملية التبادل داخل القناة ضمن النظام التبادلي التجاري .

2- الترويج : و ذلك بهدف تطوير و بناء الإدراك و القبول للشيء المعروض في إطار عملية التبادل .

3- الاتصال : بهدف الوصول إلى العميل المرتقب و بناء علاقات تبادلية معه .

4- الربط و الجمع : أي ملائمة شكل المنتج مع حاجات العميل و رغباته ، مثال ذلك : التصنيع التغليف ، التجميع ، العلامة التجارية ...الخ .

5- التفاوض : أي محاولة الوصول إلى اتفاق حول الأسعار و شروط أخرى كالمتعلقة بنقل الملكية و كيفيتها .

هذه الوظائف من 1 إلى 5 تعتبر وظائف ضرورية تقدم لتسهيل عملية التبادل .

6- التوزيع المادي : كالنقل و التخزين و المخازن خاصة للسلع الجاهزة .

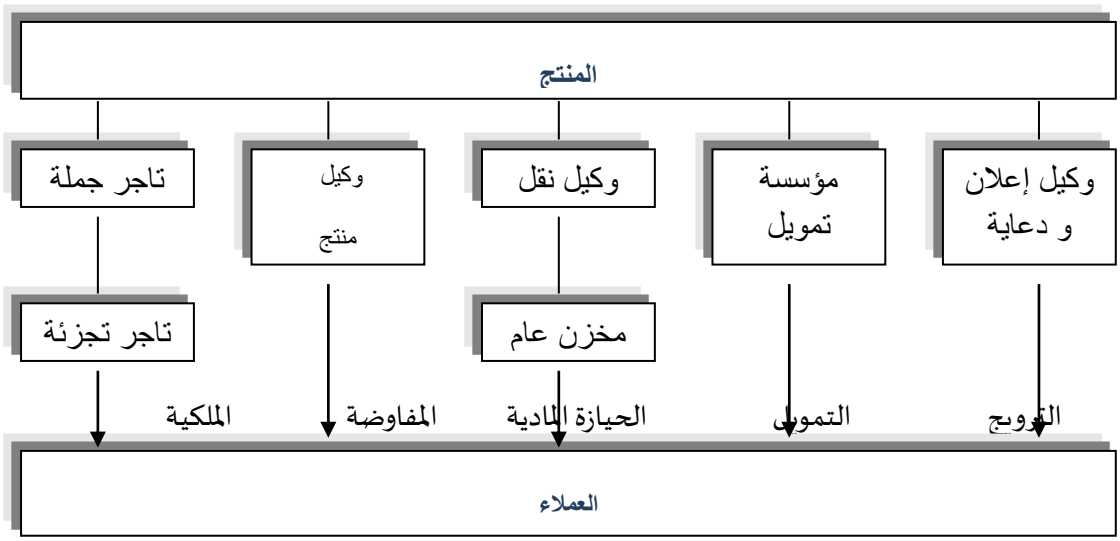
7- التمويل : بناء ميزانية لتحديد نفقات التوزيع و إدارتها بشكل سليم .

8- المخاطرة : تحمل المخاطر الناتجة عن القيام بجميع الوظائف التوزيعية السابقة .

هذه الوظائف من **6** إلى **8** تعتبر وظائف مساعدة لاستكمال عملية التبادل .

أي أن الوظائف التي يقوم بها الوسطاء داخل القناة التوزيعية لازمة و ضرورية و لا بد على الأقل أن يقوم بها أحد الأعضاء في هذا النظام إذا ما أردنا استمرار فعالية قناة التوزيع ، و لكن ليس من الضروري أن تساهم كل مؤسسة في القناة الواحدة في كل الوظائف .

و في الحقيقة فإنه يمكن بوضوح تام ملاحظة تقسيم العمل و التخصص بين أعضاء القناة الواحدة ، و في الشكل الموالي يتضح لنا أن الوظائف مقسمة بين أعضاء القناة التوزيعية .




**ثانيا: حدود استخدام النموذج الكمي ضمن سياسة التوزيع:**

**1-الاعتبارات الواجب مراعاتها لاختيار قناة التوزيع:**

قبل اتخاذ القرارات الخاصة باختيار قناة التوزيع المناسبة يجب مراعاة الاعتبارات التالية :

1-1- **الاعتبارات الخاصة بالسوق :** الأمر يتعلق بمعرفة حجم السوق لأنه إذا كانت السوق واسعة فإن ذلك يتطلب وجود وسطاء، و نوع السلعة، التركيز الجغرافي للسوق، ومعرفة أيضا حجم الطلب، و العادات الشرائية للمستهلكين.

2-1- **الاعتبارات الخاصة بالسلعة :**و ذلك بمعرفة قيمة الوحدة من السلعة فكلما ارتفعت قيمة الوحدة من السلعة كلما قصرت القناة التوزيعية، ووزن و حجم السلعة، و نوع السلعة إذا ما كانت تتعرض للتلف الطبيعي بسرعة.

3-1- **الاعتبارات الخاصة بالمؤسسة :**تتميز المؤسسات الكبيرة بقدرتها على اختيار قناة التوزيع المناسبة و الاتصال بمن ترغب من الوسطاء، بسبب إمكانياتها المادية و البشرية و السمعة الحسنة و الخبرة التسويقية و القدرة الإدارية.

4-1- **الاعتبارات الخاصة بالوسطاء :** إن عدم توفر الوسطاء المرغوب فيهم يدفع المنتج إلى اختيار قنوات توزيع أخرى، أو قد يتبع المنتج سياسات لا يقبلها الوسطاء مما يجعل مجال اختيار قناة التوزيع محدود.

**2- أهم المعايير المعتمدة في اختيار قنوات التوزيع:**

يمكن أن نستخدم النموذج الكمي ضمن سياسة التوزيع من خلال الإدارة الجيدة لمنافذ التوزيع الخاصة بمنتجات المؤسسة، حيث يمكن اختيار قناة التوزيع المثلى من خلال المعايير الكمية التالية:

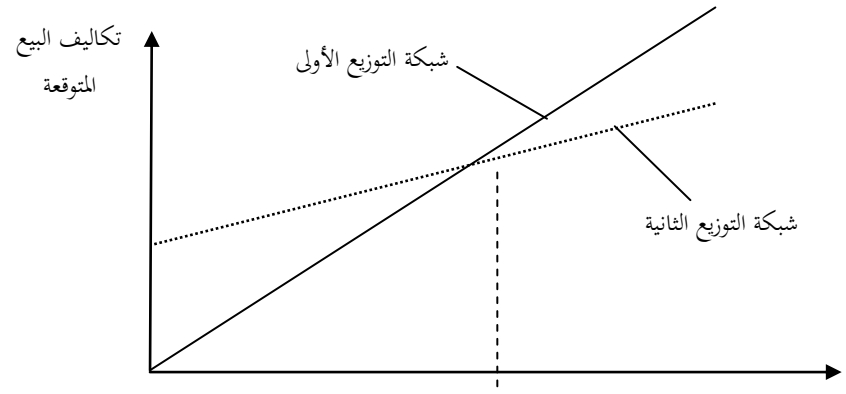
**2-1- حجم المبيعات:**

يعتبر حجم المبيعات أحد المعايير الكمية التي تؤثر في عملية اختيار قنوات التوزيع، ذلك أن طريق التوزيع يؤثر تأثيرا مباشرا على مبيعات المنتجين و على تحقيق أهدافهم البيعية، فالمنتج لديه حجم تقديري للمبيعات يسعى إلى تحقيقه أو الزيادة فيه، لذلك يفاضل بين قنوات التوزيع، ويفضل تلك التي يمكن له من خلالها تحقيق أكبر قدر ممكن من المبيعات، لذلك تتم دراسة و تحليل قنوات التوزيع البديلة؛ منافذها و إمكانات كل واحدة منها من ناحية تغطية الأسواق؛ أرقام أعمالها بالنسبة للمنتجات الأخرى؛ عدد العملاء الذين تتعامل معهم؛ ومدى كفاءتها وجهودها في ممارسة أنشطتها وذلك لتقدير المبيعات المرتقبة من خلال هذه القنوات، مع ضرورة الأخذ بعين الاعتبار بأن لكل طريق توزيع متطلباته و سياساته .

**2-2- مقارنة التكاليف مع مستويات البيع**

نميز في هذه الحالة بين التكاليف الثابتة والمتغيرة لكل شبكة من شبكات التوزيع، ويجري بعد ذلك مقارنة التكاليف الإجمالية أي التكاليف الثابتة والمتغيرة مع التطور المتوقع لمبيعات الشركة المنتجة في كل شبكة توزيع .

كما يوضحه الشكل التالي:




إذاً واعتماداً على التنبؤ الدقيق لرقم الأعمال تستطيع الشركة أن تختار الشبكة الأولى إذا توقعت أن رقم أعمالها سيكون أقل من (م1) في حيث تختار الشبكة الثانية إذا توقعت أن رقم أعمالها سيتجاوز النقطة(م1)،

**2-3- مقارنة معدل المردود**

وتقدر وفق هذه الطريقة التكاليف الإجمالية لكل شبكة أيضاً، أي التكاليف الثابتة والتكاليف المتغيرة ثم تقدر مبيعات كل منها ويحسب معدل مردود كل شبكة من شبكات التوزيع على النحو التالي :

معدل المردود = (رقم أعمال القناة- تكاليف التوزيع الإجمالية للقناة) \تكاليف التوزيع الإجمالية للقناة ، ليتم اختيار القناة ذات الأعلى معدل مردود.

**2-4- طريقة النماذج**

يعتمد هذا النموذج على تحديد مجموعة من العوامل المؤثرة في النجاح المستقبلي لتوزيع منتجات الشركة، مثل: استقلالية الشركة تجاه شبكة التوزيع، تكاليف التوزيع، الهامش المتوقع، فاعلية الوصول للمستهلكين وغير ذلك، بعد تحديد ودراسة هذه العوامل تقيم وتثقل أي تعطى لها أوزان ثم تجمع العلامات المثقلة، ثم تختار الشبكة التي تنال أكبر مجموع من العلامات .

مثال: شركة أغذية أرادت انتقاء قناة التوزيع لمنتجها وهو خبز الإفطار، والقنوات المتاحة لها:

- تسليم المنتج إلى تجار الجملة ومنه لتجار التجزئة التقليديين من باعة حلويات و بقاليات؛
- تسليم المنتج إلى المخازن الكبيرة التي تتزود من المنتج مباشرة؛
- إقامة مستودعات في مختلف المناطق والبيع إلى تجار المفرق والمخازن الكبيرة.

باستخدام طريقة النماذج بأي قناة تنصح الشركة؟

لغرض انتقاء شبكة التوزيع المناسبة والأكثر ملائمة للشركة تدرس كل قناة وفق الطريقة التي تم شرحها، حيث نحدد أهم العوامل التي تؤثر على نجاح الشركة، ونعطي قيماً مثقلة، كما يلي:

| العوامل | معامل التثقيل | قناة التوزيع الأولى | | قناة التوزيع الثانية | | قناة التوزيع الثالثة | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | العلامة | العلامة مثقلة | العلامة | العلامة مثقلة | العلامة | العلامة مثقلة |
| فعالية الوصول | %20 | 9 | 1,8 | 9 | 1,8 | 6 | 1.2 |
| الهامش المتوقع | %30 | 4 | 1,2 | 6 | 1,8 | 4 | 1,2 |
| تكلفة العملية | %30 | 2 | 0,6 | 4 | 1.2 | 1 | 0,3 |
| استقلالية القناة | %20 | 7 | 1,4 | 5 | 1 | 8 | 1,6 |
| العلامة الإجمالية | | | 5 | | 5,8 | | 4,3 |

وعليه سيتم اختيار قناة التوزيع الثانية لأن لها أكبر مجموع للعلامات، و التي تضمن أقصى تحقيق ممكن للعوامل المؤثرة على نجاح القناة.

## ثالثا : نماذج النقل لاختيار مكان توزيع منتجات المؤسسة

بعد الانتهاء من إنتاج المنتوج النهائي و الذي ينتج في مجموعة من مصادر الإنتاج في مناطق مختلفة ،و ذلك لاختلاف عناصر الإنتاج المتاحة في كل منطقة وما تتيحه كل منطقة من امتيازات كالإعفاءات الضريبية والتخفيضات الجبائية و انخفاض بعض تكاليف عناصر الإنتاج المهمة كاليد العاملة وغيرها ، لا بد من تسويق هذا المنتوج ، من خلال توزيعه على عدة مناطق (مراكز ) تعمل على التوزيع النهائي للمنتوج، من أجل نقل هذا المنتوج من مركز إنتاج إلى نقطة توزيع أو مركز طلب لا بد من أن تستهلك وحدات نقدية تتمثل في تكاليف نقل هذا المنتوج ، هنا تبرز الإشكالية المتعلقة بمسائل النقل والمتمثلة في : ما هي التوليفة المثلى للنقل أي كيف يتم توزيع الكمية المنتجة من المنتوج من مصادر الإنتاج إلى نقاط (مراكز ) التوزيع و التي تعطي أدنى مستوى لتكاليف النقل الكلية ؟.

**1- <u>نموذج النقل :</u>**

في البداية نعتبر أنه لدينا مجموعة مصادر توريد (إنتاج ) M توجه مواردها إلى N مركز توزيع، و لا يشترط تساوي عدد المصادر مع المراكز.

كما أن عدد الوحدات الموجودة في المصدر i هي $a_i$ حيث $i = 1,2,3,....,m$.

وكما أن عدد الوحدات الموجودة في المصدر j هي $b_j$ حيث $j = 1,2,3,....,n$.

و تكلفة نقل وحدة واحدة على الطريق $(i, j)$ الرابط بين المصدر i و المركز j هي: $C_{ij}$ ، بينما العائد من نقل وحدة واحدة على الطريق $(i, j)$ الرابط بين المصدر i و المركز j هو: $\pi_{ij}$.

الهدف المحوري من مسائل النقل هو إيجاد عدد الوحدات التي يتم نقلها من المصدر i إلى المركز j مع تحقق شرط الأمثلية : أدنى تكلفة أو أعظم عائد نقل، وشرط العملية للمتوفر من في المصادر والمطلوب في المراكز.

باعتبار أن $X_{ij}$ يمثل عدد الوحدات المنقولة من المصدر i إلى المركز j ، وبذلك يكون البرنامج الخطي الموافق لذلك كما يلي:

$$Min\ C = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} C_{ij} X_{ij}$$

أو:

$$Max\ \pi = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \pi_{ij} X_{ij}$$

حيث أن:

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = a_i \quad ; \quad i = 1,2,3,...,m$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = b_j \quad ; \quad j = 1,2,3,...,n$$

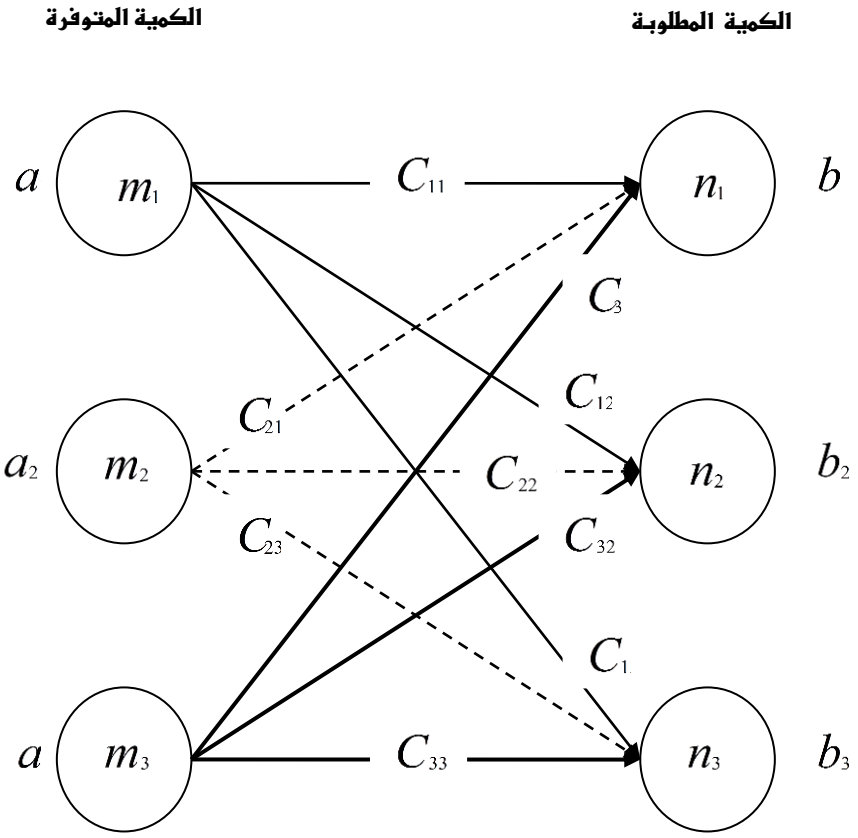
$$X_{ij} \geq 0$$

والذي يوافق الجدول التالي:

| المراكز / المصادر | $n_1$ | $n_2$ | | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | $C_{11}$ | $C_{12}$ | ... | $C_{1m}$ | $a_1$ |
| $m_2$ | $C_{21}$ | $C_{22}$ | ... | $C_{2m}$ | $a_2$ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | | ⋮ | ⋮ |
| $m_n$ | $C_{n1}$ | $C_{n2}$ | ... | $C_{nm}$ | $a_3$ |
| المطلوب | $b_1$ | $b_2$ | ... | $b_3$ | |

إذن يمكن حل نموذج النقل وفقا لإحدى تقنيات البرمجة الخطية في حل المسائل المختلفة ، كما يمكن أن نضع التمثيل الشبكي لنموذج النقل من خلال و صل المصادر بالمراكز بواسطة خطوط توضع عليها تكلفة النقل على الطريق الواصل بينهما ،

وأمام كل مصدر توضع الكمية التي يوفرها وخلف كل مركز توضع الكمية التي يطلبها ، و ليكن لدينا مثلا ثلاثة مصادر (m=3 ) تصرف منتوجاتها على ثلاثة مراكز (n=3) ، يمكن أن نضع التمثيل الشبكي التالي لهذا النموذج كما يلي:




من خلال الشكل يمكن أن نضع الجدول التالي والملخص للشكل كما يلي:

| المراكز / المصادر | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | $C_{11}$ | $C_{12}$ | $C_{13}$ | $a_1$ |
| $m_2$ | $C_{21}$ | $C_{22}$ | $C_{23}$ | $a_2$ |
| $m_3$ | $C_{31}$ | $C_{32}$ | $C_{33}$ | $a_3$ |
| المطلوب | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ | |

من أهم خواص نماذج النقل تساوي الكمية المطلوبة مع الكمية المتوفرة ( للإجمالي )، حيث يسمى هذا النموذج بنموذج النقل المتوازن، لا يمكن الشروع في حل إشكالية النقل إذا كان النموذج غير متوازن ، لذلك يتم وضع مصادر افتراضية بكمية افتراضية إذا كانت الكمية المطلوبة أقل من الكمية المتوفرة ، أو وضع مراكز وهمية إذا كانت الكمية المطلوبة أقل من الكمية المتوفرة ، من أجل تحقيق التوازن في نموذج النقل.

2- معالجة مسائل النقل في حالة التدنية.

من أجل حل إشكالية النقل المحددة بالصيغة السالفة لا بد أولا من إيجاد حل أولي ثم يلي ذلك إيجاد حل نهائي ، في هذا الصياغ نجد أربعة طرق على الأقل للحل الابتدائي و طريقتين على الأقل للحل النهائي ، كما يمكن التمييز بين حالتين في حل نماذج النقل : في حالة التعظيم وفي حالة التدنية.

في بعض مسائل النقل يكون الغرض الأساسي منها هو الحصول على أقل تكلفة للنقل ، كنقل وحدات من منتوج من مصادر إنتاج إلى مراكز توزيع أو نقل كمية من المياه من منابع إلى نقاط توزيع ، أو نقل مواد أولية من مصادر توريد إلى مراكز إنتاج أو غيرها ، تقترح تقنية النقل في هذه الحالة خطوتين: أولا البحث عن حل أولي لمسألة النقل ثم الانطلاق منه للوصل إلى حل نهائي مع شروط لأمثلية الحل محددة حسب طريقة الحل.

## 2-1- طرق الحل الابتدائي :

تتيح هذه الطرق فقط حلا أوليا ممهدا للحل النهائي للمسألة ، يراعى في هذه الخطوة فقط شرط العملية والمتمثل في توازن نموذج النقل أي يجب تساوي الكمية المطلوبة مع الكمية المتاحة ، يمكن التعبير رياضيا على هذا الشرط كما يلي:

$$\sum_{j=1}^{n} b_j = \sum_{i=1}^{m} a_i \quad ; \quad i = 1,2,3,...,m \,/\, j = 1,2,3,...,n.$$

بحيث أنه:

-إذا كانت الكمية المطلوبة أقل من الكمية المتوفرة يتم وضع مصدر افتراضي $D_j$ من أجل تحقيق الشرط أعلاه.

-إذا كانت الكمية المطلوبة أكبر من الكمية المتوفرة يتم وضع مركز افتراضي $D_i$ من أجل تحقيق الشرط أعلاه.

في هذا الصدد يمكن استخدام مجموعة من طرق الحل الابتدائي منها:

2-1-1- طريقة الزاوية الشمالية الغربية:

وفقا لهذه الطريقة توزع الكمية العظمى المسموح بها من المطلوب والمتاح إلى المتغير الموجود في الزاوية الشمالية الغربية من الجدول أي عند المتغير $X_{11}$ ، فإذا بقية كمية مطلوبة لم تغطى عن طريق الكمية المتاحة في الخلية الأولى يتم النزول لتغطيتها بواسطة الكمية المتاحة في المصدر الموالي أي عند المتغير $X_{21}$ ،إذا تم تغطيت الكمية المطلوبة لهذا المركز يتم الانتقال أفقيا إلى المركز الموالي ليتم تغطية الكمية المطلوبة منه أي عند المتغير $X_{22}$ ، أما إذا لم يتم تغطية الكمية التي يطلبها المركز فإنه يتم التنقل عموديا من أجل تغطية الكمية المطلوبة له بواسطة مصدر آخر أي عند المتغير $X_{31}$ ، و هكذا حتى يتم تغطية كافة مراكز الطلب .

يمكن الاستنتاج من نموذج النقل أنه لدينا $m+n$ معادلة ، واحدة منها غير مستقلة وذلك بسبب شرط التوازن ( الكمية المطلوبة تساوي الكمية المتوفرة ) ، لذا يكون لدينا $m+n-1$ معادلة مستقلة ، أي أن الحل الأولي خاصة يجب أن يحتوي على $m+n-1$ متغير أساسي ، وهو ما يعتبر أهم شروط الحل الابتدائي و حتى الحل النهائي في بعض الطرق ، أي أنه يجب أن يكون عدد الخلايا المشغولة مساويا لـ: $m+n-1$.

من أجل توضيح كيفية عمل هذه الطريقة نأخذ المثال التالي:

**مثال:** تكاليف نقل أحد المنتوجات من ثلاثة مصادر إنتاجية إلى ثلاثة مراكز توزيع و الكمية الممكنة لذلك معطاة في الجدول التالي:

| المراكز / المصادر | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | 2 | 1 | 3 | 200 |
| $m_2$ | 4 | 2 | 1 | 400 |
| $m_3$ | 1 | 2 | 3 | 600 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 |

<u>المطلوب</u>: كيف يمكن الحصول على توزيع أولي للكمية المتاحة على المراكز وفقا لطريقة الزاوية الشمالية الغربية؟

من أجل الشروع في الحل الابتدائي لمشكلة النقل هذه نتبع الخطوات التالية:

<u>أولا:</u> نضع جدولا يعرف بجدول النقل كما يلي:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | | | | 200 |
| $m_2$ | | | | 400 |
| $m_3$ | | | | 600 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 |

في الجزء الأعلى من كل خلية توجد تكلفة نقل الوحدة الواحدة من مصدر ما إلى مركز ما، مثلا تكلفة نقل الوحدة الواحدة من المصدر $m_1$ إلى المركز $n_1$ هي : 2 وحدة نقدية.

<u>ثانيا:</u> من أجل توزيع الكمية المعطاة وفقا لطريقة الزاوية الشمالية الغربية فإننا أولا نعطي المركز $n_1$ الموجود في الركن الشمالي الغربي ما يطلبه من المصدر $m_1$ حيث يمكن أن يشغل بـ:200 وحدة ، لا تكفي هذه الكمية لذلك يتم النزول إلى المصدر الثاني عموديا لنأخذ منه ما يكفي للمركز $n_1$ أي نأخذ منه 100 وحدة، لتبقى منه 300 وحد تستغل في شغل المركز الثاني ، لا تكفي هذه الوحدات المركز الثاني لذا نجلب له من المصدر الثالث بمقدار ما يحتاج حيث بقي يحتاج :400-300=100 وحدة ، تم شغل المركز الثاني بالكامل ، ننتقل أفقيا إلى المركز الثالث حيث بقيت 600-100=500 وحدة في المصدر الثالث كافية بالتمام للمركز الثالث ، يوضح الجدول أدناه مختلف هذه الإجراءات:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | **200** | | | 200 |
| $m_2$ | **100** | **300** | | 400 |
| $m_3$ | | **100** | **500** | 600 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 |

ثالثا : التأكد من شروط العملية حيث و من خلال الجدول نلاحظ أن شرط العملية والمتمثل في أن الكمية المتاحة تساوي الكمية المطلوبة محقق ، كما أن الشرط الثاني والمتمثل في عدد المصادر مضافا إليه عدد المراكز مطروحا منه الواحد الصحيح يساوي عدد الخلايا المشغولة أي: $m+n-1=3+3-1=5$.

أما تكاليف النقل في الحل الأولي:

$(500\times3)+(100\times2)+(300\times2)+(100\times4)+(200\times2)$ هي: 3100 ون.

**2-1-2- الطرق الاخرى:**

وهي كثيرة نكتفي بذكرها: طريقة أقل تكلفة طريقة RAM و طرقة VAM و BAM وغيرها، وكلها تعطينا حل ابتدائيا يمكن تحسينه للوصول الى الحل النهائي.

## 2-2- طرق الحل النهائي:

بعد الحصول على الحل الابتدائي لمسألة النقل و الذي يعتبر حلا تمهيديا للحل النهائي ، إذ يحقق هذا الحل شروط العملية دون مراعاة شروط الأمثلية و التي نعمل على تحقيقها من خلال الحل النهائي لمسألة النقل ، حيث يتاح لنا في هذا الصدد طريقتين ، مقتربتان في المحتوى مختلفتان في خطوات العمل.

**2-2-1- طريقة التوزيعات المعدلة MODE:**

تقوم هذه الطريقة على حساب معاملات تحسين الحل وهي معاملات وهمية يتم حسابها انطلاقا من تكاليف نقل الوحدات الموجودة في جدول النقل تعرف بـ: $u_{ij}$ ، و التي تحسب لكل صف وعمود في الجدول انطلاقا من الخلايا المملؤة ، ثم يتم جمع كل منها في خلية التقاطع للصف و العمود للخلايا الفارغة و الخلية الفارغة ذات الأكبر فارق بين حاصل الجمع هذا وتكلفة النقل في الخلية يكون لها أولوية الشغل، ما يمكن التعبير عنه رياضيا بالصيغة:

$$Max(u_i+u_j-C_{ij})$$

وفي حالة التساوي يتم شغل الخلية التي تستوعب أكبر كمية ممكنة، و في حالة تساوي الكميات التي يمكن نقلها و تساوي الفارق نذهب للخلية ذات الأقل تكلفة ونشغلها ، و شرط التوقف في هذه الطريقة هو الوصول إلى أن تكون جميع حواصل الجمع لمعاملات التحسين أكبر من أو تساوي تكاليف النقل لكل خلية ، ما يمكن التعبير عنه بالصيغة :

$$(u_i+u_j)\geq C_{ij}$$

من أجل التوضيح العملي لخطوات الحل نرجع للمثال السابق ، حيث نريد الحصول على أقل تكلفة ممكنة للنقل من المصادر إلى المراكز وفقا لطريقة التوزيعات المعدلة.

من اجل الوصول إلى حل نهائي وفقا لهذه الطريقة نتبع الخطوات التالية:

**أولا:** باستخدام إحدى طرق الحل الأولي نضع حلا أوليا للمسألة ، و لتكن طريقة الزاوية الشمالية الغربية التي نتبعها في ذلك و التي تعطينا الحل الأولي التالي:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | **200** | | | 200 |
| $m_2$ | **100** | **300** | | 400 |
| $m_3$ | | **100** | **500** | 600 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 |

تكاليف النقل في الحل الأولي: $(500\times3)+(100\times2)+(300\times2)+(100\times4)+(200\times2)$ هي: 3100 ون.

ثانيا: تحسين الحل الأولي من خلال حساب معاملات التحسين لكل سطر وعمود ، فنضع افتراضيا $u_{i=2}=0$ حيث يستحسن مساواة هذه القيمة للصفر عند العمود أو الصف الذي يحتوي على أكبر عدد من الخلايا المملؤة ، هذا تسهيلا لحساب باقي معاملات التحسين للخلايا كما في الجدول أدناه:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر | $u_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | **200** | **0** | **1(*)** | 200 | -2=4-2 |
| $m_2$ | **100** | - **300** | + **3** | 400 | **0** |
| $m_3$ | **4** | + **100** | - **500** | 600 | 0=2-2 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 | |
| $u_j$ | 4=0-4 | 2=0-2 | 3=0-3 | | |

(*)مجموع معاملات التحسين لخلية تقاطع $n_3$ مع $m_1$ هو :3+(-2)=1.

نلاحظ أن أعظم فارق بين مجموع معاملات التحسين و تكاليف النقل هو 4-1=3 الموجود في خلية تقاطع $n_1$ مع $m_3$ ، الكمية التي يمكن تحريكها هي 100 وحدة كما هو محدد بالإشارات في الجدول السابق ، مع المحافظة على شرط التوازن الرياضي( $m+n-1$ ) أي عدد الخلايا المشغولة مساويا لـ: $m+n-1$ أثناء عملية التحريك أي انه يجب أن يبقى دائما : $(3+3-1=5)$ عدد الخلايا المشغولة هو 5 ، يتبين أن هذا الشرط لن يتحقق في عملية النقل هذه لذى ننتقل إلى الفارق الأقل الموالي مباشرة وهو 3-2=1 الموجود في خلية تقاطع $n_3$ مع $m_2$ ، الكمية التي يمكن تحريكها هي 300 وحدة كما هو محدد في الجدول التالي :

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | **200** | | | 200 |
| $m_2$ | **100** | | **300** | 400 |
| $m_3$ | | **400** | **200** | 600 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 |

تكاليف النقل في هذا الحل:

$(200\times 2)+(400\times 1)+(300\times 1)+(400\times 2)+(200\times 3)$ هي: 2500 ون.

نعيد من جديد حساب معاملات التحسين ثم نجمعها للخلايا الفارغة كما في الجدول التالي:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر | $u_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | **200** | **(-2)** | **(-1)** | 200 | -2=4-2 |
| $m_2$ | - **100** | **0** | + **300** | 400 | 0 |
| $m_3$ | + **6** | **400** | - **200** | 600 | 2=1-3 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 | |
| $u_j$ | 4=0-4 | 0=2-2 | 1=0-1 | | |

لم يتحقق شرط الأمثلية بعد ، نلاحظ أن أعظم فارق بين مجموع معاملات التحسين و تكاليف النقل هو 6-1=4 الموجود في خلية تقاطع $n_1$ مع $m_3$ ، الكمية التي يمكن تحريكها هي 100 وحدة كما هو محدد بالإشارات في الجدول السابق ، مع المحافظة على شرط التوازن عدد الخلايا المشغولة مساويا لـ: $m+n-1$ أثناء عملية التحريك أي انه يجب أن يبقى دائما : ( $5=1-3+3$ ) عدد الخلايا المشغولة هو 5، حيث يظهر الجدول التالي عملية النقل كما يلي:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | **200** | | | 200 |
| $m_2$ | | | **400** | 400 |
| $m_3$ | **001** | **400** | **001** | 600 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 |

تكاليف النقل في هذا الحل:

$(200\times 2)+(400\times 1)+(100\times 1)+(400\times 2)+(100\times 3)$ هي: 2000 ون.

نعيد من جديد حساب معاملات التحسين ثم نجمعها للخلايا الفارغة، كما نلاحظ أن الصف الثالث به أكبر عدد من الخلايا المشغولة لذا نضع معامل التحسين له مساويا للصفر كما في الجدول التالي:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر | $u_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | - **200** | + **3** | **4** | 200 | 1=1-2 |
| $m_2$ | **(-1)** | **0** | **400** | 400 | -2=3-1 |
| $m_3$ | + **001** | - **400** | **001** | 600 | 0 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 | |
| $u_j$ | 1=0-1 | 2=0-2 | 3=0-3 | | |

لم يتحقق شرط الأمثلية بعد ، نلاحظ أن أعظم فارق بين مجموع معاملات التحسين و تكاليف النقل هو 3-1=2 الموجود في خلية تقاطع $n_2$ مع $m_1$ ، الكمية التي يمكن تحريكها هي 200 وحدة كما هو محدد بالإشارات في الجدول السابق ، مع المحافظة على شرط التوازن عدد الخلايا المشغولة مساويا لـ: $m+n-1$ أثناء عملية التحريك أي انه يجب أن يبقى دائما : ($5=1-3+3$) عدد الخلايا المشغولة هو 5،حيث يظهر الجدول التالي عملية النقل كما يلي:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر |
|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | - | + **200** | | 200 |
| $m_2$ | | | **400** | 400 |
| $m_3$ | + **300** | - **200** | **001** | 600 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 |

تكاليف النقل في هذا الحل:

$(200\times1)+(400\times1)+(300\times1)+(200\times2)+(100\times3)$ هي: 1600 ون.

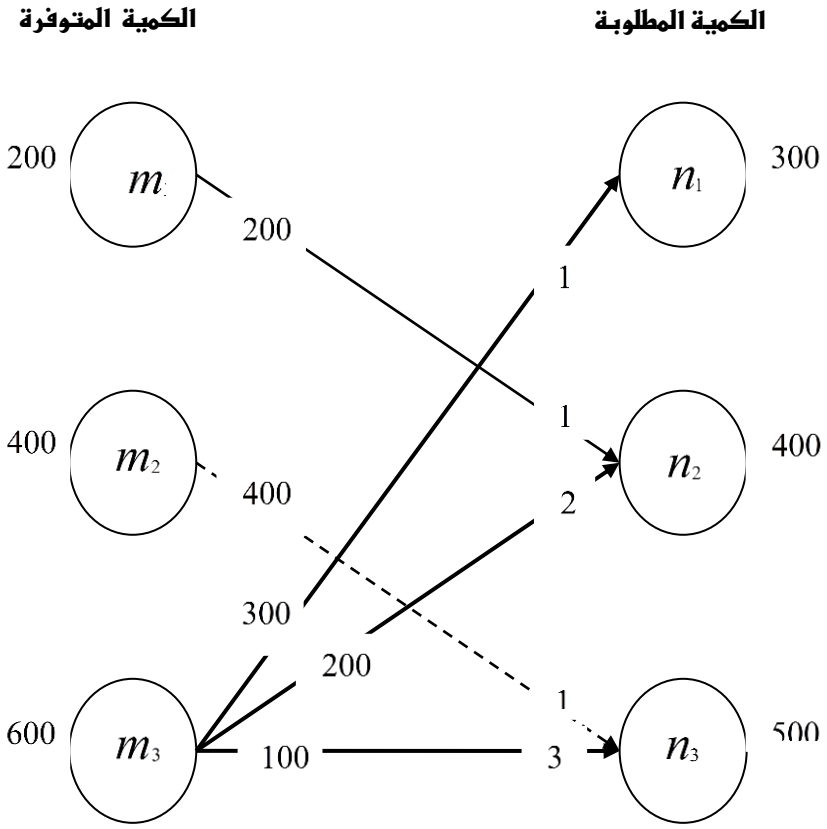
نعيد من جديد حساب معاملات التحسين ثم نجمعها للخلايا الفارغة، كما نلاحظ أن الصف الثالث به أكبر عدد من الخلايا المشغولة لذا نضع معامل التحسين له مساويا للصفر كما في الجدول التالي:

| إلى / من | $n_1$ | $n_2$ | $n_3$ | المتوفر | $u_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $m_1$ | - **0** | + **200** | **2** | 200 | -1=2-1 |
| $m_2$ | **(-1)** | **0** | **400** | 400 | -2=3-1 |
| $m_3$ | + **300** | - **200** | **001** | 600 | 0 |
| المطلوب | 300 | 400 | 500 | 1200 | |
| $u_j$ | 1=0-1 | 2=0-2 | 3=0-3 | | |

نعتبر هذا الجدول جدول الحل النهائي حيت يتحقق شرط الأمثلية بحيث أن الفارق بين مجموع معاملات التحسين و تكاليف النقل أصبح سالبا في مختلف الخلايا الفارغة ، وهو شرط التوقف وفقا لهذه الطريقة.

بإمكاننا نقل 200 وحدة من المصدر $m_1$ إلى المركز $n_2$ ونقل 400 وحدة من المصدر $m_2$ إلى المركز $n_3$ ، ونقل من المصدر $m_3$ إلى المركز $n_1$ ما مقداره: 300 وإلى المركز $n_2$ ما مقداره:200 وحدة و إلى المركز $n_3$ ما مقدره :100 وحدة ، بتكاليف نقل دنيا قدرها: 1600 ون ، وهو ما تم الوصول إليه وفقا للطريقة السابقة.

ثالثا :التمثيل الشبكي للحل:




تعتبر هذه الطريقة أفضل من سابقتها في الوصول إلى الحل النهائي ، إذ تعتمد على خطوات منطقية وشرط أمثلية واضح وسرعة وسهولة الحساب في كل خطوات الحل.

**2-2-2- طريقة القفز على الصخور: Stepping-Stone Method**

سميت الطريقة بالقفز على الصخور لاجتياز النهر دون الوقوع في الماء ، انطلاقا من هذه الفكرة فإن عملية الوصول إلى حل نهائي وفقا لهذه الطريقة تعتمد على التنقل على مستوى الخانات المملؤة فقط دون الاعتماد على الخانات الفارغة ، لذلك نقوم بتبادل كمية بين الخلايا مع إحداث ما يشبه الدارة المغلقة ، حيث يتم نقل أقل كمية في هذه الدارة لقابليتها في التنقل بين الخلايا المشغلة ، ويتم الانتقال عن أساس حساب صافي التغير لجميع الخلايا غير المشغلة و الخلية ذات صافي التغير السالب الأكبر هي التي نحاول تشغيلها الى غاية الوصول الى الحل الامثل، كما نكتفي بالطريقة السابقة لأنها أسهل واسرع في يجاد الحل النهائي.