الجمهورية الجزائريّة الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة أبي بكر بلقايد
- تلمسان -
كلية العلوم الإقتصادية و علوم التسيير و العلوم التجارية

مذكرة (لتخرج لنيل شهادة (الماجستر
تخصص عمو (سليات و تسير (لمؤسسات

الموضوع

مقتنيات و نماذج مساعدة في تحديد المردودية في تسيير شركة النقل
دراسة تطبيقية لشركة سونطراك

من إعداد الطالبة:
✍ نعيم إلهام

تحت إشراف البروفيسور:
- بلمقدم مصطفى

- أعضاء لجنة المناقشة:

* د.طويل أحمد	أستاذ محاضر جامعة تلمسان	رئيسا
* أ.د بلمقدم مصطفى	أستاذ التعليم العالي جامعة تلمسان	مشرفا
* د. أستاذ ساهل سيدي محمد	أستاذ محاضر جامعة تلمسان	ممتحنا
* د. أستاذ بدي نصر الدين	أستاذ محاضر جامعة تلمسان	ممتحنا

السنة الجامعية: 2007 – 2008

تشكرات

بعد شكر الله تعالى على ما وهبني من عقل وحسن تدبير، أتقدم بالشكر الجزيل إلى كل من ساعدني في إنجاز هذا العمل من قريب أو بعيد وفي مقدمتهم:

- الأستاذ المؤطر البروفيسور بلمقدم مصطفى

- السادة أعضاء لجنة المناقشة لقبولهم مناقشة هذا العمل المتواضع

- السيد بوزوين نور الدين الذي ساعدني أثناء الدراسة التطبيقية

- عمال مكتبة كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير

- وإلى كل من ساعدني من قريب أو بعيد

والحمد لله من قبل أو بعيد، فهو ولي كل التوفيق

الفهرس

مقدمة عامة

الفصل الأول: الأهمية الاقتصادية للنقل

مقدمة الفصل.....1

المبحث الأول: أهمية النقل 2

المطلب الأول:ماهية النقل.....2

1- مفهوم النقل.....2

2- أهمية النقل 3

2-1- على مستوى الاقتصاد الوطني 3

2-2- على مستوى المنشآت الاقتصادية.....4

2-3- في توفير مناصب الشغل.....5

2-4- في إحداث التغيير الاجتماعي 6

3- أنواع النقل 6

3-1- النقل البري 6

3-2- النقل الجوي 7

3-3- النقل المائي 8

3-4- خطوط الأنابيب 8

4- معايير اختيار وسيلة النقل 9

5- كيفية اختيار وسيلة النقل 11

المطلب الثاني:اتخاذ القرار في مجال النقل 13

1- تعريف القرار 13

2- الطرق المتبعة لمواجهة مشاكل التسيير.....13

3- مراحل اتخاذ القرار.....14

4- حالات اتخاذ القرار.....14

5- تأثير النقل على بعض القرارات 15

6- العوامل المؤثرة على تكاليف النقل.....15

6-1- العوامل المرتبطة بالمنتج 16

6-2- العوامل المرتبطة بالسوق 17

7- الخصائص الواجب توافرها في نظام خدمة النقل.....18
8- واقع النقل في الجزائر.....19
8-1- شبكة الطرقات 19
8-2- المنشآت القاعدية للسكك الحديدية 20
8-3- الهياكل القاعدية للمطارات.....20

المبحث الثاني: التوزيع.....21
المطلب الأول:ماهية التوزيع 21
1- مفهوم التوزيع 21
2- أهمية التوزيع.....21
3- أهداف التوزيع 22
4- أشكال التوزيع 23
4-1- التوزيع الشامل 23
4-2- التوزيع الإنتقائي 23
4-3- التوزيع الوحيد.....24
المطلب الثاني: قنوات التوزيع 25
1- مفهوم قناة التوزيع 25
2- أهمية قنوات التوزيع.....26
3- وظائف قنوات التوزيع.....26
4- العوامل المؤثرة على اختيار قنوات التوزيع 27
4-1- الاعتبارات المتعلقة بالسوق 27
4-2- الاعتبارات المتعلقة بالمنتج 28
4-3- الاعتبارات المتعلقة بالمنظمة 29
4-4- الاعتبارات المتعلقة بالوسطاء 30
4-5- الاعتبارات المتعلقة بالبيئة 30
المطلب الثالث: التوزيع المادي.....32
1- مفهوم التوزيع المادي 32
2-إدارة التوزيع المادي.....32
2-1-إدارة النقل 32
2-2-إدارة وظيفة التخزين 33
3-أهداف التوزيع المادي.....35
4-أهمية التوزيع المادي.....35
خاتمة الفصل.....37

الفصل الثاني: طرق تحديد المثولية في تسيير شبكات النقل

مقدمة الفصل.....38

المبحث الأول: البرمجة الخطية.....39
المطلب الأول: تقديم البرمجة الخطية.....39
1-تعريف البرمجة الخطية.....39
2-شروط تطبيق أسلوب البرمجة الخطية.....40
3-استخدامات البرمجة الخطية.....41
4-خطوات تكوين مشكل البرمجة الخطية.....42
5-عرض مسألة البرمجة الخطية.....44
6-طرق حل مسائل البرمجة الخطية.....48
المطلب الثاني: حل مسائل النقل باستخدام البرمجة الخطية 67
1- عرض المشكلة.....69
2- حل مشكل النقل 70
2-1- إيجاد الحل المبدئي.....71
2-2- إيجاد الحل الأمثل.....75

المبحث الثاني: نظرية الشبكات.....77
المطلب الأول: مدخل لنظرية الشبكات.....77
1- مفاهيم عامة.....77
2- التمثيل المصفوفي للبيان.....81
3- التمثيل الجدولي للبيان.....84
المطلب الثاني: نظرية التدفق الأعظمي.....86
1- شبكة النقل.....86
2- التدفق الأعظمي 86
3- خوارزميةFORD-FULKERSON.....86
4- البحث عن التدفق الأعظمي.....88
المطلب الثالث: نظرية المسارات المثلى.....96
1- طريقة FORD.....96
2- طريقة المصفوفات.....100
المطلب الرابع: نظرية الشجرة المثلى.....107
1- مفهوم الشجرة في نظرية الشبكات.....107
2- خصائص الشجرة المشكلة.....107

3- مفهوم الشجرة المثلى.....108
4- استخدامات الشجرة المثلى.....108
5- الشجرة المثلى الدنيا.....108
6- خوارزميةKruscal.....109
خاتمة الفصل 111

الفصل الثالث: دراسة حالة شركة سونطراك.....112

المبحث الأول: قطاع المحروقات في الجزائر.....112
مقدمة.....112
1-أهمية قطاع المحروقات في الجزائر.....113
1-1-المحروقات والجباية البترولية.....113
1-2-المحروقات والقطاع الصناعي.....113
2-نشأة سونطراك.....114
3-الهيكل التنظيمي لشركة سونطراك.....116
3- أسباب تبني الشراكة الأجنبية 117
3-1-اعتماد الاقتصاد الوطني على المحروقات.....117
3-2-الاحتياطات الطاقوية للبلد.....117
3-3-الصعوبات التي تواجهها سونطراك 118
4-أهداف شركة سونطراك.....118
5-تطوير المصادر الوطنية للطاقة.....118
6-تطوير الهياكل القاعدية الطاقوية.....120
6-1-التكرير.....120
6-2-تمييع الغاز الطبيعي.....121
6-3-غاز البترول المميع.....121

المبحث الثاني: حل مشكل شبكة النقل.....122
المطلب الأول: النقل.....122
1- النقل بالأنابيب.....122
2- وضعية النقل قبل تأسيس سونطراك.....123
3- وضعية النقل بعد تأسيس سونطراك.....123

مقدمة عامة:

يعتبر النقل من وجهة نظر الاقتصاد بأنه نشاط إنتاجي من حيث تقريبه في المكان، فهو يخلق قيمة اقتصادية بنقله البضائع والأفراد من مكان إلى آخر، كذلك يعتبر أداة فعالة في عملية التوزيع الاقتصادي بقيامه بدور فعال في تبادل وتوزيع البضائع، ومدى الترابط الذي يحققه بين المنشأة وموردیها وأسواقها وأيضا الترابط بين فروع وإدارات ونقاط العمل داخل المنشأة.

وترجع أهمية نشاط النقل إلى أنه يساعد على تحقيق المنفعة الزمانية والمكانية للسلعة حيث تتحدد سرعة انتقال المنتجات من نقطة إلى أخرى في ضوء كفاءة هذا النشاط، فإذا لم يتوفر المنتج المعين في المكان والزمان اللذين تظهر فيهما الحاجة إليه فإن المنشأة قد تعاني من العديد من المشاكل ذات التأثير السلبي خصوصا على الأرباح مثل إلغاء الطلبيات وانخفاض درجة ولاء العملاء وتوقف الإنتاج.

إضافة إلى هذا فإن نشاط النقل لقي اهتماما كبيرا من قبل العديد من الاقتصاديين نظرا لزيادة الإنفاق على هذا النشاط، حيث يمثل نسبة معتبرة من إجمالي النفقات خصوصا في الآونة الأخيرة مع تطور وسائل النقل بشكل كبير تماشيا مع السياسة التجارية – التي تستوجب الدقة والسرعة – وتعدد مراكز التسويق والإنتاج وتنوع المنتوجات. الأمر الذي يفرض تسييرا جيدا للنقل والذي يحقق مختلف أهداف المؤسسة.

أما على مستوى الدولة ككل نجد أن نظام النقل المتطور يساهم في درجة التقدم التي يمكن أن يصل إليها الاقتصاد القومي وذلك من خلال الإسهام في خلق ظروف المنافسة بين السلع والخدمات المماثلة كما يساعد المنشآت على الاستفادة من اقتصاديات الحجم الكبير في مجال الإنتاج من خلال اتساع رقعة الأسواق نتيجة لتوافر وسائل النقل منخفضة التكلفة مما يساعد على اختيار مراكز الإنتاج التي تساعد المنشأة على التمتع ببعض المزايا الجغرافية واستغلال الثروات وتخفيض تكاليف الإنتاج أو الخدمات خاصة مع تعدد أهداف المؤسسة الاقتصادية (تعظيم الأرباح، تخفيض التكاليف، ضمان الاستمرارية في الأسواق، رفع مستوى الخدمة) التي أصبح من الصعب تحقيقها كلها في ظل التغيرات الأخيرة كالعولمة، انفتاح الأسواق، التكتلات، الرفع من حدة المنافسة.

وبما أن الجزائر تعتبر إحدى الدول المتجهة نحو اقتصاد السوق والساعية إلى الانضمام لمنظمة التبادل الحر، فإنه يفترض على مؤسساتها الاقتصادية تنمية قدراتها التنافسية من أجل المحافظة على مكانتها في السوق ولتحقيق هذا الغرض لابد من احتوائها على أسلوب نقل فعال يلبي كل المتطلبات كالدقة والسرعة والجودة والوقت.

الإشكالية:

انطلاقا مما سبق فإن الإشكالية الأساسية التي سنحاول الإجابة عنها هي كالتالي:

ماهي التقنيات والنماذج المساعدة على تحديد المثولية في تسيير شبكات النقل؟

وهل شركة سونطراك تستغل كل إمكانيات النقل المتاحة كما ينبغي من أجل نقل منتجاتها؟

ومن أجل الإجابة على هذا التساؤل الأساسي سنحاول الإجابة عن التساؤلات الفرعية التالية:

- ما مدى أهمية النقل ودوره في التنمية الاقتصادية؟
- هل مشاكل النقل تقتصر فقط عن كيفية تدنئة تكاليف النقل أو تعظيم الأرباح؟
- وهل تبقى البرمجة الخطية الأسلوب الوحيد المساعد في حل مسائل شبكات النقل؟

منهج الدراسة:

من أجل دراسة المشكلة وتحديد أبعادها ومحاولة الإجابة عن التساؤلات الفرعية السابقة تمت الدراسة بالاعتماد على النماذج الرياضية ونماذج بحوث العمليات وذلك من أجل تحليل مختلف المشاكل المدروسة في الجانب النظري.

فقد حاولنا تحديد مفهوم النقل وإبراز دوره وأهميته في الاقتصاد ككل وفي المؤسسة الاقتصادية بصفة خاصة ودوره في العملية التوزيعية ومامدى اعتماد عنصر التوزيع على فعالية النقل. ثم حاولنا في الجانب التطبيقي تطبيق نموذجي البرمجة الخطية ونظرية الشبكات في حل مسألة شبكة النقل وإبراز مشكلة أساسية لا يتم التطرق إليها أثناء البحث في أساليب النقل وهي كيفية تمرير أكبر كمية ممكنة خاصة في حالة النقل بالأنابيب والتي تعتمدها أكبر مؤسسة جزائرية في توزيع منتوجاتها وذلك بالاعتماد على التقارير السنوية والمالية والوثائق الرسمية.

أهمية البحث:

نحاول من خلال هذا البحث إلى لفت الإنتباه إلى وظيفة النقل والتي تعتبر من الاتجاهات الحديثة للإدارة،إذ يعتبر بمثابة وسيلة تساعد المؤسسة على فرض وجودهاوبقائها ومسايرة الحياة التجارية التي أصبحت تكتسي عامل السرعة خاصة مع انفتاح أسواق جديدة واشتداد حدة المنافسة نتيجة التوجه نحو العولمة واقتصاد السوق، وتحقيق التوفيق الأمثل بين مراكز الإنتاج والتوزيع.

كما نحاول إبراز دور وأهمية تقنيات بحوث العمليات التي تساعد في تحديد مثولية تسيير النقل والتي لها أثر كبير في اتخاذ القرار في المنشأة.

أهداف البحث:

- عرض وتقديم أهمية النقل كعنصر فعال في المؤسسة خاصة ذات الإستراتيجيات الكبرى.
- دراسة مدى توافق تقنيات بحوث العمليات (أهمها نظرية الشبكات وخاصة خوارزمية التدفق الأعظمي) مع واقع مؤسسة سونطراك.

أسباب اختيار الموضوع:

إن اختيارنا للموضوع كان نتيجة اهتمام معظم المواضيع السابقة بمشاكل الإنتاج والتوزيع دون الهتمام بالعنصر الرابط بينهما، إضافة إلى محاولة تطبيق نماذج بحوث العمليات في الواقع وخاصة نظرية الشبكات التي تعتبر من النماذج الهامة والمساعدة في اتخاذ القرار الأمثل. هذا بالإضافة إلى توجه معظم المؤسسات الإنتاجية إلى عنصر التوزيع الذي يعتمد على كفاءة النقل والذي أصبح يستعمل كأداة تنافسية تحقق للمؤسسة تغطية أهدافها وحاجاتها.

الفصل الأول

مقدمة:

إن الإنتاج ليس هدفا في حد ذاته وإنما الغاية النهائية منه هي إشباع حاجات الأفراد أو المستهلكين من السلع ومن أجل بلوغ هذه الغاية يجب تحريك السلع ونقلها من مراكز الإنتاج وتقريبها منه من أجل اقتنائها، ومن طبيعة مراكز الإنتاج أنها تكون بعيدة عن المستهلك وذلك لتعدد المراكز وتشعبها وتركز معظم المواد المستعملة مثلا في التصنيع أو المواد الأولية في أماكن معينة وانتشار السكان في كل المواقع الجغرافية للبلد، "لذلك فإن الواجب الرئيسي للمؤسسات التوزيعية يكون نقل هذه السلع من أماكن الإنتاج وتوزيعها على أماكن الاستهلاك"(1).

إن التنظيم الأمثل لحركة النقل ينبغي أن يعمل على اختزال الزمن الواقع بين وقت الإنتاج من ناحية ووقت الاستهلاك من ناحية أخرى إذ أن قصر أو طول هذه الفترة يحدد طبيعة الروابط الاقتصادية بين مختلف المناطق كما يساعد على سرعة تداول هذه السلع ووصولها في الوقت والمكان المناسبين.

وبما أن النقل يعتبر عنصرا مهما وركيزة أساسية في عملية التوزيع ارتأينا أن نتطرق في هذا الفصل للجوانب الأساسية للنقل ودوره الاقتصادي وأهميته في التوزيع وبعض الجوانب الأساسية للتوزيع.

(1)د عبد الجبار منديل أسس التسويق الحديث الجامعة الهاشمية 2002

المبحث الأول : أهمية النقل

المطلب الأول: ماهية النقل

1-مفهوم النقل:

يعتبر قطاع النقل من القطاعات الناهضة بالاقتصاد الوطني وواحد من أهم الأنشطة الخاصة بالتوزيع لمعظم الشركات، فهو من جهة يساهم في تأمين حركة نقل الركاب والبضائع على النطاقين المحلي والدولي، وكذلك يلعب دورا هاما في دفع حركة الاقتصاد وتقديم الخدمات للقطاعات الإنتاجية والخدمية الأخرى، حيث أن التكلفة تمثل حوالي ثلثي التكلفة الخاصة بالتوزيع وحوالي 9 % إلى10% من الناتج القومي ككل وهذا ما يفرض فهما عميقا لهذا النشاط من أجل إدارته بفعالية فقطاع النقل يوفر فرصا للاستثمار والعمل والتوسيع والتوزيع ولهذا يقاس جزء كبيرمن القوة الاقتصادية للدولة بمدى توافرها على الهياكل القاعدية (شبكة الطرقات، خطوط السكك الحديدية، الموانيء، المطارات) فإذا نظرنا إلى النقل على مستوى المجتمع ككل فسوف نجد أن هذا النظام له تأثير واضح على مستوى النشاط الاقتصادي في هذا المجتمع، فعندما لا يتوافر نظام نقل فعال وملائم يتماشى مع الأفراد مستوياتهم المعيشية نجد أن هذه الفئة تتجمع خاصة في المناطق التي بها زراعة حيث تتم معظم استهلاكا تهم بالقرب من مواقع الإنتاج وقليل جدا منهم من يحاول العيش أو الإقامة في الضواحي أو المناطق النائية وهذا ما يؤدي إلى عزل بعض المناطق التي يكون بها ثروات طبيعية وبالتالي عدم التمكن من استغلالها نظرا لصعوبة التنقل. غير أنه في حالة توفر نظام ملائم يتماشى وطلبات الأفراد ويمكن الاعتماد عليه فسوف نجد أن الهيكل الاقتصادي للمجتمع ككل يبدأ بالتغير ويظهر هذا خاصة من خلال محاولة توسيع رقعة الانتاج والتوزيع وتنوع الاستهلاك، ومن هنا نجد أن النقل يمثل عصب الحياة الاقتصادية في أي دولة كانت وهذا ما جعل الجزائر تهتم بهذا القطاع خلال العقدين الماضيين و ربط مختلف المناطق ببعضها البعض وذلك بتوسيع شبكات الطرق لا سيما مناطق الجنوب بالشمال على اعتبار أن مناطق الجنوب غنية بالموارد الطبيعية التي تساعد في رفع الطاقة الإنتاجية من خلال الاستغلال الأمثل لها بغية تحقيق تنمية شاملة وتوسيع شبكات التوزيع.

وبالتالي يمكن تعريف النقل بأنه الأداة التي عن طريقها يمكن توسيع السوق واستغلال الموارد البشرية والمادية أحسن من التي لم تستغل سابقا بهدف زيادة الإنتاج وتحسينه وانتقال السلع واليد العاملة إلى الأماكن التي تكون أكثر نفعا فهو وسيلة فعالة تساهم في تحقيق الاتصال بين المستثمرين وتقليص المسافات بين المنتج والمستهلك وتسهيل الإنتاج والاستهلاك بهدف البحث عن آفاق جديدة

للتوزيع واستغلال الطاقات الإنتاجية والبشرية أحسن استغلال من أجل تحقيق توازن اقتصادي ومتكامل وهذا ما يجعل له تأثيرا على المجتمع من زاويتين: (1)

- ✓ ***الأولى:*** تعتبر وسائل النقل عاملا محددا له أهميته القصوى في تحديد اختيارات الأفراد للمكان الذي يقيمون فيه وكذلك مكان العمل
- ✓ ***الثانية:*** تؤثر وسائل النقل بدرجة كبيرة في قدرة الأشخاص على رفع أسعار السلع المنقولة بهذه الوسائل حيث تدخل تكاليف النقل في أسعار بيع السلع وكذلك تؤثر تكاليف نقل المواد الخام والسلع الوسيطة في أسعار بيع المنتجات النهائية، وهذا يوضح الدور الكبير الذي يلعبه قطاع النقل في دائرتي الإنتاج والتوزيع في المجتمع.

2-أهمية النقل:

2-1 على مستوى الاقتصاد الوطني:

يعد قطاع النقل من البنى الإرتكازية للاقتصاد ومؤثرا في الوقت نفسه على الحياة الاجتماعية للأفراد من خلال ما يحققه من عملية اتصال وتغيير في السلوك الاجتماعي والحضاري لهم، ولهذا فإن أي تقصير في قطاع النقل سوف يؤثر على التدفق السلعي والإنتاجي مابين المراكز الإنتاجية والاستهلاكية لها ويخفض من حدة الاتصال بين مختلف المرافق وهذا ماسوف يؤثر في الخطط الوطنية التنموية لذلك نجد أن العديد من الدول تعطي هذا القطاع أهمية كبيرة نظرا لتأثيره الكبير على عملية التنمية(2). وتلاحظ أهمية النقل على مستوى الاقتصاد الوطني بصفة عامة من خلال ربطه المباشر ما بين القطاعات الإنتاجية المختلفة وإمدادها بالمواد الأولية والأساسية في العملية الإنتاجية وبذلك يعتبر عامل النقل أحد العوامل الرئيسية والمرتبطة بالإنتاج إذ أن إيصال أي طلبية سواء كانت مادة أولية لمصنع أو بذور وأسمدة لمزرعة أو بضاعة لزبون أو مستهلك خاصة منها القابلة للتلف لا يمكنها أن تتم بدون نظام فعال للنقل يحقق الكفاءة المناسبة في سير العملية الإنتاجية من خلال السرعة، الأمان، الاقتصاد في حجم الخدمات المطلوبة والتكييف مع المحيط الخارجي، وبالتالي نجد أن النشاط الكفء للنقل يقدم خدمات هامة على مستوى المجتمع: (3)

- ✓ ***أولا:*** الإسهام في خلق ظروف المنافسة وذلك بنقل السلع والخدمات من مراكز إنتاجها في الأماكن المختلفة إلى مراكز استخدامها في الأماكن

(1) (2) مجلة الإقتصاد والمناجمنت: السياسات الاقتصادية واقع وآفاق، منشورات كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان
3) نهال فريد مصطفى،جلال إبراهيم العيد:إدارة اللوجستيات جامعة الاسكندرية 2004 -2005

الأخرى مما يعمل على اتساع رقعة السوق وزيادة عدد المنتجات المعروضة، وزيادة البدائل المتاحة بالنسبة للمستهلك، وهذا كله يخلق ظروفا للمنافسة. إضافة إلى هذا فإنه كلما كان النقل كفء ومتوفرا بكثرة وزادت فعاليته كلما قلت أسعار السلع وبالتالي يتم نقلها بأسعار معقولة وهذا كله يؤدي للحفاظ على المستوى العام للأسعار واستقرارها.

- ✓ ***ثانيا:*** تحقيق اقتصاديات الحجم الكبير في مجال الإنتاج وذلك يتم كنتيجة لاشتداد حدة المنافسة وانتشار وزيادة رقعة الأسواق، الأمر الذي يفرض زيادة في عدد المنشآت الاقتصادية وارتفاع فرص الإنتاج بحجم كبير مما يحقق وفرات الإنتاج الكبير وهذا ينعكس على المجتمع بتوفر المنتجات وتنوعها وسهولة اقتنائها نتيجة لاستقرار الأسعار مما يمثل مستوى معين من الرفاهية.

- ✓ ***ثالثا:*** تخفيض تكلفة الإنتاج مما يؤدي إلى انخفاض الأسعار، وينتج تخفيض التكاليف نظرا لارتفاع أو اشتداد حدة المنافسة التي من شأنها الحفاظ على استقرار الأسعار لكل المنتجات مما يعني انخفاض تكلفة الإنتاج وبالتالي انخفاض الأسعار. هذا من جهة، ومن جهة أخرى نجد أن إتاحة الفرصة للإنتاج بحجم كبير وحصول المنتجات على وفرات في الإنتاج، وهذا ما ينعكس على المجتمع في صورة انخفاض الأسعار إذ أن تكاليف النقل تعتبر جزءا مهما من التكلفة الإجمالية للمنتوج فكلما أمكن تخفيض هذا العنصر كلما أدى ذلك إلى تخفيض التكاليف واستقرار الأسعار.

- ✓ ***رابعا:*** إن توافر وسائل النقل الآمنة والمتقدمة والمعدة بإمكانيات لنقل مختلف المنتجات وما يتطلبه كل منتج من إجراءات السلامة يزيد من إمكانية توفير بعض السلع التي لا تنتج محليا مما يعني زيادة الإشباع لدى أفراد المجتمع.

2-2على مستوى المنشآت الاقتصادية: (1)

إن نقل البضائع من مواقع إنتاجها إلى الوسطاء أو المستهلكين يتطلب إيجاد نظام فعال للنقل وسهل حيث نجد أن معظم الاختناقات تسبب العديد من الآثار السيئة على حجم المبيعات وبالتالي على الأرباح نظرا لعدم وصول السلع في أوقاتها المحددة وفي المكان المحدد مما يترتب عليه انصراف العملاء عن التعامل مع المنشأة ولذلك نجد أن القرارات والنتائج المتعلقة بالنقل تؤثر في معظم إن لم

(1)عبد الغفار حنفي: إدارة المواد والإمداد جامعة السكندرية 2002

يكن كل قرارات الوحدة الاقتصادية والتي نبرزها كالتالي:

1) قرار اختيار موقع المنشأة ووحداتها الإنتاجية و المخازن المملوكة لها أو المؤجرة تتأثر كثيرا بتكلفة النقل خاصة وبتكاليف الانتقال بين هذه الوحدات.

2) قرار توفير مستلزمات الإنتاج والتي نعني بها قرارات الشراء ككل والتي تتمثل في اختيار مصادر التوريد بالمستلزمات وتحديد مواقع الشراء والكميات اللازمة وغيرها من القرارات المرتبطة بالشراء.

3) القرارات المتعلقة بعمليات الإنتاج والمقصود هنا هو القرارات الخاصة بالطاقة الإنتاجية للمنشأة وغيرها من قرارات الإنتاج كنوعيته وكميته التي تتأثر دائما بتكاليف النقل ويتجلى ذلك من خلال البحث عن الإمكانيات والطرق لتسهيل النقل من وإلى المنشأة.

4) قرارات التسعير على اعتبار أن تكاليف النقل واحدة من التكلفة الإجمالية للمنتج مما يؤثر في تحديد سعر المنتج.

5) قرارات تحديد أماكن توزيع المنتجات والتي تحدد خاصة بمدى توافر وسائل النقل الدائمة والملائمة التي تحاول دائما وضع شبكة دائمة الحركة من أجل ضمان توزيع كل المنتجات وتوسيع رقعتي الإنتاج والتوزيع وبالتالي ضمان الاستمرارية في السوق.

كذلك نجد أن مشكل اختيار الواسطة بالنقل تتأثر إلى حد كبير بنوع البضائع المنقولة وخصائصها (البضائع سريعة التلف) إذ تعتبر العربات والسكك الحديدية أفضل الوسائل استخداما لنقل معظم المنتجات إلا أنه على إثر التطورات التكنولوجية خلال العقد الثاني من القرن الماضي والمتمثلة في استخدام الطائرات وإدخال اقتصاديات النقل لهذه الوساطة من جهة أخرى والتي تتحدد بشكل مختصر في إيصال البضائع بالوقت والكلفة المناسبة. إن أهمية النقل بالنسبة للمنشآت تتضح عند سعي هذه الأخيرة لاستعمال الوسائل الأكثر تطورا بهدف تخفيض تكلفة الإنتاج مما يستلزم بالمقابل توافر وسائل نقل تدعمه من أجل الوصول إلى الأسواق في الوقت المناسب والكلفة المناسبة.

2-3في توفير مناصب الشغل: (1)

إن عملية النقل لا تقتصر على المركبة أو الوسيلة وإنما تعتمد في البداية على العنصر البشري أو اليد العاملة التي تعتبر الأساس الذي تقوم عليه عملية النقل من أجل إنجاح مهامها. فنجد أن عملية النقل تتناول جوانب مختلفة كالسائقين والمضيفين وموظفي إدارة وميكانيكيين وعمال صيانة ومنفذي مشاريع ومهندسين بمختلف الاختصاصات.

(1)مجلة الاقتصاد والماناجمنت : السياسات الاقتصادية واقع وآفاق،منشورات كلية العلوم الاقتصادية والتسيير جامعة أبو بكر بلقا يد تلمسان

إن توفير طاقات بشرية كافية للإيفاء بمتطلبات التطور الحاصل في قطاع النقل شيء مهم وضروري على اعتبار أن الزيادة في مهام هذا القطاع تستوجب أن تقابلها زيادة في العنصر البشري، وهذا يعني توفير فرص عمل كثيرة لمختلف الاختصاصات.

2-4 في إحداث التغيير الاجتماعي:

يساهم النقل إلى حد كبير في إحداث التغيير الاجتماعي بين أفراد المجتمع عموما وذلك من خلال ربط الريف بالمدينة بطرق حديثة تسهل عملية الاتصال الاجتماعي بينهما. وبذلك فكلما توسعت شبكات وخطوط النقل بين أرجاء البلد الواحد من جهة وبين الأقطار الأخرى من جهة ثانية ساهم ذلك بشكل فعال في زيادة تحقيق التطور الاجتماعي ويلاحظ ذلك من خلال انغلاق بعض المجتمعات المتخلفة بسبب صعوبة الاتصال مع المجتمعات الأخرى. وهذا ما يظهر في بعض مجتمعات أفريقيا وآسيا، ولعل السبب يرجع إلى انعدام الاتصال بين هذه المجموعات البشرية المنعزلة والمجتمعات الأخرى. إن عملية التطور التكنولوجي الحاصل في قطاع النقل والمواصلات تتطلب أن يصاحبها تغيير في نظام النقل المعمول به.

3-أنواع النقل:

إن تنوع وتعدد وسائل النقل يتيح للناقل إمكانية اختيار وسيلة النقل المناسبة من حيث التكلفة، السرعة ومعايير أخرى وذلك في ظل الأهداف المسطرة وخصائص وطبيعة كل وسيلة وطبيعة المادة المنقولة. وتنقسم أشكال النقل حسب الوسائل المتاحة (القطارات، السيارات، الشاحنات، البواخر، الطائرات، الأنابيب) إلى النقل البري، النقل المائي، النقل الجوي، خطوط الأنابيب وبهذا يمكن أن نختار وسيلة وحيدة أو نجمع بين أكثر من وسيلة (نقل مركب) حسب طبيعة ومتطلبات المنشأة.

3-1-النقل البري:[1]

ويشمل كلا من السكك الحديدية ووسائل النقل الثقيل أو الشاحنات

3-1-1السكك الحديدية:

حيث تستعمل أساسا لنقل المواد الخام والمنتجات الصناعية منخفضة القيمة وتعتبر السكك الحديدية من وسائل النقل التي تتميز بالبطء النسبي حيث تستغرق عملية شحن عربات القطارات وتفريغها وتجميع عربات القطارات مع بعضها البعض فترات زمنية طويلة. ولكن من جهة أخرى نجد أن السكك الحديدية تقدم مجموعة كبيرة من الخدمات التي لا تستطيع وسائل النقل البري الأخرى تقديمها

(1) نهال فريد مصطفى،جلال إبراهيم العيد:إدارة اللوجستيات جامعة الإسكندرية 2004 -2005

كإمكانية شحن الكميات الكبيرة (مثل الفحم أو الحبوب) أو ذات الأحجام الكبيرة (مثل الآلات والسيارات) كما يسمح النقل بالسكك الحديدية بالتوقف في عدة محطات بما يمكن من التحميل أو التفريغ في العديد من المواقع الجغرافية وبالتالي يساعد المنتج أو المنشأة على تحقيق المرونة إما في التوزيع أو في التوريد.

3-1-2 وسائل النقل الثقيل:

تعتبر هذه الوسائل إحدى الوسائل قصيرة المدى مقارنة بالسكك الحديدية والتي تستعمل عادة لنقل السلع التامة الصنع أو النصف مصنعة وبالإضافة إلى ذلك نجد أن وسائل النقل الثقيل تقوم بنقل شحنات أصغر مقارنة بالسكك الحديدية.

وتتميز وسائل النقل الثقيل بمايلي:

- تسمح بنقل الشحنات من الباب إلى الباب أي من مركز الإنتاج إلى نقطة الاستهلاك ودون أن يحتاج الأمر إلى إعادة شحن أو تفريغ مستمرة.
- تتميز الخدمات التي تقدمها وسائل النقل الثقيل بالمرونة فهي متاحة في أي وقت وبشكل مستمر وفي أي لحظة تحتاج إليها المنشأة التي لن تضطر في هذه الحالة إلى انتظار إتمام عملية تحميل القطار بالجملة حتى تنقل الشحنة الخاصة به.
- يمكن للنشأة أن تتعاقد مع الشركات المتخصصة في عملية النقل وبالتالي تحصل على خدمات النقل والشحن التي تتناسب مع ظروفها دون أن تتحمل المصاريف الرأسمالية والمشاكل الإدارية المرتبطة بامتلاك المنشأة لأسطول النقل الخاص بها.

3-2النقل الجوي: (1)

على الرغم من ارتفاع تكاليف النقل الجوي إلا أن هناك اتجاها متزايدا نحو الاعتماد على هذه الوسيلة نظرا لما توفره من اختصار في الوقت بالمقارنة مع الوسائل الأخرى. ونظرا لارتفاع التكاليف فقد اقتصر استخدام النقل الجوي على بعض المنتجات ذات الطبيعة الخاصة بها (**المعدات الالكترونية الدقيقة، المجوهرات،.....**) وهذه السلع إما أنها ذات قيمة مرتفعة بالمقارنة بوزنها أو حجمها أو أنها ذات طبيعة خاصة مما يعني أن يكون لعنصر السرعة في التسليم أهمية خاصة في عملية توزيعها وبالتالي فهناك ما يبرر أن يتحمل المنتج تكاليف النقل المرتفعة خاصة وأن نسبة التلفيات والخسائر تكون منخفضة في حالة النقل الجوي.

(1) نهال فريد مصطفى،جلال إبراهيم العيد:إدارة اللوجستيات جامعة الإسكندرية 2004 -2005

3-3 النقل المائي:

يعتبر النقل المائي من أقدم الوسائل وأهمها استخداما في حالة السلع ذات الحجم الكبير مثل الفحم، الحديد، الحبوب، الاسمنت، وتتميز هذه السلع بانخفاض قيمتها مقارنة بحجمها كما أن إمكانية تعرضها للتلف تكون ضعيفة مما يخفض من تكاليف تخزينها وبالتالي يتم إهمال عنصر الزمن في مقابل الاستفادة من معدل التكلفة المنخفضة.

ولكن نجد من ناحية أخرى أن استخدام هذه الوسيلة يفرض وجود نقاط شحن على الممر المائي نفسه وإلا اضطر المنتج إلى استخدام وسيلة نقل إضافية وهذا ما يجعل استخدام هذه الوسيلة محدودا. إلى جانب ذلك نجد العوامل المناخية أو الطبيعية تحدد كذلك إمكانية استخدام النقل المائي الأمر الذي يفرض صيانة فعالة وإعطاء عنصر التغليف أهمية بالغة من أجل تجنب التلف في حال التعرض للعوامل الجوية.(1)

3-4 خطوط الأنابيب:

تعتبر خطوط الأنابيب من أهم وسائل النقل خاصة في المسافات الطويلة ولكنها لا تصلح إلا في حالة السلع ذات الطبيعة السائلة أو الغازية ولهذا السبب نجد أن استخدام خطوط الأنابيب يكاد يقتصر على نقل البترول الخام ومنتجات البترول والغاز الطبيعي. وعلى الرغم من أن النقل بخطوط الأنابيب يتميز بالبطء الشديد إلا أن عملية النقل تتم لمدة 24 ساعة وعلى مدار الأسبوع مما يعني أن هذا الأسلوب يستطيع أن ينافس الأساليب الأخرى من حيث عنصري السرعة والتكلفة في نفس الوقت خاصة وأن احتمالات التوقف غير المتوقعة محدودة نسبيا حيث لا تتأثر خطوط الأنابيب بالظروف الجوية مثلا.

وتتميز عملية النقل باستخدام خطوط الأنابيب بانخفاض حجم الخسائر أو التلفيات المرتبطة بها وذلك لسببين: الأول يرجع إلى طبيعة المادة المنقولة نفسها حيث أن البترول الخام أقل تعرضا للتلف من المنتجات المصنوعة مثلا أما السبب الثاني فيرجع إلى طبيعة وسيلة النقل نفسها حيث أن حجم المخاطر التي يمكن أن تؤثر في خط الأنابيب محدود نسبيا.

وبالرغم من هذه المزايا، إلا أن هذه الوسيلة تعاني من بعض الصعوبات التي تزيد من تكلفتها، إذ تتطلب مواصفات قياسية في الجودة والدقة الشديدة في طرق مدها ويد عاملة مؤهلة تسهر على الصيانة لمنع التسريبات أو الانفجارات التي يمكن أن تحدث.

(1)مجلة الاقتصاد والماناجمنت : السياسات الاقتصادية واقع وآفاق،منشورات كلية العلوم الاقتصادية والتسيير جامعة أبو بكر بلقا يد تلمسان

4-معايير اختيار وسيلة النقل:

من أجل نقل المواد من منطقة جغرافية إلى أخرى تتاح للمنشآت إمكانية استعمال عدة أساليب في النقل تتم المفاضلة فيما بينها على أساس مجموعة من المعايير

4-1- تكاليف النقل:

إن أول ما تهتم به المؤسسة من أجل تحديد وسيلة النقل هو معيار التكلفة، وهذا مع الأخذ بعين الاعتبار طبيعة المنتجات المراد نقلها والشروط التي يجب أن تتوفر في وسيلة نقل هذه المنتجات، كما أن تكاليف النقل والشحن تختلف وفقا لما إذا كانت المنشأة الصناعية تمتلك وسائل النقل المستخدمة أم إذا كانت تستأجر خدمات النقل.(1)

-ففي حالة قيام المنشأة باستئجار خدمات النقل نجد أن إجمالي التكلفة تشمل تكلفة عملية النقل نفسها مضاف إليها أعباء أو مصروفات تتعلق ببعض الخدمات الإضافية مثل التغليف وإعداد السلعة للشحن أو نقل وتحميل السلعة عند مصانع الإنتاج أو التوزيع عند مراكز الاستهلاك وقيمة التأمين وغيرها.

-أما في حالة استعمال وسائل النقل المملوكة للمنشأة الصناعية فإن التكاليف المرتبطة بعملية النقل تشمل عناصر مثل الوقود والعمالة والصيانة واستهلاك المعدات والمصروفات الإدارية، وتختلف تكلفة النقل من وسيلة إلى أخرى- بصرف النظر عن نوع الوسيلة المستخدمة- ففي دراسة أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية في أوائل الثمانينات تبين أن النقل الجوي هو أكثر الوسائل تكلفة في حين أن النقل النهري هو أقل تكلفة كما ظهر أن النقل الثقيل تبلغ تكلفته ضعف تكلفة النقل بالسكك الحديدية كما أن تكلفة النقل بالسكك الحديدية تبلغ أربع إلى خمسة أضعاف النقل النهري أو النقل بالأنابيب وهذه المؤشرات يمكن أن تصلح كأساس لتقييم التكاليف النسبية لكل وسيلة من الوسائل المتاحة(وهنا تجدر إلى أن المنشاة التي تقوم باختيار الوسيلة المناسبة لنقل المواد والمنتجات منها أو إليها لا تقوم في الواقع بالاختيار والمفاضلة ما بين جميع وسائل النقل وإنما عادة نجد أن الاختيار يتم بين اثنين أو ثلاث) كما أنه ليس من الضروري أن تكون أرخص وسيلة هي الأفضل بالنسبة للمؤسسة لأن أهداف هذه الأخيرة وموقعها بالنسبة للسوق ومتطلبات العملاء وقيمة المنقولات تؤثر أيضا على قرار اختيار وسيلة النقل.

4-2-متوسط فترة التسليم:

يشير مفهوم الفترة الزمنية للتسليم إلى الوقت اللازم لانتقال الشحنة من نقطة أو مركز الشحن إلى نقطة الوصول، فهذا يشير إلى اللحظة التي تنتقل فيها حيازة

(1) نهال فريد مصطفى، جلال إبراهيم العيد:إدارة اللوجستيات جامعة الإسكندرية 2004 -2005

السلعة من المؤسسة إلى الناقل فالوقت اللازم لانتقال الشحنة من الأمور التي تؤثر على مستوى الخدمة والسلعة نفسها خاصة في بعض أنواع السلع التي تتأثر بمرور الزمن، لهذا تأخذ المؤسسة بمعيار السرعة لغرض المقارنة والمفاضلة بين وسائل النقل التي تختلف من حيث قدرتها على تحقيق الترابط والاتصال المباشر مابين نقطتي النقل. فنجد على سبيل المثال أنه حتى في حالة استخدام السكك الحديدية أو النقل الجوي فإن وصول السلع المنقولة إلى محطات السكة الحديدية من أو إلى المطارات يتطلب استخدام النقل الثقيل، وتزداد أهميته مقارنة **الفترة** الزمنية التي تستغرقها عملية النقل بالنسبة لبعض السلع أو في حالة بعض التعاقدات بشكل خاص وهنا يزداد الاهتمام بسرعة الاستخدام أو التسليم على حساب الاعتبارات الخاصة بالتكلفة لو لزم الأمر.

4-3-المصداقية:

والمقصود بها هو التغيرات في المواعيد وفي أزمنة النقل كنتيجة لظروف طبيعية أو ظروف متعلقة بالاختناقات في الطرق وعدد نقاط التوقف الأمر الذي يؤثر على تكاليف المخزون وعلى علاقة المؤسسة بزبائنها وبالتالي تؤثر على المبيعات وخاصة عند نفاذ السلعة من السوق قبل وصول الطلبيات اللازمة ومن هنا نجد أن مصداقية وسيلة النقل تعني التزام الناقل بالوقت والمحافظة على السلعة في آن واحد أثناء النقل وذلك بتوفير كل الظروف المناسبة لوصولها في حالة جيدة.

4-4-الخسائر والتلفيات:

إن بعض السلع يحتاج نقلها إلى توفير ظروف معينة من حيث درجة الحرارة والرطوبة مثل اللحوم، الخضر والفواكه ومن حيث التجهيزات والتسهيلات التي تتوافق مع طبيعة المادة المنقولة لهذا لابد أن تتوافر في وسيلة النقل المستعملة كل الظروف والمعدات لنقل تلك المواد. فوسائل النقل تختلف من حيث قدرتها على نقل الشحنات المختلفة بدون خسائر أو تلفيات وهذا ما يجعل هذا العنصر جد مهم في عملية اتخاذ قرار اختيار الوسيلة اللازمة حيث أنه في حالة حدوث بعض الخسائر في البضائع المنقولة فإن الجهة التي تقوم بالنقل هي التي تتحمل بعض الخسائر إلا إذا كانت ناتجة عن ظروف خارجة عن نطاق السيطرة كالكوارث الطبيعية أو إهمال ناتج من طرف المنتج أثناء التغليف.
وعلى الرغم من أن المنتج لا يتحمل هنا أي تكاليف إضافية إلا أن هناك خسائر غير مباشرة في مثل هذه الحالة فقد تكون الشحنات التالفة موجهة إلى أحد المستهلكين إما بغرض التخزين أو بغرض الاستهلاك المباشر وبالتالي فإن البضائع المتأخرة التي يتأخر موعد وصولها أو التي تصل في حالة غير صالحة للاستخدام سوف يترتب عليها انخفاض درجة رضا العميل.

4-5-التأثر بالظروف الخارجية:

وهذا يعني مدى تأثير الوسيلة المختارة بظروف البيئة الخارجية مثل الظروف المناخية، والظروف الطبيعية والتوقعات الإجبارية لخط سير وسيلة النقل وأيضا مدى الاعتماد على العمالة والتغيرات التي يمكن أن تحدث بها نتيجة الاضرابات مثلا وغيرها من الأمور غير المتوقعة وفي هذا الصدد نجد أن خطوط الأنابيب تعتبر أفضل وسيلة من وجهة نظر هذا المعيار حيث أنها لا تتأثر بأي ظروف مناخية أو بيئية إلى جانب أنها لا تعتمد على عدد كبير من العمالة لإتمام حركة النقل بها لذلك فلا يعتبر عنصر العمالة أحد العناصر المؤثرة فيها. يلي ذلك الشاحنات حيث تنحصر احتياجاتها في عملية الشحن والسائق لها، ولذلك فإن تأثرها بالعوامل الخارجية لا يتعدى الظروف الجوية السيئة جدا، أو بعض التجاوزات من السائق أو عمال الشحن.

أما وسائل النقل الجوي فإنها أكثر هذه الوسائل ارتباطا بالعوامل المناخية حيث أنها تمثل عاملا هاما في ضمان سلامة هذه الوسائل.

5-كيفية اختيار وسيلة النقل:

في هذا الصدد تجد المنشآت نفسها أمام اختيار بديل من هذه البدائل للتعامل معها وهي:(1)

5-1-وسائل النقل العادية:

وهذه تكون تابعة لشركات النقل أو اتحادات النقل، وتقدم خدماتها لأي جهة تطلبها لنقل بضائعها من وإلى أي جهة حسب إمكانيات هذه الوسائل

5-2-شركات النقل المتخصصة:

وهذه لا تتعاقد إلا مع عدد محدود من المنشآت، ولا تنقل إلا أنواعا معينة من البضائع ويكون العقد بين هذه الشركات والمنشآت المستخدمة لخدمة النقل على أساس تكلفة محددة مقابل خدمة نقل محددة، وعادة تفضل هذه الشركات القيام بعملية الشحن والتفريغ إلى جانب النقل.

5-3-وسائل النقل الحرة:

وهذه لا تكون تابعة لأي جهة وتتعامل مع جميع المنشآت أو الأفراد أو أي من يطلبها بالإضافة إلى أنها تتعامل مع أي نوع من البضائع بدون تمييز.

(1) نفيدة علي هلال: إدارة المواد والإمداد جامعة الإسكندرية

5-4-وسائل النقل الخاصة:

تفضل بعض المنشآت احتكار وسيلة النقل الخاصة بها سواء عن طريق امتلاكها، أو ما يشبه ذلك وهو بالتعاقد مع إحدى منشآت النقل المتخصصة لفترة طويلة جدا تكاد تصل إلى حد الملكية.

وبالرغم مم ينتج عن هذه الطريقة من زيادة كبيرة في تكاليف النقل إما بسبب الأموال المستثمرة في وسائل النقل المملوكة للمنشأة أو بسبب التكاليف الثابتة المرتبطة بعقود النقل أو الاستئجار لفترة طويلة الأجل. إلا أن بعض المنشآت قد تلجأ إليها وذلك بغرض الحصول على خدمة النقل بشكل مستمر حين الاحتياج إليها، مما يترتب عليه زيادة كفاءة الأداء التشغيلي وتقليل تكاليف النقل مقارنة بميزة التمتع بهذا الأداء المتميز هذا إلى جانب أنه قد تحتم طبيعة المنتجات المنقولة أو نظام الإنتاج في المنشأة ضرورة إتباع هذه الطريقة.

المطلب الثاني: اتخاذ القرار في مجال النقل

إن أصعب ما يواجه المسير هو اتخاذ القرار المناسب من بين مجموعة من البدائل التي يكون لها الأثر المباشر على المؤسسة المشرف عليها سواء بالإيجاب أو بالسلب خصوصا في محيط مليء بالتغيرات والمتميز بالسرعة في المعاملات والمنافسة الشديدة، فمسألة الاختيار هذه ليست بالقرار السهل إذ يجب أن يكون هذا القرار مبني على أسس اليقين ولعل أفضل الطرق لتخطي هذه المسألة هو الاعتماد على الطرق والتقنيات العلمية.

1-تعريف القرار:

"يمكن تعريف القرار بأنه عصارة نهاية مرحلة تقييم المنافع النسبية للبدائل المتاحة، بحيث يتم اختيار أمثلها لتنفيذه"(1) ويتأثر القرار بمجموعة من العوامل أهمها:

*تخمين النتائج المتوقعة لكل بديل من البدائل ويقصد بذلك النتائج المتوقعة من خلال اختيار طريق معين أو وسيلة نقل معينة.

*الاحتمالات التي يمكن أن ترتبط بالنتائج.

*الأهداف التي ترغب المؤسسة الوصول إليها.

*القيود والمحددات البيئية التي تفرض أو تحدد أسلوب النقل المستخدم ومدى توفر التمويل اللازم والكفاءة البشرية وكمية الوقت المتاحة لتوزيع السلعة.

*المعيار الذي يتخذه المسير أو القائم على تقييم البدائل في مقارنة البدائل المختلفة مع بعضها البعض.

2-الطرق المتبعة لمواجهة مشاكل التسيير:

-استعمال الخبرة السابقة في اتخاذ القرار خصوصا في المشاكل المشابهة لمثيلاتها في الماضي.

-الملاحظة والرصد وذلك من خلال الاضطلاع على تفاصيل ما يحدث في المؤسسات المشابهة لمؤسسته من حيث النشاط وذلك بمحاولة المسير الحصول على أكبر كم من معلومات.

-تطبيق الدراسات النظرية وذلك بالاستعانة بما كتب حول مشاكل مشابهة في كتب الإدارة والصناعة والتجارة غير أن نتائجه قد لا تكون أكيدة.

-الطريقة العلمية وتعتبر أفضل الطرق التي يمكن الاعتماد عليها في اتخاذ القرار والتي تستوجب على المسير أن يكون مختصا في مجال الإدارة والتسيير.

---

(1) محمد راتول بحوث العمليات ديوان المطبوعات الجامعية 2006

3-مراحل اتخاذ القرار:

-ضبط المشكلة وتحديد كل جوانبها وفهمها جيدا فمثلا إذا كانت المشكلة نقل مادة أو سلعة ما فيجب تحديد السلعة المراد وصولها أولا، الأماكن التي يراد التوزيع إليها، وسائل النقل المطلوبة وتكاليف النقل، ماهو المسار المتبع الذي يضمن وصول السلعة بدون أي مضاعفات....

-تحديد القرارات البديلة أي التي يمكن الاختيار أو المفاضلة بينها.

-تحديد كل الأحداث أو النتائج المستقبلية.

-جمع البيانات والمعلومات الخاصة بكل بديل والعوائد الممكن أن تحدث من خلال اختيارها.

-اختيار المعيار المستعمل للمفاضلة بين مختلف البدائل.

-إعداد جدول العوائد أو الخسائر.

4-حالات اتخاذ القرار:(1)

هناك ثلاث حالات أساسية تصادف المسير في اتخاذ قراراته، وهي حالة التأكد، حالة عدم التأكد، حالة المجازفة.

4-1-اتخاذ القرار في حالة التأكد:

حالة التأكد تفترض أن يكون المسير مدركا إدراكا كاملا بكل البدائل وبنتائج كل بديل من تلك البدائل بحيث يكون العائد الناجم معروفا ومحددا، وفي حالة التأكد قد نصادف وجود عائد واحد محدد لكل بديل من البدائل المعروضة، أو نصادف وجود عدة عوائد لبديل واحد حسب طبيعة كل حالة.

4-2-اتخاذ القرار في حالة عدم التأكد:

حالة عدم التأكد هي الحالة التي يكون متخذ القرار فيها غير متأكد من احتمالات الأحداث المتعددة، وذلك بسبب عدم وجود تجارب في الماضي تمكنه من تقرير هذه الاحتمالات وفي هذه الحالة يمكنه أن يتخذ قراره بناء على أحد المعايير التالية: إما معيار التفاؤل الكامل، معيار التشاؤم، معيار أدنى الأقصى (Mini max) أين يتم اختيار أكبر العوائد لكل بديل ثم نختار أقل العوائد من بين العوائد المختارة، ثم معيار أدنى الأدنى (Mini min) أو التشاؤم الكامل حيث يتم اختيار أقل العوائد لكل بديل ثم نختار من بين هذه الأخيرة الأقل منها.

---

(1) محمد راتول بحوث العمليات ديوان المطبوعات الجامعية 2006

4-3-اتخاذ القرار في ظروف المجازفة:

اتخاذ القرار في ظروف المجازفة أو المخاطرة، يتم في ظروف عدم المعرفة التامة لحالات الطبيعة الممكن حدوثها، حيث لا تتوافر سوى معلومات في شكل احتمالات وقوع كل حالة بناء على تخمينات يمكن أن تكون مستقاة من الماضي أو بناء على حالات مماثلة وقعت في مؤسسات أو شركات أو إدارات مماثلة.

5-تأثير النقل على بعض القرارات:

يؤثر نشاط النقل على مجموعة من القرارات الاقتصادية الرئيسية في مجال الأعمال

5-1-قرارات الإنتاج: في المنشآت التي تقوم بإنتاج سلع ملموسة تدخل الاعتبارات الخاصة بإمكانيات نقل المواد الخام والسلع التامة الصنع وتكاليف النقل في قرارات الإنتاج

5-2-قرارات تحديد الأسواق: تتأثر القرارات الخاصة بتحديد الأسواق التي سوف يتم توزيع المنتج فيها بمدى توافر وسائل النقل المناسبة وبتكاليف النقل

5-3-قرارات الشراء: تتأثر طبيعة المشتريات إلى حد كبير بالاعتبارات المرتبطة بالنقل وذلك بصرف النظر عن طبيعة المنظمة سواءا كانت تعمل في المجال الصناعي أو التجاري

5-4-قرارات تحديد موقع مرافق المنشأة: على الرغم من أن قرارات تحديد مواقع مراكز الإنتاج والمخازن والمستودعات ومراكز البيع تتأثر بالعديد من العوامل إلا أن الاعتبارات المرتبطة بالنقل تؤثر أيضا في هذه القرارات

5-5-قرارات التسعير: على الرغم من أنه لا توجد علاقة مباشرة بين التغيرات في تكلفة النقل بين أرباح المنشأة إلا أن تكلفة النقل هي أحد العناصر الهامة التي تؤخذ في عين الاعتبار عند وضع سياسات التسعير

6-العوامل المؤثرة على تحديد تكاليف النقل:

إن للنقل أهمية كبيرة سواء للمجتمع أو للمنشآت بجميع أنواعها، فالمنشآت تهتم أساسا بعامل التكاليف كأحد أهم العوامل التي تؤثر في ربحيتها لذلك فإن قياس تكلفة النقل ومحاولة تخفيضها مع الحفاظ على مستويات الإنتاج، المبيعات، وخدمة العملاء تعتبر من الأهداف الهامة.

ويقصد بتكاليف النقل السعر المدفوع مقابل الحصول على خدمة النقل بالإضافة إلى تكلفة تغليف وإعداد السلعة للشحن ثم تكلفة نقل وتحميل السلعة وأخيرا تكلفة التأمين يضاف إلى ذلك في حالة امتلاك المنشأة لوسيلة النقل أو تأجيرها تكاليف أخرى متعلقة بمتطلبات وسيلة النقل مثل الوقود، العمالة، الصيانة، الإهلاك والمصروفات الإدارية. وتتأثر تكلفة النقل بمجموعتين من العوامل ترتبط المجموعة الأولى فيها بخصائص وطبيعة المنتج المطلوب نقله، أما المجموعة الثانية فترتبط بظروف وخصائص سوق هذا المنتج

6-1-العوامل المرتبطة بالمنتج: (1)

تتغير تكلفة النقل ارتفاعا وانخفاضا من منتج إلى آخر تبعا لخصائص وطبيعة هذا المنتج ومن الخصائص الهامة التي تؤثر في تحديد النقل مايلي:

6-1-1الكثافة:

وهذا العامل يعني نسبة وزن السلعة المنقولة إلى حجمها، فمثلا تزيد هذه النسبة في المنتجات مثل الحديد والمعلبات والورق حيث يزيد وزن هذه المنتجات بالنسبة لحجمها. أما المنتجات مثل الالكترونيات والملابس ولعب الأطفال فإنها تكون عكس ذلك تماما حيث يزيد نسبة حجمها على وزنها وبالتالي تنخفض كثافة هذه السلع.

وهناك علاقة عكسية بين الكثافة وتكلفة النقل أي أن المنتجات ذات الكثافة المنخفضة تكون تكلفة نقلها أكبر من تكلفة نقل المنتجات ذات الكثافة المرتفعة

6-1-2الحجم:

ويعني مدى استغلال المساحة المتاحة في وسيلة النقل، ويتوقف مدى قدرة السلعة على شغل المساحة المتاحة في وسيلة النقل على حجم وشكل وطبيعة السلعة المنقولة ومدى قابليتها للكسر أو التلف. فمثلا نجد أن سلعة مثل الحبوب يمكن أن تشغل الحيز المخصص للنقل بالكامل، في حين أن سلعا مثل السيارات أو الآلات لا يمكنها شغل الفراغات المتاحة بالكامل، مما يزيد من تكاليف نقلها.

6-1-3المناولة:

ويقصد بهذا العامل مدى صعوبة أو سهولة عملية مناولة المنتج بغرض شحنه أو استلامه وهذا العامل له أهمية في تحديد تكلفة النقل حيث أنه كلما تطلب مناولة السلعة المنقولة طرق أو أجهزة خاصة كلما زادت تكلفة نقلها.

(1) عبد الغفار حنفي: إدارة المواد والإمداد جامعة الإسكندرية 2002

أما إذا كانت السلعة ذات شكل نمطي مثل المواد الخام أو المعلبات..... أو ما شابه ذلك، أما المنتجات التي لا تحتاج إلى معدات أو طرق مناولة خاصة فإن تكلفة نقلها تكون أقل.

6-1-4قيمة المنقولات:

وتتحدد قيمة السلع المنقولة على أساس قيمتها الذاتية أو القيمة المتوقعة للخسائر المترتبة على عدم إتمام عملية النقل بالكفاءة المطلوبة.
فمثلا المجوهرات تتميز بقيمتها الذاتية المرتفعة، وبالتالي فإن تكلفة نقلها ترتفع

بارتفاع تكلفة التأمين ضد سرقتها حيث أن الخسائر المتوقعة في هذه الحالة تكون مرتفعة القيمة كذلك بالنسبة للمنتجات التي تتطلب دقة وطرقا خاصة في النقل مثل الحاسبات والأجهزة الالكترونية فإن تعرض هذه الأجهزة للتلف يعني تعويضات كبيرة مما يزيد من تكلفة نقلها.

2-العوامل المرتبطة بالسوق:(1)

وإلى جانب العوامل السابقة فإن تكلفة النقل تتأثر بمجموعة من العوامل التي تفرضها طبيعة سوق المنتج مثل:

6-2-1درجة المنافسة:

فكلما زادت حدة المنافسة بين وسائل النقل المتاحة كلما قلت أسعارها والعكس. أيضا تمثل المنافسة بين المنتجات المعروضة عاملا هاما في تحديد سعر وتكلفة النقل. فعامل النقل هو الذي يخلق هذه المنافسة إلى حد كبير فبدون إمكانية نقل هذه السلع من مكان إلى لآخر فإن كل منتج سيعتمد على السوق القريبة منه ولا يمكنه غزو الأسواق البعيدة.
أما مع توافر وسائل النقل الحديثة فقد أدى ذلك إلى توسيع رقعة السوق، وهذا عام بالنسبة لجميع المنشآت.لذلك فكلما زادت المنافسة بين المنتجات
كلما اهتمت هذه المنشآت بوسائل النقل السريعة والآمنة حتى يمكنها الحفاظ على حصتها في السوق. مما قد يؤثر على سعر وتكلفة هذه الوسيلة.

6-2-2موقع السوق:

وهذا العامل يحدد طول المسافات التي ستنقل المنتجات خلالها، لذلك فكلما بعدت الأسواق عن مراكز الإنتاج كلما زادت تكلفة النقل والشحن والعكس صحيح.ويدرس كذلك بالنسبة للسوق ما إذا كان داخل أو خارج البلاد فهذا يحدد أو يفرض وسائل معينة للنقل مما يؤثر على التكلفة.

---

(1) عبد الغفار حنفي: إدارة المواد والإمداد جامعة الإسكندرية 2002

المنفعة الزمانية:

وهي القيمة التي تتولد لدى المستهلك نتيجة لحصوله على السلعة أو الخدمة وقت ما أرادها، وتنشأ هذه المنفعة عن طريق قيام المنتجين والوسطاء بعملية التخزين لحين حاجة المستهلكين.

المنفعة المكانية:

وهي تلك المنفعة أو القيمة التي تكتسبها السلعة لدى المستهلك نتيجة توفرها في المكان الذي يريده دون تنقل أو سفر إلى المناطق الأخرى.

المنفعة الحيازية:

ونعني بها توفر السلعة بين أيدي المستهلك وقت ما يطلبها، وفي أي مكان توجد فيه، وهذا النوع من المنافع يدل على بوادر إنهاء الصفقة التجارية وامتلاك السلعة من طرف المستهلك.

منفعة الملكية:

لا تتحقق أهداف كل من المنتج والمستهلك إلا إذا تم التبادل الحقيقي للسلع والخدمات، وإتمام انتقال ملكية السلع من طرف إلى آخر حتى تصل إلى المستهلك النهائي أو المستخدم الصناعي.

المنفعة الإدراكية :

معناه تقديم المنتج لسلعة تتلاءم مع حاجات ورغبات المستهلكين عن طريق المواصفات الرئيسية الموجودة في الغلاف الخارجي، أو في التمييز وإرسالها إلى المستهلكين بما يتناسب مع قدراتهم الشرائية. وكل هذا يوضح إدراك المنتج للحاجات الحقيقية للمستهلك النهائي.

3- أهداف التوزيع:

ليس من السهل تحديد أهداف التوزيع بمعزل عن الأهداف العامة للتسويق، خاصة وأن للتوزيع عدة أهداف بالنسبة للمنظمات لكي تتمكن من معرفة وفهم كافة العوامل التي تؤثر في رسم السياسات التوزيعية فإنه لابد من المعرفة التامة لأهداف التوزيع التي يمكن إنجازها كمايلي:

- توفير السلع والخدمات حين حدوث الطلب عليها والنوعيات المطلوبة
- تحقيق المنفعة الزما نية والمكانية وذلك خلال تجهيز المستهلكين بالكميات

(1)د محمود جاسم الصميدعي ، د ردينة عثمان يوسف إدارة التسويق دار المناهج عمان 2006 ص232

المطلوبة في الزمان والمكان المناسبين
- تقليل التكاليف التسويقية مما يساعد على خفض الأسعار وزيادة المبيعات
- خلق الثقة والاستقرار النفسي لدى المستهلك وإدامة صلة المنظمة وذلك من خلال ضمان استمرار تدفق المنتجات (سلع وخدمات)

- الاحتفاظ بمستوى تخزين جيد وذلك لمواكبة التغيرات في الطلب
- الوصول إلى ما يسمى بمستوى الكفاية الاجتماعية في إيصال المنتجات إلى أكبر عدد ممكن من المستهلكين
- المحافظة على الحصة السوقية من خلال تهيئة المنتجات لكل الظروف
- الصمود أمام المنافسة

4-أشكال التوزيع:

4-1-التوزيع الشامل: *La distribution intensive*

نجد أن المؤسسة تحاول البحث عن أكبر عدد ممكن من نقاط البيع ومضاعفة مراكز التخزين من أجل ضمان أكبر رقم أعمال ممكن وذلك من خلال تغطية أعظمية لأقسام المبيعات. وتكمن فائدة التوزيع الشامل في تعظيم الإنتاج وبيعه وكسب نسبة معتبرة من السوق(1)

وبالتالي نجد أن التوزيع الشامل يحاول إيجاد كل منفذ متاح يتوقع أن يذهب إليه المستهلك في المنطقة وهذا ما يؤدي إلى التغطية الشاملة للسوق.(2)

4-2-التوزيع الانتقائي: *La distribution sélective*

نتحدث عن التوزيع الانتقائي عندما يلجأ المنتج إلى وضع السلع في عدد من المنافذ التوزيعية في المنطقة الواحدة، وتقوم بالتعامل في منتجات المؤسسة دون المنافذ الأخرى(1). ويعتمد في اختيار التوزيع الانتقائي على:

- حجم السلعة الموزعة برقم الأعمال وهي المعيار الأكثر استعمالا حيث نجد أن بعض الموزعين في الأسواق يحاولون الحصول على أكبر قدر ممكن من رقم الأعمال(2)
- جودة الخدمة المعروضة وتعتبر هي أيضا معيارا مهما ويأتي ذلك من خلال الأنشطة الممارسة من طرف الموزعين
- الاختصاصات التقنية لفرق التوزيع مهمة كذلك أثناء إتاحة المنتوج ومحاولة تدنئة تكاليف النفقات الإشهارية وتحويل المعلومات اللازمة عن أحوال السوق للمصنع.....

---

(1)Jean-Jacques L; Ruben C; : *Marketing stratégique et opérationnel* 6e édition Paris 2005 p525

(2) محمد فريد الصحن: التسويق الدارالجامعية للطبع والنشر والتوزيع الإسكندرية 1999 ص348

(3) طلعت أسعد عبد الحميد: التسويق الفعال دار الكتب المصرية 1998 ص437

(4Jean-Jacques L; Ruben C; Chantal de M : *Marketing stratégique et opérationnel* 6e édition Paris 2005 p526

* ولكن يبقى المشكل الأساسي لنظام التوزيع الانتقائي هو عدم التمكن من جلب أكبر عدد ممكن من الزبائن أو ضياع عدة فرص للبيع

ومن إيجابيات هذا التوزيع:

- قلة تكاليف التوزيع المادي التي يتحملها المنتج نظرا لقلة عدد الوسطاء في السلعة.
- قلة احتمال حدوث عملية المضاربة في أسعار السلع بين الوسطاء.
- قدرة المنتج في السيطرة والرقابة على توزيع السلعة والاهتمام بدراسة السوق دراسة دقيقة.

4-3-التوزيع الوحيد: *La distribution exclusive*

في ظل هذه الاستراتيجية يقوم المنتج بانتقاء موزع واحد دون غيره في المنطقة الجغرافية الواحدة أو في سوق معين، وبالتالي توزع جميع سلع المنتج عن طريق وكيل وحيد وفي منطقة محدودة على شرط ألا يتعامل مع السلع المنافسة، حيث أن نجاح هذه الاستراتيجية يعتمد على مدى الدقة في اختيار الموزعين، وهذا راجع للروابط القانونية التي تربط بين كل من المنتج والموزع. ومن مزايا إتباع هذا التوزيع نذكر مايلي: (3)

- قدرة المنتج على الرقابة المسلطة على الموزع.
- انخفاض تكاليف التوزيع المتعلقة بإيصال السلعة إلى الموزع.
- انخفاض الجهود التسويقية المبذولة من طرف المنتج.

غير أن هذه الأخيرة لا تخلو من العيوب منها:

*فقدان المنتج لعدد كبير من الوسطاء(الموزعين)، وبالتالي عدم تغطية كل الأسواق.

*تبعية السلع المنتجة إلى الموزع الوحيد.

*عادة ما يتم التعامل مع الموزع الوحيد وفقا لعقود مكتوبة تحدد مسؤوليات كل طرف ويتضمن العقد العناصر المكونة لعملية التعاقد مثل المنطقة وشروط البيع والضمان والتي تتوقف على قوة المفاوضة.

(3) الطالب تريش محمد، رسالة ماجستير بعنوان "سياسة توزيع السلع الجاهزة بالمؤسسات الإنتاجية" جامعة تلمسان 2005 ،ص9

المطلب الثاني: قنوات التوزيع

1-مفهوم قناة التوزيع:

لقد تعددت التعاريف والآراء عن قناة التوزيع وذلك لما تكتسيه من أهمية في النشاط ألتوزيعي ككل وفي تسهيل عملية نقل المنتجات، هذه الأهمية لوحظت خاصة في السنوات الأخيرة مع ظهور التكنولوجيا الحديثة والمتطورة والمستجدات التي أثرت على كفاءة وإمكانيات المؤسسة في التعامل مع المحيط الخارجي مما يجعل المؤسسة مجبرة على إجراء تغييرات تساعدها على مواكبة تلك التطورات والتأقلم معها (خاصة عامل السرعة) من أجل البقاء في السوق ومواجهة المنافسين وذلك يكون من خلال البحث عن كيفية اختيار قنوات توزيعية مناسبة تمكن المؤسسة من خدمة أسواقها ومتعامليها بطريقة مربحة.

من بين مختلف التعاريف نجد **Buell** (1) يعرف قناة التوزيع على أنها الوسيلة التي بواسطتها تأتي المنتجات من المنتج إلى المستهلك أو المستعمل الصناعي.
أما **Stanton** (2) فيرى بأن قناة التوزيع هي الطريق أو المسار الذي يأخذ العنوان للسلعة عند تحركها من المنتج النهائي أو المستخدم الصناعي.
في حين يعرفها الأستاذ **Breyer** (3) على أنها ذلك النظام الذي يملأ الفجوة بين نقطة الإنتاج ونقطة الاستهلاك، وأن منتج السلعة ومستهلكها يعتبران أجزاء أساسية من هذا النظام، وأن المقصود بتدفق السلع هو الإنتقال أو التدفق المادي إلى جانب الملكية.
يعرفها الدكتور هاني حامد الضمور على أنها مجموع المؤسسات والأفراد الذين تقع على عاتقهم مسؤولية القيام بمجموعة من الوظائف الضرورية والمرتبطة بعملية تدفق المنتجات من المنتجين إلى العملاء في السوق؟
الدكتور مصطفى زهير يعرفها على أنها هي السبيل الذي تسلكه السلعة في انسيابها من المنتج إلى المستهلك، وغالبا ما يشتمل هذا السبيل على أجهزة التوزيع فمنهم التجار الذين يملكون السلع ومنهم السماسرة والوكلاء الذين لا يحوزون على ملكيتها.؟
من خلال التعاريف السابقة يمكن الاستخلاص إلى التعريف التالي: قناة التوزيع هي الطريق أو المسار الذي تتبعه السلعة أو الخدمة في انسيابها من المنتج إلى المستهلك النهائي وذلك عن طريق أساليب ووسائل معينة سواء كانت تابعة للمنتج أو مستقلة عنه بما فيها أسلوب النقل، وكل منتج يسعى لاختيار الأجهزة التي يراها مناسبة له وتساعده على تحقيق أهدافه.

---

(1)Buell ,P . Victor,Marketing Management A strategic planning approach, New York Mc Graw,Hill book company 8et, 1992

(2)Stanton W, Fundamentals of Marketing. Mc Graul,Hill,1985
(3) Ralph Breyer, "Formation and growth of marketing channels", chapiro xxxxhomeword p163 1964

2-أهمية قنوات التوزيع: (1)

كما هو معروف بأن هناك فجوة تفصل بين المنتج والمستهلك بسبب قلة المنتجين الذين ينتجون السلع والخدمات التي يحتاجها المستهلك النهائي أو الصناعي يقابلها العدد الهائل من المستهلكين الموزعين على مناطق جغرافية واسعة ومتباعدة..... لذلك فإن أهمية قنوات التوزيع هو لتقليل تلك الفواصل بين المنتج والمستهلك و بشكل عام هناك عدة فواصل:

- الفواصل المكانية وهي الفواصل المادية بين المنتج والمستهلك
- الفواصل الزما نية والإدراكية وهي الفرق بين وقت الإنتاج ووقت الاستهلاك
- الفواصل الحيازية وهي انتقال ملكية المنتج من البائع إلى المشتري
- الفواصل القيمية وهي مقارنة تكلفة المنتج وسعر بيعه بالسعر الذي يتمكن أو يستطيع المستهلك دفعه

على ضوء هذه الفواصل فإنه لابد من القيام ببعض الأنشطة التي تهدف للجمع بين مراكز الإنتاج ومراكز الاستهلاك الاستخدام بهدف تقليل تلك الفواصل وهذا ما تلعبه أو تقوم به قنوات التوزيع.

3-وظائف قنوات التوزيع:

إجمالا يمكن تحديد وظائف القنوات التوزيعية حسب ما لخصها الأستاذ **Kotler** :

البحوث : جمع المعلومات عن المستهلكين وعن عاداتهم وقدراتهم الشرائية، وذلك لتسهيل عملية اتخاذ القرار ورسم السياسات وتحديد الأهداف من قبل المنتج.

الترويج : وذلك بهدف تطوير وبناء الإدراك والقبول على السلع والخدمات المعروضة.

الاتصال : بهدف الوصول إلى العميل المرتقب وبناء علاقات تبادلية معه.

التفاوض : أي محاولة الوصول إلى اتفاق حول الأسعار وشروط الدفع، وإجراءات أخرى الخاصة بنقل الملكية.

التوزيع المادي للسلع : النقل والمناولة والتخزين الخاصة بالسلع الجاهزة.

المخاطرة : يتحمل قسط من المخاطر التي قد تنجز عن القيام بالعمليات التوزيعية السابقة، مثل انخفاض الأسعار، تغير أذواق المستهلكين.

التمويل : مساعدة المنتج في تمويل العمليات الإنتاجية بتقديم الإئتمان التجاري والنقدي.

(1) (2) د.محمود جاسم الصميدعي ، د. ردينة عثمان يوسف إدارة التسويق،دار المناهج عمان الأردن 2006 ص243

4-العوامل المؤثرة على اختيار قنوات التوزيع: (2)

هناك عدة عوامل تؤثر في اختيار المنظمة نوع قنوات التوزيع التي ترغب في اعتمادها. وعلى الرغم من وجود بعض التباين في عدد هذه العوامل إلا أن هناك شبه اتفاق على خمسة عوامل أو اعتبارات ويمكن إنجازها بما يلي:

4-1- الاعتبارات المتعلقة بالسوق:

تعتبر الاعتبارات المتعلقة بالسوق من أولى العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار عند اختيار قنوات التوزيع ويتكون من خمسة عوامل فرعية هي:

4-1-1-نوع السوق:

هذا يتعلق بنوعية السوق المستهلك هل هو استهلاكي أم صناعي، فإذا كان السوق استهلاكيا فإن المنتج يحتاج عدة أنواع من المسالك قد تقصر أو تطول أما إذا كان المنتج صناعيا فإن مسالك التوزيع تكون بشكل عام قصيرة، أما إذا كان المنتج استهلاكي وصناعي فإن ذلك يتطلب استخدام شبكة توزيع يستخدم فيها أكثر من مسلك توزيع،

4-1-2-حجم السوق:

إذا كان حجم السوق صغيرا فإنه لا يتطلب اعتماد حلقات توزيعية طويلة حيث أن المنظمة تستطيع وفقا لقدرات من استخدام قوتها البيعية في الاتصال وبيع منتجاته مباشرة للمستهلكين وكما يحدث عادة في حالة السلع الصناعية. أما إذا كان السوق كبيرا فإن ذلك يتطلب استخدام عدة حلقات (وسطاء) كما يحدث عادة للسلع الاستهلاكية سهلة المنال.

4-1-3-التركيز الجغرافي السوق:

إذا كان تركيز المستهلكين أو المشترين الصناعيين في منطقة واحدة يمكن الاتصال بهم مباشرة عن طريق رجال البيع التابعين للمنتج كما هو الحال بالنسبة للسلع الصناعية دون الحاجة لوسطاء والعكس في حالة التشتت الجغرافي أي أن انتشار المستهلكين أو المشترين الصناعيين في مناطق متعددة ومتباعدة فإن الاعتماد على الوسطاء أمر لابد منه في أكثر الأحيان.

4-1-4-حجم الطلبية:

إذا كان حجم الطلبية كبيرا فإن المنتج قد يبيع مباشرة إلى المستهلكين أو محلات التجزئة الكبيرة. بينما لا يستطيع ذلك بالنسبة لمحلات التجزئة الصغيرة مما يتطلب الاستعانة بتجار الجملة.

4-1-5-عادات الشراء:

تتأثر قنوات التوزيع برغبات وعادات المستهلك أو المستخدم الصناعي الشرائية ومدى استعدادهم لبذل جهود الشراء، فمثلا بعض المستهلكين يفضلون الاتصال مباشرة مع رجال البيع التابعين للمنظمة.

4-2- الاعتبارات المتعلقة بالمنتج:

تلعب خصائص وصفات المنتجات دورا مهما في اختيار قنوات التوزيع المناسبة. لذلك فإن الاعتبارات يمكن أن نوجزها بما يلي:

4-2-1-قيمة الوحدة:

كما هو معروف فإنه كلما ارتفعت قيمة الوحدة الواحدة من المنتج المراد شراؤه أو بيعه كلما قصرت مسالك التوزيع لها، وبالعكس كلما انخفضت قيمة الوحدة الواحدة من المنتج فإن مسار التوزيع يمر عبر حلقات توزيعية قد تكون طويلة مثال السلع سهلة المنال.

4-2-2-القابلية على التلف:

إن بعض المنتجات تكون حساسة لظروف الطقس والنقل والتخزين وبالتالي فإن تعرضها للتلف السريع (مثل المنتجات الزراعية، منتجات الألبان، اللحوم.....) الأمر الذي يتطلب اختيار مسالك توزيعية قصيرة لغرض توصيلها إلى المستهلك النهائي، وهذا يعني وجود وسطاء يتم اختيارهم وفقا لشروط محددة كالتخزين مثلا، أما إذا كانت طبيعة المنتج غير قابلة للتلف فإن مسارات التوزيع تكون متنوعة وتأخذ أشكالا مختلفة بالشكل الذي يسمح للمنتج أن يكون أكثر مرونة في اختيارهم لوسطائهم.

4-2-3-الحجم والوزن:

من الواضح بأن المنتجات ذات الحجم أو الوزن الكبير تتطلب مسالك مباشرة لغرض توصيلها للمستخدم النهائي أو تاجر التجزئة، أي أنه يتطلب حلقات توزيعية قصيرة والعكس صحيح بالنسبة للمنتجات ذات الأوزان أو الأحجام الخفيفة.

3-2-4-الطبيعة الفنية للمنتج:

إن المنتجات الصناعية ذات الخواص الفنية والتكنولوجية الخاصة فإنها على الأكثر تأخذ مسارات توزيعية مباشرة إلى المستخدم الصناعي، بينما في السلع الاستهلاكية فالوضع مختلف، فمثلا السلع السهلة المنال كالمواد الغذائية فإنها توزع بصورة غير مباشرة بينما سلع التسوق مثل الأجهزة الكهربائية قد تأخذ أكثر من مسار توزيعي منها مباشرا ومنها خلال حلقات التوزيع (غير مباشرة) قصيرة.

3-2-5-المنتجات المنتجة حسب الطلب:

بشكل عام المنتج الذي يتم إنتاجه وفقا لطلبات الزبون فإنه يوزع مباشرة إلى من طلبه بسبب أن الزبون هو الذي يتصل بالمنتج ويطلب منه ما يريد من منتجات ومواصفاتها.....

3-2-6-مدى التوسع في خط المنتجات:

بشكل عام يتأثر اختيار المنتج لطرق أو مسارات التوزيع بمدى التوسع في خطه الإنتاجي..... فكلما توسع خط المنتجات كلما كان بالإمكان استخدام مسارات توزيعية قصيرة.

4-3- الاعتبارات المتعلقة بالمنظمة:

4-3-1-الإمكانيات المادية والحجم:

إن المنظمات الكبيرة تتميز بإمكانيتها المالية والبشرية الكبيرة، حيث تستطيع أن تتصل وتختار الوسطاء اللذين يتناسب معهم ما تريده هذه المنظمة، بمعنى أنه لهذه المنظمة الحرية والمرونة اللازمة لإتمام عملية الاختبار والعكس صحيح بالنسبة للمنظمات الصغيرة التي تكون خياراتها محدودة جدا.

4-3-2-الشهرة المنظمة:

كلما كان للمنظمة شهرة واسعة داخل الأسواق وعلاقات طيبة كلما كان لها قدرة أكثر على اختيار مسارات التوزيع التي تتوافق مع ما ترغبه من وسطاء.

4-3-3-الخبرة والقدرة الإدارية:

إذا كان للمنظمة خبرة وقدرة إدارية في معرفة السوق وكيفية الاتصال، فإنها تقوم بتولي بعض أو كل النشاطات أو العمليات التسويقية بنفسها. على العكس فإن المنظمة التي تفتقر إلى مثل هذه الخبرة والقدرة الإدارية فإنها تضطر للاعتماد على الوسطاء.

4-3-4-الرقابة على قنوات التوزيع:

بشكل عام في غالب الأحيان إذا كانت المنظمة ترغب في الرقابة على المسالك التوزيعية فإنها تضطر لاختيار أقصر القنوات من أجل تسهيل وتسريع الرقابة والعكس صحيح.

4-4- الاعتبارات المتعلقة بالوسطاء:

4-4-1-مدى توفر الوسطاء المرغوب فيهم:

في بعض الأحيان لا تتمكن المنظمة من اختيار الوسطاء المرغوب فيهم وذلك لتعاملهم مع منتجات معينة وعدم رغبتهم في التعامل مع منتجات إضافية مما يدفع المنتج إلى البحث عن مسالك توزيعية أخرى.

4-4-2-حجم المبيعات المتوقعة:

من الطبيعي أن تختار المنظمة المسالك التوزيعية ذات المبيعات المتوقعة المرتفعة أي القنوات التي تعطيها احتمالات عالية في المبيعات.

4-4-3-عامل الكلفة:

يلعب عامل التكاليف دورا مهما في اختيار قنوات التوزيع البديلة، فالقناة التي تحقق أقل التكاليف (وليس على حساب خدمة المنتج أو الخدمات المقدمة) فتكون هي القناة المختارة، والعكس بالنسبة للقناة ذات التكاليف العالمية فإن اختيارها قد يكون إلا في الحالات القصوى وعدم وجود بديل مناسب لذلك.

4-4-4-مستوى الخدمة المقدمة من الوسطاء تجاه المنتج:

إن مستوى الخدمات التي يقدمها الوسطاء لخدمة سياسات المنتج تلعب دورا مهما في اختيار قناة التوزيع، فكلما ساهم الوسيط في تقديم مستوى عال من الخدمات فإن المنتج يميل إلى اختياره وسيطا لتوزيع منتجاته والعكس صحيح.

4-5- الاعتبارات المتعلقة بالبيئة:

تلعب الظروف البيئية هي أيضا دورا مهما في اختيار نوع قناة التوزيع وكما هو موضح فيما يلي:

4-5-1-خصائص المنافسين:

إن للمنافسين أثر كبير على السياسات التسويقية ومنها اختيار قنوات التوزيع، فالمنتج ذا الإمكانيات العالية والكبيرة (القوية) يمكن أن ينافس منافذ توزيع أخرى تقوم تقريبا ببيع نفس النتجات أو أنها تحول استخدام قنوات توزيعية مخالفة لمنافسيها وتحقق لها أهدافا أفضل وأحسن للمنظمة.

4-5-2-العوامل الاقتصادية:

إن للظروف الاقتصادية لها أثر في اختيار قنوات التوزيع، فمثلا حالة الكساد فإن المنتجين يميلون في توصيل منتجتهم إلى السوق بصورة اقتصادية. وهذا يعني استخدام قنوات قصيرة.

4-5-3-التشريعات والسياسات الحكومية:

للتشريعات والسياسات الحكومية أثر كبير في اختيار قنوات التوزيع، فبعض الدول تفرض سياسات معينة على المنتجين عند توزيع منتجات معينة خوفا من الاحتكار لبعض المنتجات في السوق المحلية.

المطلب الثالث: التوزيع المادي.

1-مفهوم التوزيع المادي:

يعتبر التوزيع المادي ركن أساسي وجد مهم للنشاط التوزيعي ككل، إذ أنه يرتبط بنظام التسويق ونظام التوزيع بشكل خاص أي بكل الخطوات التسويقية منذ المواد الأولية حتى وصول السلعة إلى السوق، إن التوزيع المادي هو واحد من أبرز الحلقات التي تساهم في إيصال المنتوج إلى المستهلك النهائي أو المتتبع، إنها وظيفةذات أهمية خاصة لأن أي اختناق فيها سيؤدي إلى فشل النظام كله.

يعرف التوزيع المادي على أنه "الحلقة المركزية لجميع الأنشطة والفعاليات المتعلقة بانتقاء الكميات المناسبة من السلع إلى المكان المناسب في الوقت المناسب". من هذا التعريف نجد أنه بدون التوزيع المادي لا يمكن خلق كل من المنفعة الزمانية والمكانية التي هي واحدة من أبرز وظائف النشاط التسويقي.

إن الكثير من الباحثين والمختصين يهتمون بموضوع التوزيع المادي باعتباره لا يستحوذ على جزء كبير من تكاليف التسويق فقط، وإنما أيضا يساهم في تحسين مستولى المعيشة، ويضيف إلى الثروة القومية، ويسهل التخصص الجغرافي، وهي مساهمات لا يمكن إنكارها أو تجاهل أهميتها في أي نشاط تسويقي ديناميكي فاعل ويعتبر كل من النقل والتخزين عاملين مهمين في فعالية التوزيع المادي.

2-إدارة التوزيع المادي:

تعتمد إدارة التوزيع المادي على كفاءة ونجاح عاملين مهمين يتمثلان في درجة كفاءة إدارة النقل وإدارة التخزين (1)

2-1-إدارة النقل:

تعتبر وظيفة النقل من الوظائف المهمة والأساسية التي تتطلع بها المنظمات بكل أشكالها وخاصة الصناعية والتجارية منها، حيث تهتم وظيفة النقل بإيصال السلع والخدمات من مراكز إنتاجها إلى الأسواق التي يحدث فيها الطلب، وعليه فهي تهتم بنقل المنتجات من مكان إلى آخر وهذا ما يعبر عليه بالمنفعة المكانية وهي إحدى المنافع الإقتصادية والتسويقية، إن المنظمات تعتمد على أكثر من وسيلة نقل ويستند اختيارها لهذه الوسيلة أو تلك الوسيلة على اعتبارات منها. التكلفة، السرعة، الأمان، الغرض الرئيسي من إيصال المنتج إلى المستهلك في الوقت المحدد.

إن تصميم مزيج النقل المناسب ينطوي على اتخاذ ثلاث قرارات رئيسية هي:

(1) إدارة التسويق مفاهيم وأسس مرجع سابق

- ماهي الوسيلة أو الوسائل التي سوف تستخدم.
- ماهي الشركة الناقلة التي سيتم التعامل معها في كل وسيلة.
- هل من الأفضل امتلاك أو استئجار وسيلة النقل.

إن المفاضلة بين البدائل (القرارات) الثلاث أعلاه يعتمد على العوامل التالية:

2-1-1-طبيعة المنتوج:

فإذا كان المنتوج مواد أولية منخفضة الثمن وكبيرة الحجم، فإن الطريقة الأفضل لنقلها هي عن طريق البحر أو البر أو الجو، أما إذا كان المنتوج كبيرا وذا مواد أولية خطيرة أو مؤثرة على السلامة والأمان، مثل النفط فإنها تنقل بواسطة الأنابيب وعن طريق البحر.

2-1-2-الوقت اللازم لنقل المنتجات من نقطة الشحن إلى نقطة التسليم:

فالطلبات السريعة والعاجلة جدا تتطلب وسيلة نقل سريعة، والعكس صحيح، وهنا يلعب المستهلك دورا في تحديد الوسيلة، أما إذا كان عامل الوقت له أهمية ثانية، فإنه يستعان بوسائل نقل أقل سعة وأقل تكلفة (مثل السكك الحديدية، النقل المائي).

2-1-3-سعر المنتوج:

في الغالب لا ينقل المنتوج غالي الثمن مثل المجوهرات والذهب إلا بوسائل نقل سريعة ومضمونة، باعتبار أن ثمنها المرتفع يبرر استخدام الوسائل التي تكلف كثيرا، شريطة أن يصل هذا النوع من المنتج إلى طالبيها في المكان والزمان المحددين، وبدون حصول أي ضرر، فدرجة الأمان في النقل الجوي تكون أكبر بكثير من وسائل النقل الأخرى.

2-1-4-إمكانيات المنظمات المادية:

إن المنظمات ذات الإمكانيات المادية المحدودة لن تكون قادرة على امتلاك أسطول نقل خاص بها، أو أنها في الغالب تلجأ إلى وسائل نقل رخيصة، بينما المنظمات ذات الإمكانيات المادية الهائلة تكون في الغالب مالكة لأسطول نقل كبير خاص بها، وهذا يمنحها سيطرة أكبر على عملية إيصال منتجاتها للأسواق المختلفة لتلبية الطلب.

2-2-إدارة وظيفة التخزين:

تعتبر وظيفة التخزين من الوظائف المهمة لانعكاسات عل مجمل الأنشطة الإنتاجية والتسويقية لأية منظمات أعمال، حيث أن وظيفة التخزين لا تعني الاحتفاظ بالمنتجات بشكل ملائم ومناسب والكمية المطلوبة حيث يحدث الطلب في

الأسواق المختلفة،وبالتالي فهذه الوظيفة تحقق (المنفعة الزمانية)أي توفير المنتجات في الأوقات التي يحدث الطلب عليها، وهي إحدى المنافع الاقتصادية المهمة

إن وظيفة التخزين تحقق التوازن بين العرض والطلب وذلك باستمرارها في عرض المنتجات باستمرار حتى في حالة إنتاجها في موسم استهلاكها أو في موسم آخر(السلع الموسمية، الزراعية،.....)

وبشكل عام هناك ثلاثة أنواع من المخازن:

2-2-1-مخازن خاصة تملكها المنظمة:

ضمن هذا النوع تكمن إدارة ورقابة المخازن إحدى الوظائف التي تقوم بها المنظمة، إضافة إلى نوع من المناولة والتفريغ التي لاتحققها المخازن الأخرى. إن امتلاك مثل هذه المخازن يتطلب استثمارات مالية قد تكون عالية وحسب نوع وحجم المخازن، وهذه لا تتوفر إلا عند المنظمات ذات الإمكانيات المادية والبشرية العالية.

2-2-2-مخازن مؤجرة:

المنظمات التي لا تتوفر لها الإمكانيات المادية والبشرية الكبيرة (المنظمات صغيرة الحجم من ناحية الإمكانيات والطاقات الإنتاجية)فإنها تلجأ إلى استئجار مخازن لمنتجاتها. إن ما يميز هذا النوع من المخازن قلة التكلفة (تكلفة منخفضة).

2-2-3-المخازن العامة:

توفر مثل هذه المخازن التكاليف الثابتة التي تنجم عن إنشاء مخازن خاصة بها حيث أن التعامل مع مثل هذه المخازن يتم أيضا بالاستئجار المحدد بفترة زمنية معينة.

ومن أجل تخفيض تكاليف التخزين التي تشكل جزءا مهما من التكاليف التسويقية بشكل عام والتوزيعية بشكل خاص فإن على المنظمة إتباع مايلي:

- استخدام أساليب التخزين الأوتوماتيكية ومتطورة حيث يتم من خلالها تخزين ومناولة المواد باستخدام الآلات، الرافعات والرجل الآلي مما يقلل من أجور الأيدي العاملة.
- استبدال المخازن الصغيرة والكثيرة والمنتشرة في مناطق متعددة بمستودعات كبيرة وقليلة يمكن أن تخدم أسواقا متعددة مما يقلل من تكاليف الاحتفاظ بالمخزون.
- تقليل إجراءات أوامر الشراء والحد من الإجراءات الكتابية غير الضرورية وغير فعالة.
- الاهتمام بالرقابة والتدقيق على مدخلات ومخرجات المخازن وذلك باعتماد أنظمة الحاسوب الخاصة بذلك.

3-أهداف التوزيع المادي:

يرجع البعض هدف التوزيع المادي إلى أن هذا النشاط هو الذي يمكن من تسليم الطلبيات في الوقت المحدد وبأقل تكلفة ممكنة. أي أن وظيفة التوزيع المادي لأي منشأة هي توفير الأبعاد الزما نية والمكانية للعملية التسويقية.
ولكن يمكن النظر إلى أهداف التوزيع المادي بمفهوم أشمل وذلك من خلال معيار كفاءة نظام التوزيع حيث نسبة كفاءة التوزيع= مخرجات النظام / مدخلات النظام
المدخلات تمثل تكلفة الخدمات (تكلفة النقل، التخزين،.....) والمخرجات تمثل مستوى الخدمة المقدمة أي أن الهدف الأساسي لنظام التوزيع هو مستوى خدمة العملاء أو المستهلكين. وهذه العوامل هي التي تحدد مدى نجاح وربحية الصفقات.

4-أهمية التوزيع المادي:

للتوزيع المادي أهمية بالغة في خدمة الاقتصاد من جهة، وزيادة مستوى الخدمات المقدمة للعملاء من جهة أخرى، بحيث يؤدي إلى زيادة رضا المستهلكين وولائهم للسلعة، وتتجلى أهميته من خلال ما يتفق على توزيع السلع من نقاط إنتاجها إلى المستهلكين النهائيين في دولة كالولايات المتحدة الأمريكية إلى 240 بليون دولار سنويا أو ما يتراوح ما بين 20% إلى 25% من الناتج القومي الإجمالي (1) وعلى الرغم من تحمل هذه التكاليف إلا أنه بإمكان إحداث وفرات اقتصادية عن طريق انتهاج المؤسسة لتحديد سعر منخفض من جراء تخفيض تكاليفها، إذ تبدو أهمية تخفيض التكاليف بأثرها الواضح على الأرباح فعلى سبيل المثال أظهرت إحدى الدراسات الأمريكية أنه إذا أمكن تخفيض تكاليف التوزيع المادي بمقدار 1 دولار فله تأثير بزيادة قيمتها 100 دولار على المبيعات، ومما لا شك فيه أن قدرة المؤسسة على تخفيض تكاليفها أكبر من مجال رفع مبيعاتها، خاصة وأن العوامل البيئية تقع خارج نطاق السيطرة وترتبط ارتباطا شديدا بظروف السوق والظروف التنافسية بشكل عام (2)
وتتمثل أهمية التوزيع المادي في مايلي حيث لا تقتصر على الأهمية الاقتصادية فقط بل تتعدى ذلك إلى الناحية الإدارية:

*تحسين مستوى الخدمات المقدمة للعملاء حيث أن توفير السلع في الأماكن والأوقات المناسبة وبالشكل المرغوب فيه وبالسعر المناسب لقدرات المستهلكين ينعكس إيجابا على رضاهم وولائهم للسلعة، أما في الحالة العكسية قد يندفع المستهلك لتجربة سلعة أخرى أو ينفر من المحل أو عدم تردده عليه لتصوره بعدم توفر السلعة المطلوبة.

* إدراك الكثير من المسيرين أن تحسين كفاءة بعض الوظائف كالإنتاج والأفراد المالية لا فائدة منها إن لم تؤدي كفاءة هذه الوظيفة إلى تحقيق كفاءة النظام ككل.

* إن مهمة التوزيع المادي لم تعد جزءا أو جانبا يمكن تخفيض تكلفته، ولكن أصبح ينظر له كاعتبار استراتيجي هام أو كأداة تنافسية هامة، والجدير بالذكر أنه كان يعتبر كنشاط ثانوي، حيث كانت تنصب انشغالات رجل التسويق على إعداد السياسات التسويقية التي تؤدي إلى زيادة حجم المبيعات.

خاتمة الفصل:

لقد تطرقنا في هذا الفصل إلى أهمية النقل من الناحية الاقتصادية لاسيما في مجال التوزيع، حيث نجد أن له دور فعال في توزيع المنتجات وتلبية الطلبيات، وبالتالي يؤثر بصفة كبيرة في اتخاذ القرارات الأمثلية كتلك المتعلقة بالمنتوج وتوزيعه وهذا ما يساعد المؤسسة على تحديد استراتيجياتها الجديدة وقيامها باستثمارات تتماشى مع إمكانياتها، الأمر الذي يفرض ضرورة البحث في كيفية تسييره واستغلال وسائل النقل أحسن استغلال وذلك تجنبا لضياع الفرص واختزال الوقت الواقع بين الإنتاج والاستهلاك .

غير أن هذا لا يظهر إلا بإثبات المثولية في تسيير شبكات النقل وإبراز دورها في المساعدة على اتخاذ القرار السليم والأمثل وذلك من أجل توفير تنظيم أمثل للنقل والمساعدة على تداول السلع.
فالنقل بعد كونه وسيلة نقل تشبع غاية غاية الأفراد سواء بنقلهم أو تحريك السلع ونقلها من مراكز الإنتاج إلى نقاط الاستهلاك، يعتبر في الكثير من الأحيان وسيلة لجني الأرباح من جراء بيع سلعة ما خاصة في عملية التوزيع إذ نجد أحيانا أن درجة كفاءة العمليات التوزيعية تقاس بدرجة كفاءة عملية النقل. هذا إضافة إلى أن النقل يعتبر عاملا في زيادة التكاليف والتي تحاول المؤسسة دائما تخفيضها أقل مايمكن.

الفصل الثاني

مقدمة:

لقد تطرقنا في الفصل السابق إلى الأهمية الاقتصادية للنقل من الجانب النظري، ولكن هذه الأهمية لا تظهر إلا بعد تحديد المثولية في تسيير شبكات النقل.

فالمثولية تعني الاستخدام الأمثل لكل الموارد المتاحة، وتعني كذلك البحث في الحلول المثلى للمشكلات التي تواجهها المنظمات المختلفة، من هنا لابد من الاستفادة من كل ماهو متاح من إمكانيات مع توظيفها التوظيف الأمثل لتحقيق أكبر تفوق على المنافسين. كما يقصد بها بلوغ أقصر الغايات في ظل استخدام أقل للموارد، وهكذا بمعنى آخر يعني بلوغ أفضل النتائج بأقل تكلفة ممكنة، وبشكل عام فإن الخطة المثلى هي التي تضمن استخداما أمثلا للموارد قصد إيجاد الحل الأمثل أو القرار الأمثل أو البديل المناسب من بين مجموعة من البدائل وذلك من أجل أن تتجنب المؤسسة مجموعة من المشاكل التي قد تحدث بسبب سوء التسيير. ويكمن دور المثولية في أنها تأخذ جملة من الاعتبارات التي تجعلنا نبحث في جل الاستراتيجيات إضافة إلى أنها تساعد على تحديد الآفاق المستقبلية والتنبؤ بالأعمال أو المشاريع المستقبلية وبالتالي تحديد استراتيجيات جديدة للمؤسسة.

أما التسيير عموما، فهو من أهم العناصر التي تحتاج إلى دراسات دائمة ومستمرة من أجل تحديد المثولية بما فيها تسيير النقل والذي نقصد به أهم الإجراءات التي يتخذها المسير ومجموعة الخطط التي يتبعها وأساليب المراقبة التي يعتمد عليها للوصول إلى الأهداف التي يسعى إليها بواسطة استعمال نماذج وطرق تساعده على اتخاذ القرار الأمثل.

وهذا ماسوف نحاول تبيانه في هذا الفصل، إذ سنحاول التطرق إلى بعض النماذج المساعدة على تحديد المثولية في تسيير النقل ونقصد بذلك نموذجي البرمجة الخطية ونظرية الشبكات.

المبحث الأول: البرمجة الخطية

المطلب الأول: تقديم البرمجة الخطية

مقدمة:

تحتل البرمجة الخطية في الوقت الحاضر مركزا مرموقا في مجال بحوث العمليات ولها تطبيقات واسعة، وتم تطوير الأساليب الفنية المستخدمة في حل مشاكل البرمجة الخطية بعد الحرب العالمية الثانية حيث تم تطوير طريقة رياضية ذات كفاءة عالية من قبل العالم DANTZING وسميت بالطريقة المبسطة **(La méthode du SIMPLEX)** (1) فالبرمجة الخطية هي إحدى الوسائل المستخدمة في بحوث العمليات والتي تساعد في اتخاذ القرارات في عدة مجالات كرقابة وإدارة الأموال والموارد والآلات والمواد الأولية والعناصر البشرية والنقل وتعتبر من أسهل وأبسط أنواع النماذج التي يمكن إنشاؤها لمعالجة جميع المشاكل الصناعية والحكومية الكبرى وذلك بالتوافق مع الزيادة في استخدام الحاسبات الالكترونية وظهور البرمجات الجاهزة الحديثة.

1-تعريف البرمجة الخطية:

لقد تعددت التعاريف وتنوعت حول البرمجة الخطية وذلك لما تكتسيه من أهمية بالغة في هذا المجال فيعرفها البعض على أنها(2) " أسلوب رياضي لحل مشاكل استغلال الموارد والإمكانيات المحدودة بطريقة تحقق للمشروع أقصى أرباح ممكنة أو تحميله أقل تكلفة ممكنة" كما يعرفها كاتب آخر أنها" أداة مفيدة حينما يكون هناك عدة متغيرات تؤثر على تحقيق الهدف المرجو، بحيث تصبح المشكلة هي مشكلة اختيار أحسن التوافيق الخاصة بقيم هذه المتغيرات، وكما يدل الاسم فإن العلاقة بين كل متغير من هذه المتغيرات من ناحية والهدف المطلوب تحقيقه من ناحية أخرى يجب أن تكون خطية" (3) كما يعرفها بعض الاقتصاديين بأنها" طريقة رياضية لتخصيص مجموعة من الموارد والإمكانيات المحدودة على عدد من الحاجيات المتنافسة على هذه الموارد، بينما تكون جميع القرارات متشابكة لأنها تقع جميعا تحت مجموعة من القيود والحدود الثابتة" (4) كما يعرفها **HARPER** (5) بأنها اصطلاح يشمل مجالا واسعا من الأساليب الرياضية التي تهدف إلى تحقيق أداء أمثل في حدود الإمكانيات المتاحة.

---

1) د سهيلة عبد الله سعيد الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات دار الحامد للنشر والتوزيع عمان 2007 ص 27
(2) د سمير بيباوي، محمد صبري العطار بحوث العمليات في المحاسبة مكتبة الإنجلو المصرية القاهرة 1979 ص 47
(3) د حنفي محمود سليمان المنهج المتكامل في الإدارة دار الجامعات المصرية السكندرية 11979 ص147
(4) Cole . D The theory of linear economics models , Mc craw hill Book Co TNC London 1969 p 03
(5) Harper W M Operational research? macdonalds and Evans? London 1975 p 192

ويعرفها **MARKOWER** (1) بأنها الطريقة التي يتم بها تقرير كيفية مقابلة الأهداف المأمولة كتخفيض التكاليف أو تعظيم الأرباح في ظل مجموعة من الثوابت كمثل كمية الموارد المتاحة.

من خلال التعاريف السابقة نستنتج أن البرمجة الخطية هي إحدى الأساليب الكمية التي تستخدم للمساعدة في حل المشاكل واتخاذ القرارات الإدارية، وسميت البرمجة الخطية بهذا الاسم لأنها تستخدم معادلة خط مستقيم في بناء النموذج الرياضي الذي يتكون من معادلتين أو أكثر ويساعد على تحديد بدائل الحلول الممكنة واختيار البديل الأفضل من بينها.

2- شروط تطبيق أسلوب البرمجة الخطية:

من خلال التعاريف السابقة للبرمجة الخطية يمكن أن نقف على أنه هناك شروط[(2)] معينة يتعين أن تتوافر في المشكلة المراد حلها باستخدام أسلوب البرمجة الخطية بحيث إذا افتقدت المشكلة إحدى تلك الشروط فيكون من غير المجدي استخدام هذا الأسلوب بل يتعين البحث عن أسلوب آخر للتعامل مع تلك النوعية من المشاكل وندرج هذه الشروط كما يلي:

2-1-وجود هدف يراد تحقيقه:

لكل منشأة هدف تسعى لتحقيقه، وعادة ما يكون هذا الهدف مطلوب زيادته وتعظيمه إلى أقصى حد ممكن (مثل الأرباح، العمالة، التدفق النقدي الداخل، الفاعلية، الكفاءة.....) أو مطلوب تخفيضه إلى أدنى حد ممكن (مثل التكاليف، وقت الانتهاء من التنفيذ، الإسراف، المسافة المقطوعة.....) وبطبيعة الحال عندما يواجه المشروع مشكلة ما فإنها تندرج تحت الهدفين السابقين، ويكون مطلوبا التوصل إلى حل لهذه المشكلة يعمل على تعظيم الهدف أوتدنيته حسب الأحوال، إلا أنه يتعين أن يكون واضحا أن مجرد وجود هدف يراد تحقيقه من حل المشكلة لا يفي بالشرط الأول لتطبيق أسلوب البرمجة الخطية، إذ يلزم أن يكون في مقدرتنا التعبير عن هذا الهدف في صورة كمية قابلة للقياس الرقمي وليس هدفا لفظيا وصفيا فبحوث العمليات ترتكز على الأساليب الرياضية الرقمية مما لا يصلح معها التوظيف اللفظي واللغوي للهدف المطلوب تحقيقه.

2-2-وجود خطط بديلة ممكنة للوصول إلى الهدف:

يتعين أن يكون للمشكلة المراد حلها باستخدام أسلوب البرمجة الخطية عددا من الخطط البديلة الممكنة التي يمكن أن تصلح أو تسهم في تحقيق الهدف الموضوع وعلى ذلك فإن الشرط الثاني يتلخص في مدى إمكانية وضع عدد من الخطط البديلة لتحقيق

(1) Markower , MS operationa research , Hddevand Stangton , London 1977 p156
(2)بحوث العمليات وتطبيقاتها في حل المشكلات واتخاذ القرارات د فريد عبد الفتاح زين الدين كلية التجارة جامعة الزقازيق 1996

الهدف المنشود، وبشرط أن تكون تلك الخطط البديلة قابلة للتعبير عنها وقياسها كميا، وأن يكون هناك ارتباطا وثيقا فيما بينها، وبطبيعة الحال عندما يوجد للمشكلة عدة بدائل فإنه بالتالي سيكون لكل بديل من هذه البدائل قدرة معينة على تحقيق الهدف الموضوع، ومن ثم تصح المشكلة أمام متخذ القرار هي اختيار ذلك البديل الأكثر كفاءة وفاعلية ومساهمة في تحقيق الهدف إلى أقصى مدى، ومن ثم يصبح ذلك هو ذلك الحل الأمثل الذي نبحث عنه، وتأسيسا على ما تقدم فإنه لا مبرر لاستخدام أسلوب البرمجة الخطية إذا لم يكن أمام الإدارة في معالجة مشكلة ما سوى حل واحد فقط ولا يوجد أمامها بدائل يمكن أن تكون حلولا ممكنة لهذه المشكلة، لأنه في هذه الحالة يصبح هذا الحل الوحيد هو الحل الحتمي المفروض الأخذ به من جانب متخذ القرار.

2-3-وجود قيود على عملية الاختيار من بين البدائل والخطط المتاحة:

ونعني بذلك أن هناك نهايات محددة تحد من الانطلاق إلى ما لا نهاية في تحقيق الهدف المنشود، فإذا كان الهدف المراد تحقيقه تحقيق أقصى ربح ممكن فإن ذلك ليس معناه تحقيق ما لا نهاية من الأرباح، لأن ذلك يتطلب أن تكون الأدوات المطلوبة لإحداث وتحقيق هذا الربح لا نهائية وغير محدودة، وهذا غير حقيقي فأي منشأة مهما كان نوعها تملك من المواد المختلفة بقدر معين ومحدود، فمثلا قد يكون هناك حد أقصى لما يمكن للإدارة الحصول عليه من مادة معينة أو طاقة آلية معينة، أو رأس مال معين، أو قد يكون هناك حد أقصى للطاقة الاستيعابية للسوق بالنسبة لنوعية معينة من السلع.....وهكذا، وهذا كله يعني أن يتم تحقيق الهدف المنشود في إطار القيود المفروضة على البدائل المتاحة أمام الإدارة، والحقيقة أنه لو كانت المشكلة التي نعالجها لا توجد عليها قيود مفروضة على تحقيق الهدف وأن الموارد متوفرة بالقدر المطلوب وكافة الظروف المختلفة متاحة لما كانت هناك مشكلة تحتاج إلى حل ولما كانت هناك حاجة إلى الاتجاه إلى البرمجة الخطية أو غيرها من أساليب حل مشاكل الإدارة.

2-4- أن تكون المتغيرات ذات علاقة خطية مستقيمة:

ويعني ذلك الشرط أنه ينبغي أن تكون المشكلة المراد حلها بأسلوب البرمجة الخطية يمكن التعبير عن هدفها وقيودها في صورة معادلات أو متباينات خطية، وتعتبر العلاقة خطية بين ظاهرتين إذا كان تغيرا ما في قيمة الظاهرة الأولى قيمته الوحدة الواحدة يؤدي إلى تغيير في قيمة الظاهرة الثانية ولكن بمقدار ثابت.

3-استخدامات البرمجة الخطية:(1)

أصبحت البرمجة الخطية من الأساليب الكمية الواسعة التطبيق في مجالات البحث العلمي والنظري ولحل المشاكل العلمية في مجالات مختلفة مثل الصناعة والزراعة والنقل والمواصلات، وفي حل المشاكل الاقتصادية والهندسية وغيرها، وتطبق البرمجة الخطية

(1) د سليمان محمد مرجان بحوث العمليات الجامعة المفتوحة طرابلس ص60

بنجاح في مجالات تخطيط وجدولة الإنتاج الصناعي واختيار نسبة مزج المدخلات وفي تخطيط وجدولة الإنتاج الزراعي وتخطيط وجدولة النقل بشتى الطرق، وذلك بالإضافة إلى العديد من التطبيقات العسكرية والتخطيط الاقتصادي على المستوى القومي بصفة عامة وغيرها.

وفيما يتعلق بتطبيق البرمجة الخطية في مجال إدارة الأعمال، نستطيع أن نقول بأن أوجه التطبيق عديدة لا حصر لها تقريبا، وكل يوم يحمل إلينا تطبيقا جديدا للبرمجة الخطية على إحدى المشاكل الإدارية أو الاقتصادية، إن تطبيق البرامج الخطية على المشاكل التي نواجهها يتطلب خيالا خصبا وقدرة على تكوين المعادلات الجبرية كترجمة لوقائع الشروط والمشاكل التي نحاول إيجاد حل لها في الحياة العملية. وتعد البرمجة الخطية من أولى مواضيع بحوث العمليات التي استعملت واكتست شهرة واسعة في مجالات التطبيق الإدارية والاقتصادية. فمشكلة توزيع المواد النادرة تحت شروط وافتراضات معينة مشكلة تتعرض لها إدارة الأعمال كل يوم تقريبا في المجالات الوظيفية المختلفة، سواء كان هذا في إدارة التمويل أو إدارة الإنتاج أو إدارة الأفراد أو التسويق وإضافة إلى النتائج الواضحة والمحددة التي نصل إليها في البرمجة الخطية –وهي بالتأكيد أكثر دقة من استعمال الطريقة التخمينية والقدرات الفردية في محاولة حل المشاكل– يمكننا الحصول على الفوائد التالية:

1)– تقوم البرمجة الخطية بدور ملحوظ في المساعدة على تحليل المشاكل التي تتميز بعدد كبير من المتغيرات والشروط.

2)– تساعد البرمجة الخطية في إرغام الإدارة والمحللين على تحليل التكاليف والإيرادات الخاصة بكل مورد من الموارد المراد توزيعها على البدائل المختلفة. خلاصة القول، يمكن أن نقول بأن البرمجة الخطية تستخدم في جميع المجالات المختلفة في حالة توافر المعلومات والبيانات المتفقة مع الشروط الأساسية لهذا النموذج.

4–خطوات تكوين مشكل البرمجة الخطية:(1)

4–1–تحديد طبيعة المشكلة(تحديد الهدف):

وهي تتعلق بكيفية الوصول إلى أقصى الإيرادات (الأرباح) أو أقل تكلفة(المصروفات) ممكنة وربما أيضا أقل الخسائر الممكنة وكذلك ماهي الإيرادات والمصاريف المتعلقة بالمشكلة. في هذه الخطوة يمكن أن نتساءل مثلا أين توجد المشكلة؟ ماهو سبب المشكلة؟ هل هذا هو السبب الحقيقي؟

(1) د سليمان محمد مرجان مرجع سابق

4-2-تحديد المتغيرات التي تؤثر على هذه المشكلة:

وهي تلك المتغيرات الموجودة في مشكلة البرمجة الخطية والتي تؤثر على الإيرادات والتكاليف وذلك حسب تغيرها. ومن خلال هذه المتغيرات نحاول تغييرها حتى نتمكن من الوصول إلى الحل الأمثل. وهذه المتغيرات تتمثل في المنتجات التي يمكن إنتاجها و بيعها، أو عوامل الإنتاج التي يمكن أن تقدم بنسب مختلفة لإنتاج سلعة ما أو منتجات محددة ومعروفة مثلا. مثلا عدد الوحدات المنتجة من السلعة الأولى =X ، عدد الوحدات المنتجة من السلعة الثانية=Y

4-3-تحديد دالة الهدف:

بعد أن نحدد عدد المتغيرات في مشكلة معينة علينا أن نتساءل ماهو تأثير المتغيرات والقيم المختلفة على دالة الهدف؟ ففي حالة ما يكون الهدف هو البحث عن قيمة عظمى (الأرباح) للمشكلة فعلينا أن نتساءل أو نتعرف على ما هو تأثير هذه المتغيرات على الأرباح؟ فيجب دراسة هذه العلاقات وتحديدها لأنها هي التي بدورها تحدد دالة الهدف، وهذه الدالة تعتبر هي المحور الأساسي لتحليل المشكلة لإيجاد الحل الأمثل، ففي بعض الحالات نجد أن دالة الهدف تتكون من مجموعة من الخطوط المتوازنة تتغير تبعا لتغير القيمة في المتغيرات الموجودة في المشكلة.

4-4-تحديد الحدود والمقيدات في المشكلة:

وضع القيود اللازمة على المتغيرات وعرض هذه القيود بشكل معادلات قابلة للحل، وذلك لأن الموارد التي قد تتوفر تمتاز بأنها محدودة القيمة.

4-5- التكوين النهائي للمشكلة:

قبل البدء في إيجاد الحل الأمثل لهذه المشكلة فمن المستحب وضع ملخص لها، وضع المشكلة في صورة معادلات رياضية خطية ويتكون المشكل الرياضي العام للبرمجة الخطية، وهذه العلاقات الرياضية يجب أن تكون على النحو التالي:

- معادلة دالة الهدف.
- مجموع المعادلات الخطية المفروضة التي تبين شروط ومقيدات المسألة.
- شرط عدم السلبية وفي هذه الحالة يجب وضع المتغيرات المفروضة بأنها تساوي أو أكبر من الصفر لأنه من غير المنطقي أن نقول بأن إنتاج مصنع معين من السلعة يكون بالسالب.

4-6-استخدام إحدى طرق البرمجة الخطية: وهي إما الطريقة الجبرية أو طريقة التحليل البياني أو طريقة ***SIMPLEXE***

5-عرض مسألة البرمجة الخطية: (1)

نموذج البرمجة الخطية قد يكون في شكل قانوني، أو في شكل معياري وتأخذ المسألة الشكل المعياري (standard) إذا كانت القيود عبارة عن معادلات على النحو التالي:

$$\begin{bmatrix} [\text{Min}]\ Z=C_i X_i \\ A_i X_i = b_i \\ X_i \geq 0 \end{bmatrix} \quad \text{أو} \quad \begin{bmatrix} [\text{Max}]Z=C_i X_i \\ A_i X_i = b_i \\ X_i \geq 0 \end{bmatrix}$$

Max : تعني تعظيم أي Maximisation
Min : تعني تدنئة أي Minimisation
Z : دالة الهدف أو الدالة الاقتصادية
X_i : متغيرات البرنامج والمطلوب البحث عن قيمتها
C_i : معاملات الدالة الاقتصادية
A_i : معاملات القيود
b_i : القيم الحرة

أما إذا كانت قيود المسألة عبارة عن متراجحات أو متباينات فنقول أن المسألة على شكل قانوني (Canonique) وتأخذ إحدى الصيغتين التاليتين:

$$\begin{bmatrix} [\text{Min}]\ Z=C_i X_i \\ A_i X_i \leq b_i \\ \text{ou}\quad A_i X_i \geq b_i \\ X_i \geq 0 \end{bmatrix} \quad \text{أو} \quad \begin{bmatrix} [\text{Max}]Z=C_i X_i \\ A_i X_i \leq b_i \\ \text{ou}\quad A_i X_i \geq b_i \\ X_i \geq 0 \end{bmatrix}$$

تكون المسألة المطروحة بشكل عام على النحو الموالي:

(1) أستاذ اليمين فالتة بحوث العمليات جامعة محمد خيضر بسكرة كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير 2006 ص 28

$$[Max/Min]Z=C_1X_1+C_2X_2+.....+C_nX_n$$

$$\text{Sous} \begin{cases} a_{11}x_1+a_{12}x_2+.....+a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1+a_{22}x_2+.....+a_{2n}x_n \leq b_2 \\ ..... \\ a_{m1}x_1+a_{m2}x_2+.....+a_{mn}x_n \leq b_m \\ x_i \geq 0 \end{cases}$$

ولحل أي من المسألتين لدينا الطرق التالية: الطريقة الجبرية – طريقة الرسم البياني– الطريقة المبسطة(Simplexe)

ولتقريب الفهم أكثر لنموذج البرمجة الخطية يبدو مفيدا أخذ مثال على ذلك ونطبق عليه جميع الطرق

مثال:

مستثمر فكر ببناء مصنع صغير لإنتاج نوعين من الألبسة: النوع A حيث كان سعر السوق يصل إلى 15 وحدة نقدية والنوع الثاني بسعر 12 وحدة نقدية وأن إنتاج هذين النوعين من الألبسة يمر بثلاث أقسام إنتاجية:

1– قسم الخياطة: الذي لا تتجاوز طاقته الإنتاجية 54 ساعة عمل للدورة الواحدة وأن النوع A يحتاج إلى 3 ساعات عمل في هذا القسم أما النوع B فيحتاج إلى 6 ساعات عمل.

2– قسم النسيج: الذي لا تتجاوز الإنتاجية 48 ساعة عمل للدورة الإنتاجية حيث أن النوع A يحتاج إلى 6 ساعات عمل بينما النوع B يحتاج إلى 3 ساعات عمل.

3– قسم التجهيز النهائي والتعبئة: وهو محدد بطاقة 90 ساعة عمل لكل من النوعين

غير أن المشكلة بالنسبة لهذا المستثمر هي معرفة عدد الكميات المنتجة من النوعين A و B والتي تؤدي إلى تعظيم الأرباح

إذن المشكل المطروح في هذه الحالة هو صياغة هذه المسألة في شكل نموذج البرمجة الخطية وتحديد التشكيلة الإنتاجية المثلى من النوعين لتحقيق أقصى ربح ممكن.

حل المسألة

قبل صياغة النموذج الرياضي الخاص بهذه المسألة يستوجب بنا التأكد من وجود المتطلبات المذكورة سابقا لتكوين نموذج البرمجة الخطية

* من خلال المسألة المطروحة أمامنا يتضح أن المؤسسة تسعى إلى تحقيق هدف مهم وهو تعظيم الأرباح وذلك بالبحث عن أفضل توليفة من بين العديد من التوليفات الممكنة.

* هذا الهدف تحكمه مجموعة من القيود والشروط التي في ظلها يتم تحقيقه وتتمثل هذه القيود في ساعت العمل المتاحة في كل من قسم الخياطة، قسم النسيج، قسم التعبئة

* يتضح أيضا بأن كلا النوعين يتم إنتاجهما في نفس الأقسام أي أنها متعددة الاستخدامات وبالتالي فهي عوامل إنتاج غير قابلة للإحلال، وهذا هو الشرط الأساسي والمهم في البرمجة الخطية وبدونه لا يمكن حل هذه المسائل بطرق البرمجة الخطية

من أجل التمكن من صياغة هذه المشكلة ينبغي تحديد المتغيرات التي سوف يتم التعامل بها فلنفرض أن X : هي الكمية المنتجة من النوع A

Y : هي الكمية المنتجة من النوع B

Z : قيمة الربح المحتمل تحقيقه.

1-دالة الهدف:

وهي معادلة تعبر عن الهدف الذي يسعى إليه متخذ القرار ففي هذا المثال المستثمر يسعى إلى تحقيق هدف تعظيم الأرباح، فإذا كان الربح المحتمل تحقيقه من بيع وحدة واحدة من النوع A هو 15 وحدة نقدية، فإن الربح المحتمل تحقيقه من بيع كل الوحدات الممكن إنتاجها من هذا النوع هو X15 وحدة نقدية.

وإذا كان الربح المحتمل من بيع وحدة واحدة من (B) هو 12 وحدة نقدية، فإن الربح المتوقع تحقيقه من بيع كل الوحدات من هذا النوع هو Y12 وحدة نقدية

وبالتالي فإن دالة الهدف تكون كمايلي: **[Max] Z = 15x + 12y**

2- القيود:

القيود هي المعادلات أو المتراجحات (المتباينات) التي تعبر عن ظروف أو شروط المسألة، والتي لا يمكن تجاوزها إذ تؤدي إلى تحقيق الهدف وفي ظلها سوف يتم اتخاذ القرار الملائم واختيار أفضل الحلول.

1)- قيد قسم الخياطة : $3X + 6Y \leq 54$

تعني هذه المتباينة أنه إذا كانت كل وحدة واحدة من النوع الأول (A) تتطلب 3 ساعات عمل في قسم الخياطة، فإن عدد الوحدات الإجمالية التي يمكن إنتاجها من هذا النوع سوف يستغرق في هذا القسم X3 ساعة عمل وكذلك الأمر بالنسبة للنوع الثاني

(B) الذي يستغرق في هذه الورشة زمنا قدره Y6 ساعة عمل، وبالتالي فإنه لإنتاج النوعين معا يجب أن لا تتجاوز ساعات العمل الإجمالية 54 ساعة عمل وهي طاقة قسم الخياطة أو أقصى ساعات العمل المخصصة في هذه الورشة لتصنيع كلا النوعين من الألبسة.

2)- قيد قسم النسيج: $6X + 3Y \leq 48$

يشير هذا القيد أنه لإنتاج وحدة واحدة من النوع A نحتاج إلى 6 ساعات عمل في قسم التصنيع وبالتالي لإنتاج إجمالي الوحدات من هذا النوع فإنه نحتاج إلى X6 ساعة عمل

ونفس الشيء بالنسبة إلى النوع الثاني B حيث يحتاج إنتاج إجمالي الوحدات من B إلى Y3 وهذا في حدود طاقة قسم النسيج الذي ينبغي ألا يستغرق أكثر من 48 ساعة

3)- قيد قسم التعبئة: $9X + 9Y \leq 90$

إن هذا القسم يخصص 9 ساعات عمل لكل وحدة من النوعين وبالتالي فهو يخصص X 9 لإجمالي الوحدات من A و Y9 لإجمالي الوحدات من B

4)- قيد عدم السلبية $X \geq 0$, $Y \geq 0$

هذا القيد يعني أن عدد الوحدات المنتجة من النوعين (A,B) يجب أن لا تكون سالبة لأن ذلك ليس له أي معنى اقتصادي .

وعلى هذا الأساس يمكن جمع النقاط السابقة للوصول إلى صياغة النموذج الرياضي للمسألة كما يلي :

$$[Max]Z = 15x + 12y$$
$$\text{Sous} \quad 3x + 6y \leq 54$$
$$6x + 3y \leq 48$$
$$9x + 9y \leq 90$$
$$x \geq 0 \ , \ y \geq 0$$

وكما نلاحظ فإن العلاقات التي تربط بين المتغيرات هي خطية إ ذ لا يمكن ظهور علاقات على شكل : ..... , xy , $\log x$, $\ln y$ لأنها ليست خطية

بعد صياغة النموذج الرياضي للمسألة سوف نحاول حله بالطرق السابق ذكرها

6-2-3طبيعة وحجم القيود المفروضة:

ويقصد بها حجم القيود المفروضة من الحكومة على وسائل النقل ومستخدمي هذه الوسائل فقد تؤدي هذه القيود إلى إضافة تكاليف جديدة نتيجة ضرورة استيفاء بعض الشروط، مما قد يزيد من تكلفة النقل وبنفس المنطق قد تكون هذه القيود بتحديد أسعار وسائل النقل مثلا مما قد يخفض من تكلفة النقل بالنسبة للمنشأة.

6-2-4مدى استقرار تكلفة النقل في إقليم معين:

فكلما استقرت تعريفة النقل والشحن كلما أدى ذلك إلى انخفاض تكلفة النقل والعكس صحيح.

6-2-5موسمية حركة نقل المنتجات:

ففي حالة موسمية عملية النقل أي تركيز النقل في فترة معينة فإن ذلك يمثل ضغطا على وسائل النقل المتاح مما قد يرفع أسعارها، وبالتالي يزيد من تكلفة النقل والعكس في حالة انخفاض حركة النقل.

7-الخصائص الواجب توافرها في نظام خدمة النقل (1)

حيث أن خدمة العملاء هي الهدف الأساسي والأهم في المؤسسة، فإن كل نشاط يجب أن يساهم في تحقيق مستوى الخدمة المطلوب (المخطط) والذي ترغب المنشأة في تقديمه لهؤلاء العملاء. لذلك فإن نشاط النقل يعتبر واحدا من أهم العوامل المؤثرة على مستوى الخدمة. وأهم خصائص خدمة النقل التي تؤثر على مستوى الخدمة هي:

1- مدى الاعتماد على نظام خدمة النقل وذلك بالتنسيق بين مكونات النظام وأدواته.

2- مدة النقل حيث كلما استخدمت وسائل النقل السريعة التي تعمل على تقليل هذه المدة كلما حسن ذلك من مستوى الخدمة المقدم للعملاء.

3- القدرة على تغطية السوق إذ يمكن ذلك من توصيل الخدمات.

4- المرونة حيث ترتبط بمدى موافقة وتكيف المنتجات لمتطلبات النقل.

5- التلفيات أو الخسائر في المنقولات إذ يجب أن تكون في أدنى حد لها إن لم يكن لا وجود لها، وإلا انخفض مستوى الخدمة المقدم للعملاء. وكلما زادت معدلات التلف أو الضياع بالنسبة للمنقولات كلما أدى ذلك إلى انصراف العميل عن التعامل مع الجهة المسؤولة عن خدمة النقل.

6- قدرة الجهة المسؤولة عن خدمة النقل على أن تقدم خدمات أكبر من مجرد النقل مثلا أن تصبح جزءا أساسيا في برنامج التسويق الكلي.

(1) نفيدة علي هلال إدارة المواد والإمداد جامعة الإسكندرية 1998

8-واقع النقل في الجزائر: (1)

عرفت الهياكل القاعدية في الجزائر تطورا نوعيا وكميا، حيث يتم إنجاز مشاريع في مختلف جهات الوطن هذا لإحداث تنمية شاملة، غير أنه في السنوات الأخيرة كان إنجاز المشاريع في هذا القطاع ضعيفا مقارنة بالسنوات السابقة هذا بسبب الأزمة الاقتصادية التي عانت منها الجزائر منذ سنة **1986** والتي أدت إلى نقص التمويلات اللازمة لإنجاز مختلف شبكات الطرقات.

شبكة الطرقات:

تعتبر شبكة الطرقات في الجزائر من أهم الشبكات على مستوى المغرب العربي الكبير من حيث الكم فهي تساهم بفعالية في التنمية الاقتصادية باعتبارها أكثر استعمالا مقارنة بالهياكل القاعدية الأخرى لكونها أقل تعقيدا ولا تتطلب لا إلى تقنيات عالية ولا إلى أموال باهضة كما هو الشأن بالنسبة للمطارات والموانيء. ويمكننا تصنيف شبكة الطرقات إلى ثلاثة أصناف: وطنية، ولائية وبلدية.

السنوات / الطرق	1988	1989	1990	1991	1992
الطرق الوطنية	25520	26094	25823	26179	26029
الطرق الولائية	21149	21748	22176	22132	22626
الطرق البلدية	42506	40301	42032	47193	48511

تطور شبكة النقل في الجزائر خلال الفترة ما بين ***1988 -1992*** (الوحدة بالكلم)

(1)المصدر: الديوان الوطني للإحصائيات نشرة *1994* لنتائج سنة *1992 ص248-250*

يتضح من الجدول أعلاه أن شبكة الطرقات باختلافها تعرف تذبذبا بين الارتفاع والانخفاض حسب السنوات فقد عرفت الطرق الوطنية ارتفاعا بين سنتي **1988-1989** بمعدل **8.30%** ثم انخفضت سنة **1990**بنسبة**7.20%** ، كذلك الأمر بالنسبة للطرق الولائية والبلدية التي عرفت هي الأخرى انخفاضا سنة **1989** مقارنة بالنسبة السابقة بمعدل **8.5%** ثم عادت للارتفاع سنة **1992** وهذا الارتفاع والانخفاض يرجع إلى فتح طرق جديدة خاصة البلدية منها لقلة تكلفتها مقارنة مع الأخرى
وتحويل الطرق البلدية إلى ولائية والولائية إلى وطنية وإصلاح بعض الطرق غير المستعملة.

(1) (2) مجلة الاقتصاد والماناجمنت : السياسات الاقتصادية واقع وآفاق،منشورات كلية العلوم الاقتصادية والتسيير جامعة أبو بكر بلقا يد تلمسان

المنشآت القاعدية للسكك الحديدية: (2)

يمكن للسكك الحديدية أن تقدم حلا نهائيا لمسألة نقل البضائع بين مختلف مناطق الوطن لذلك حظي هذا القطاع باهتمام خاص في كل المخططات التنموية ومن جملة هذه المخططات المخطط الوطني لسنة **1991** الذي عمل على تحقيق مايلي:

-إعادة هيكلة شبكة السكك الحديدية وتحسين نظام التأمين على حوادث القطارات.
-تجديد الخطوط القديمة.
-إنشاء تفرعات خاصة بهدف تأمين المواصلات وتوفيرها للمناطق المحرومة.

الهياكل القاعدية للمطارات:

تعرف المطارات كثافة في نشاطها وزيادة مستمرة في الطلب على خدماتها هذا باعتبارها الركيزة الأساسية للنقل الجوي فارتفاع الطلب على النقل الجوي يؤدي إلى تطوير المطارات وزيادة عددها تلبية لحاجياتها. ولقد أولت الدولة أهمية كبيرة لقطاع الملاحة الجوية حيث سعت إلى تطوير المطارات وتحديثها وكذلك فتح مطارات جديدة كما أعدت برامج خاصة عبر مختلف مخططاتها الإنمائية من أجل تطوير وتحسين الهياكل القاعدية للمطارات، فقد تم تسجيل تطورات في النقل الجوي خلال الفترة الممتدة مابين سنتي **1980-1984** أهمها تحقيق معدل نمو حركة المسافرين قدره **30%** بالمناطق الجنوبية وهذا بفعل التسهيلات السياسية التعريفية آنذاك أما عن المشاكل التي تعاني منها الملاحة الجوية فهي تتمثل في:
-تجهيزات ووسائل الملاحة الجوية والأمن لا تتماشى ومتطلبات تطوير النقل الجوي.
-افتقار المخططات النهائية لأدنى خدمات هذا القطاع.
-نقص الاصلاحات للمدارج والمساحات الكبرى المخصصة للحركة.

المبحث الثاني: التوزيع

المطلب الأول: ماهية التوزيع؟

1-مفهوم التوزيع:

يمكن تعريف التوزيع أنه "مجموع العمليات التي تسمح وتساهم في إيصال وتحريك المنتوج من مكان إنتاجه حتى تسليمه للمستهلك أو المستخدم"(1) كما نجد تعريفا آخر وهو للأستاذ J-Haw (2) يعرف التوزيع على أنه المرحلة الاقتصادية التي تلي مرحلة الإنتاج وتتضمن جميع الأنشطة التي تسمح بوضع السلع والخدمات المنتجة في متناول المستهلك

كما يمكن تعريفه بأنه"وظيفة تعكس انسياب وتدفق السلع بعد الانتهاء من إنتاجها وتعبئتها وتغليفها وتسعيرها من المنتج إلى المستهلك النهائي وذلك من خلال قنوات أو منافذ توزيعية متنوعة"(3).

نستنتج من هذه التعاريف أن التوزيع هو مجموع العلميات التي تتخذها الإدارة وتطبق على المنتوج منذ اللحظة التي يكون فيها مهيأ للاستعمال حتى وصوله واستلامه من قبل المستهلك النهائي وهذه العمليات تكون مطبقة على حركة المنتوج وذلك بانتقال السلع من مواقع انتاجها إلى مواقع استهلاكها. ومن هنا يظهر دور النقل في التوزيع ومدى ترابطهما إذ نجد أحيانا أن كفاءة المؤسسات التوزيعية تعتمد على مدى كفاءة أسلوب النقل الذي تعتمده.

2- أهمية التوزيع:

إن للتوزيع أهمية بالغة وذلك من خلال المنافع التي يقدمها للمستهلك والتي ندرجها كالآتي حسب P.Kotler-B.Dubois : (4)

المنفعة الشكلية:

وهي القيمة التي يدركها المستهلك في السلعة أو الخدمة عندما تأخذ شكلا أو وضعا معينا، ومن الخطأ أن يعتقد بأن المنفعة الشكلية تقتصر على عملية الإنتاج فقط، بل تتعدى ذلك لتشمل حتى عملية التوزيع التي يقوم بها المنتج أو الوسطاء من خلال تجزئة السلعة وبيعها وعرضها في أماكن تساعدهم على رؤيتها واقتنائها.

(1) Claude Demeure " *MARKETING* " *A*ide memoire 5e edition Paris 2005 P167
(2) J.Haw " *Distribution*" Edition d'organisation Paris 1978 P8
(3) محمود صادق بازرعة "إدارة التسويق" دار النهضة العربية،القاهرة 1975 ص398
(4) P.Kotler ; B.Dubois, "Marketing management, analyse planification et contrôle", Publi-Union, 1978 P303-304

6-طرق حل مسألة البرمجة الخطية:

6-1-طريقة الرسم البياني:

6-1-1حالة التعظيم:

يتميز الحل لمشكلة البرمجة الخطية بالسهولة والوضوح والسرعة، إذ إننا بالنظر للرسم البياني في معلم متعامد ومتجانس الذي تتمثل فيه جميع الشروط والمتغيرات يمكننا أن نجد الحلول المختلفة للمشكلة و أن نقارن القيم التي تتخذها الدالة الهدفية في هذه الحلول، بمعنى نقارن الأرباح والإيرادات أو التكاليف عند هذه الحلول المقارنة. إلا أنه لا يمكننا الحصول على الحل البياني للمشكلة إلا إذا كان هناك متغيران أو ثلاثة على أكثر تقدير(1)

يمكن القول بأن الغرض العام من عرض هذه الطريقة، إنما يتمثل في توفير المفاهيم الأساسية اللازمة لاستخدام الأساليب الجبرية لحل البرمجة الخطية متعددة المتغيرات.
وبالطبع تتطلب الطريقة البيانية تحديد المشكلة والقيود التي تحيط بها تمهيدا لإجراء عدد من العمليات الحسابية اللازمة لقياس الإمكانيات الفنية المتاحة والتي يمكن أن يقع الحل في نطاقها وذلك في صورة خطوط مستقيمة (2)

ففي مثالنا هذا لدينا: $9X + 9Y \leq 90$ $\quad 6X + 3Y \leq 48$ و $3X + 6Y \leq 54$

- ليكن (Δ_1) مستقيم يعبر عن القيد الأول $3X + 6Y \leq 54$
- ليكن (Δ_2) مستقيم يعبر عن القيد الثاني $6X + 3Y \leq 48$
- ليكن (Δ_3) مستقيم يعبر عن القيد الثالث $9X + 9Y \leq 90$

في هذه الطريقة نقوم بعملية رسم معادلات القيود باتباع الخطوات التالية:
- رسم القيود على هيئة خطوط
- تحديد زوايا منطقة الحلول الممكنة
- إيجاد قيم زوايا منطقة الحل

تحديد نقطة الحل الأمثل

1- رسم القيود على هيئة خطوط:

المعادلة (1): $3X + 6Y = 54$

نفرض أن أحد المتغيرين يساوي0 ونعوض في المعادلة من أجل تحديد قيمة المتغير الآخر

فنفرض أن $x=0$ ونعوض في المعادلة الأولى فنجد $3(0) + 6y=54 \Rightarrow y=9$

(1) د سليمان محمد مرجان بحوث العمليات الجامعة المفتوحة طرابلس 2000 ص76
(2) د فتحي رزق السوافيري مدخل معاصر في بحوث العمليات تطبيقات باستخدام الحاسب كلية التجارة جامعة الإسكندرية الدار الجمعية 2004 ص28

ولما نعوض في نفس المتباينة ب y=0 نجد: $3x + 6(0) = 54 \Rightarrow x = 18$

وبالتالي المستقيم (Δ_1) يمر عبر النقطتين اللتين إحداثياتهما على التوالي:

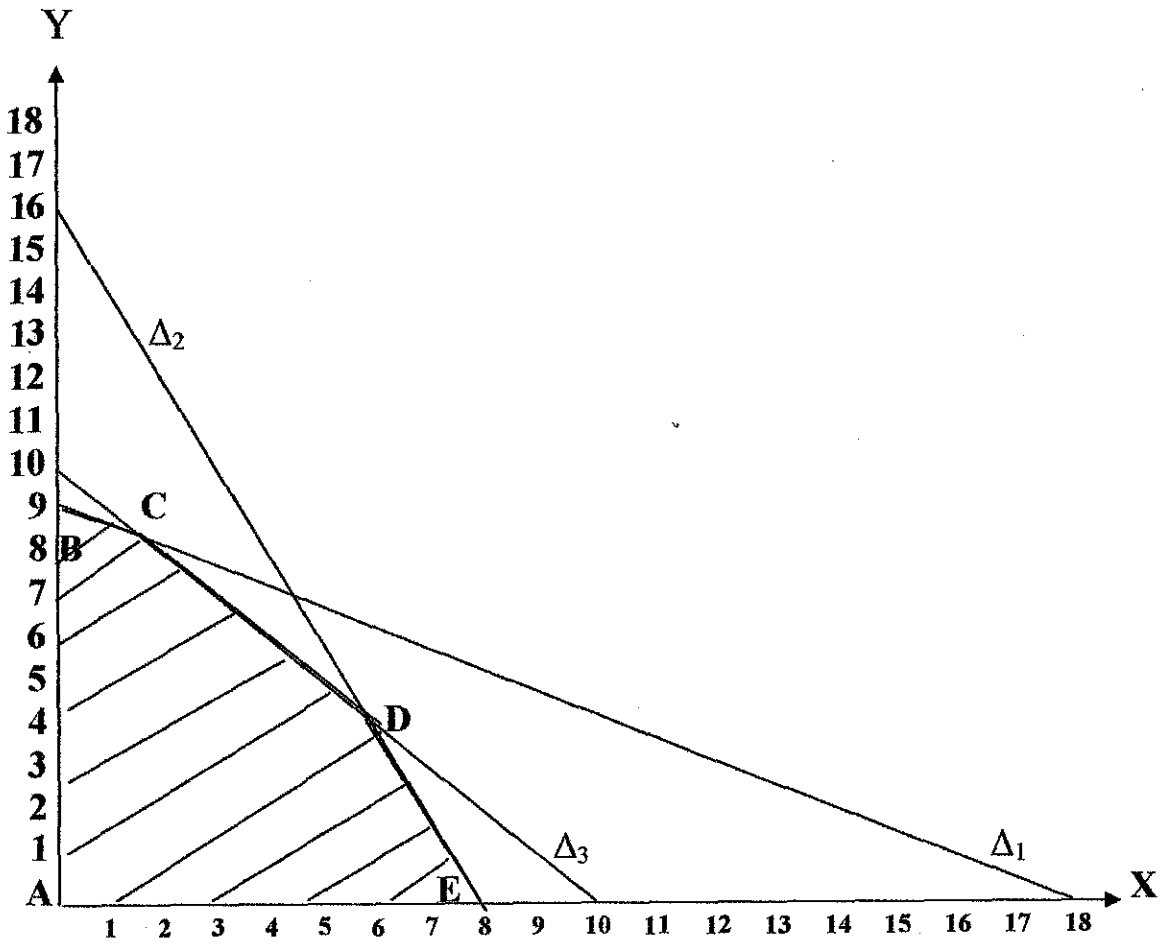
(x=18 , y=0) (x=0 , y=9) ومن هنا فإن حلول المتراجحة بيانيا هي النقط التي تقع على المستقيم (Δ_1) وما تحته كما في الشكل (1)

أما بالنسبة للقيد الثاني فبنفس الطريقة نجد أن المستقيم (Δ_2) يمر عبر النقطتين

(x=8 , y=0) (x=0 , y=16) ومن هنا فإن حلول المتراجحة بيانيا هي النقط التي تقع على المستقيم (Δ_2) وما تحته كما في الشكل(1)

أما بالنسبة للقيد الثالث فبنفس الطريقة نجد أن المستقيم (Δ_3) يمر عبر النقطتين

(x=10 , y=0) (x=0 , y=10) ومن هنا فإن حلول المتراجحة بيانيا هي النقط التي تقع على المستقيم (Δ_3) وما تحته كما في الشكل (1)



الشكل (1-1)

نسمي المساحة المحصورة بين النقاط (ABCDE) بمنطقة أو مساحة الحلول الممكنة حيث أن أي نقطة ضمن هذه المنطقة تعطي حلا للمسألة لكنها ليست كلها حلولا مثلى،

ولتحديد أي منها حلا أمثلا نقوم بمقارنة قيمة دالة الهدف عند مختلف نقاط الحدود أو أطراف مساحة الحلول الممكنة.

في النقطة A

$$[Max]\ Z_{(0,0)}=15(0)+12(0)=0$$
$$\text{sous :}\quad 3(0)+6(0)<54$$
$$6(0)+3(0)<48$$
$$9(0)+9(0)<90$$
$$x\ y \geq 0$$

يسمى الحل في هذه النقطة بالحل المبدئي أو القاعدي نلجأ إليه للإنطلاق في عملية تحسين الحل، لكن من الناحية الاقتصادية ليس له أي معنى اقتصادي ومع ذلك فهو يعتبر حلا ممكنا لأنه يتماشى مع القيود الموضوعة ومع شروط عدم السلبية وعدم وجود إنتاج في هذه النقطة يعني أن المشروع في هذه النقطة يحقق ربحا مقداره صفر وهذا لا يتماشى مع المنطق الاقتصادي

في النقطة B

$$[Max]\ Z_{(0,9)}=15(0)+12(9)=108$$
$$\text{sous :}\quad 3(0)+6(9)=54$$
$$6(0)+3(9)<48$$
$$9(0)+9(9)<90$$
$$x\ y \geq 0$$

في هذه النقطة نلاحظ أن هناك 9 وحدات من النوع B ولا يتم إنتاج إي وحدة من النوع A وأن المشروع يحقق ربحا قدره 108 وحدة نقدية وهو حل أحسن من الحل السابق وفي نفس الوقت يحقق الشروط المذكورة أعلاه.

في النقطة E

$$[Max]\ Z_{(8,0)}=15(8)+12(0)=120$$

$$\text{sous :}\quad 3(8)+6(0)<54$$
$$6(8)+3(0)=48$$
$$9(8)+9(0)<90$$
$$x\ y \geq 0$$

في هذه النقطة يكون إنتاج 8 وحدات من النوع الأول A ولايتم إنتاج أي وحدة من النوع الثاني ونلاحظ أن الأرباح ارتفعت أكثر مما سبق غير أنه لا يمكن اعتباره حلا مثاليا إلا بعد اختبار بقية النقاط بهدف تحسين الحل وإيجاد توليفة أفضل من هذه.

أما النقطتين C D فقد تم تحديدهما كما يلي وذلك من خلال تقاطع المستقيمات كما في الشكل:

في النقطة C

ناتجة من خطي تقاطع المعادلتين :

$3x + 6y = 54$.....(1)

$9x + 9y = 90$.....(2)

من (2) نجد : $x = 10 - y$

نعوض $x=10 - y$ في (1) فنجد $3(10-y) + y = 54 \Rightarrow \underline{y=8}$

$y=8 \Rightarrow x=10-8=2 \quad \underline{x=2}$

وبذلك تكون قيمة النقطة C

$[Max]\ Z_{(2,8)}=15(2) + 12(8) = 126$

sous : $3(2) + 6(8) = 54$

$6(2) + 3(8) < 48$

$9(2) + 9(8) = 90$

$x\ y \geq 0$

نلاحظ أن الأرباح ارتفعت أيضا أكثر من السابق وتحدد الإنتاج بمقدار 2 من النوع A و8 وحدات من النوع B كما تم تحقيق كل الشروط بما فيها شرط عدم السلبية

في النقطة D

ناتجة من خطي تقاطع المعادلتين :

$6x + 3y = 48$.....(2)

$9x + 9y = 90$.....(3)

من (3) نجد : $x = 10 - y$

نعوض $x=10 - y$ في (2) فنجد $6(10-y) + 3y = 48 \Rightarrow \underline{y=4}$

$y=4 \Rightarrow x=10-8=6 \quad \underline{x=6}$

وبذلك تكون قيمة النقطة D

$[Max]\ Z_{(6,4)}=15(6) + 12(4) = 138$

sous : $3(6) + 6(4) < 54$

$6(6) + 3(4) = 48$

$9(6) + 9(4) = 90$

$x\ y \geq 0$

يتضح مما سبق أن النقطة D تمثل حلا أمثلا باعتبارها قد حصلت على أعلى قيمة نتجت من جراء استغلال كامل الطاقات المتاحة في العمليات الإنتاجية. وعلى ضوئها نقرر أن أفضل تشكيلة تمثلت بكمية من الألبسة من النوع A مقدارها 6 ومن النوع B مقدارها 4 مما أدى إلى تحقيق أعلى مستوى من الأرباح يتحقق في منطقة الحل الممكن مقارنة بنقاط الحل الأخرى.

6-1-2 – تدنئة التكاليف:

لا يختلف كثيرا حل النموذج في حالة تدنئة التكاليف عن نموذج أعلى العوائد إلا في إشارة دالة الهدف التي تغيرت إشارتها من Max إلى Min وفي إشارة القيود التي كانت أقل من أو يساوي إلى أكبر من أو يساوي بينما الحصول على قيمة كل من x y فيكون بنفس الطريقة السابقة ولفهم هذا الأسلوب جيدا نكتفي بالمثال البسيط التالي:

$$\text{Min } z = 80x + 60y$$

$$\text{sous: } \begin{cases} 18x + 12y \geq 180 \\ 6x + 9y \leq 162 \\ 5x + 10y = 110 \\ x\ y \geq 0 \end{cases}$$

دائما على نفس الطريقة السابقة نحول القيود ونرسمها على شكل مستقيمات

المعادلة (1): $18X + 12Y = 180$

نفرض أن $x=0$ ونعوض في المعادلة الأولى فنجد $18(0) + 12y = 180 \Rightarrow y = 15$

ولما نعوض في نفس المتباينة ب $y=0$ نجد: $18x + 12(0) = 180 \Rightarrow x = 10$

وبالتالي المستقيم (Δ_1) يمر عبر النقطتين اللتين إحداثياتهما على التوالي:

$(x=10\ ,\ y=0)$ $(x=0\ ,\ y=15)$ ومن هنا فإن حلول المتراجحة بيانيا هي النقط التي تقع على المستقيم (Δ_1) ومافوقه كما في الشكل

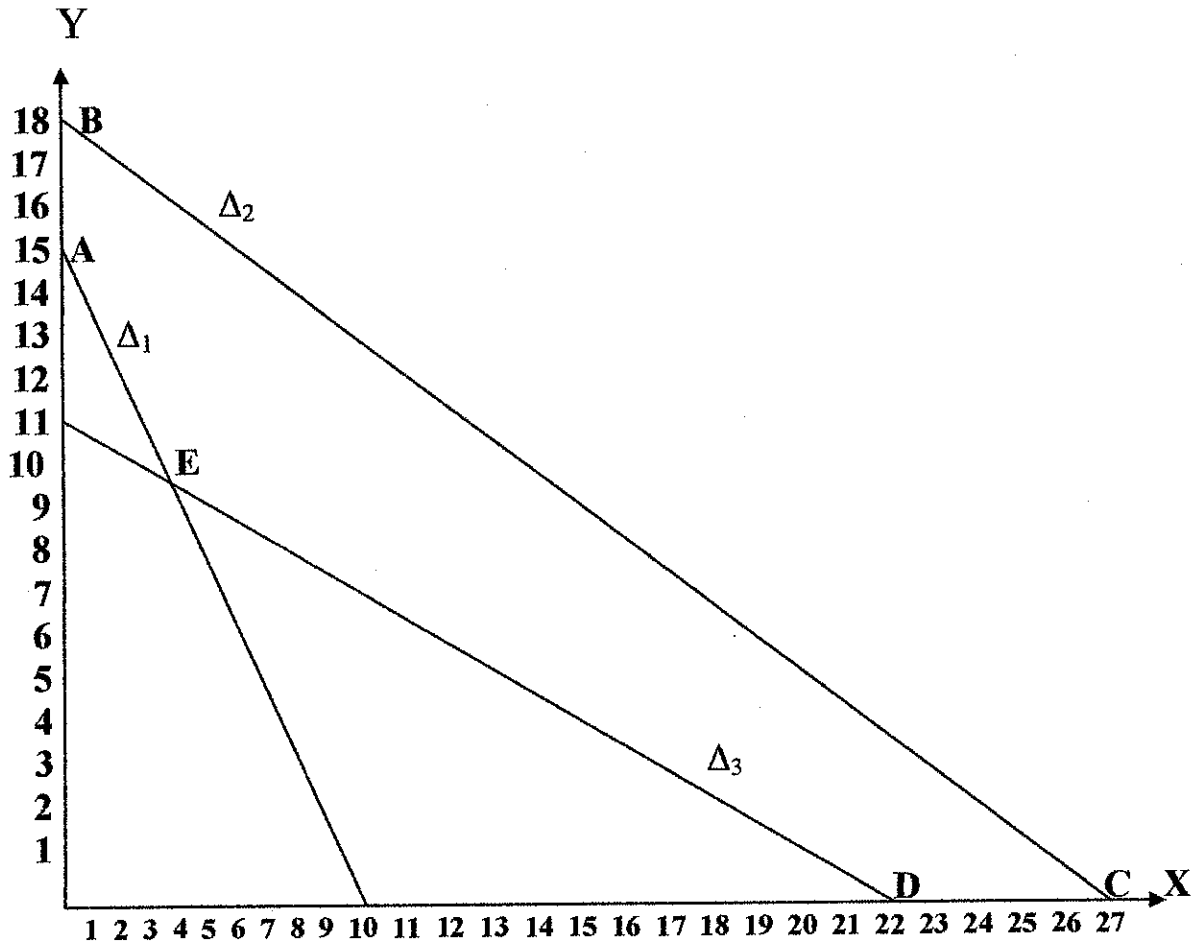
أما بالنسبة للقيد الثاني فبنفس الطريقة نجد أن المستقيم (Δ_2) يمر عبر النقطتين

$(x=27\ ,\ y=0)$ $(x=0\ ,\ y=18)$ ومن هنا فإن حلول المتراجحة بيانيا هي النقط التي تقع على المستقيم (Δ_2) وما تحته كما في الشكل

أما بالنسبة للقيد الثالث فبنفس الطريقة نجد أن المستقيم (Δ_3) يمر عبر النقطتين

$(x=22\ ,\ y=0)$ $(x=0\ ,\ y=11)$ ومن هنا فإن حلول المتراجحة بيانيا هي النقط التي تقع على المستقيم (Δ_3)

الشكل (1-2)



الشكل (1-2)

$\text{Min } Z_{A(0,15)} = 80(0) + 60(15) = 900$

$\text{Min } Z_{B(0,18)} = 80(0) + 60(18) = 1080$

$\text{Min } Z_{C(27,0)} = 80(27) + 60(0) = 2160$

$\text{Min } Z_{D(22,0)} = 80(22) + 60(0) = 1760$

أما النقطة E الناتجة من تقاطع المعادلتين الأولى والثالثة، فيتم تحديدها كالتالي:

$18x + 12y = 180$ .....(1)

$5x + 10y = 110$ .....(3)

من (3) نجد : $x = 22 - 2y$

نعوض $x = 22 - 2y$ في (1) فنجد $18(22 - 2y) + 12y = 180 \Rightarrow \underline{y = 9}$

$y = 9 \Rightarrow x = 22 - 18 = 4 \quad \underline{x = 4}$

وبذلك تكون قيمة النقطة E : $\text{Min } Z_{E(4,9)} = 80(4) + 60(9) = 860$

وتعتبر هذه النقطة هي المثلى لكونها تمثل أدنى مستوى في التكليف من النقاط الأخرى.

أي أننا نقوم هنا بإنتاج 4 وحدات من x و9 وحدات من Y وهي تحقق قيود المشكلة

6-1-3-حالات خاصة في الرسم البياني:

1- حالة وجود أكثر من حل أمثل واحد(1)

في بعض الحالات نجد أن الرسم البياني يقدم حلولا متعددة للمسألة، تعطي قيما متساوية ادالة الهدف وهذا يكون خاصة عندما تكون متغيرات وقيود المسألة محدودة، وتسمى الحلول في هذه الحالة بالحلول البديلة، هذه الأخيرة تمنح للمؤسسة مجالا واسعا للاختيار وفقا لما تراه مناسبا.

فمثلا لونفرض أن أحد مستهلكي المادتين يبحث عن تحديد أفضل توليفة ممكنة من السلعتين (A , B) في حدود ميزانيته المقدرة بمبلغ 300 وحدة نقدية، على أن لا تتجاوز عدد الوحدات المستهلكة من السلعة A 8 وحدات نقدية ومن السلعة B 3 وحدات نقدية فإذا كانت المنفعة الناتجة عن استهلاك الوحدة الواحدة من السلعة A هي 20 وحدة قياس ، والمنفعة الناتجة عن استهلاك السلعة B هي 40 وحدة قياس منفعة فالمطلوب إذا هو البحث عن أفضل توليفة من السلعتين علما أن سعر الوحدة الواحدة من السلعة A هو 30 وحدة نقدية وسعر الوحدة الواحدة من السلعة B هو 60 وحدة نقدية.

بناء على المعطيات السابقة ولبناء النموذج الخاص بهذه المسألة نفرض دائما أن x تمثل عدد الوحدات المستهلكة من السلعة A و y تمثل عدد الوحدات المستهلكة من السلعة B

$$\text{Max } Z = 20x + 40y$$

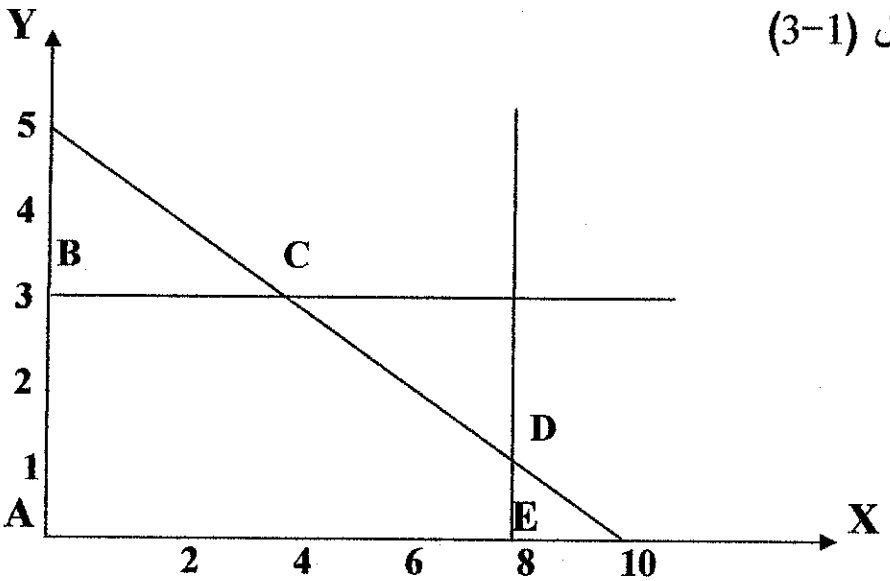
$$\text{sous : } x \leq 8 \quad \text{شرط استهلاك A}$$

$$y \leq 3 \quad \text{شرط استهلاك B}$$

$$30x + 60y \leq 300 \quad \text{قيد الميزانية}$$

$$x\ y \geq 0 \quad \text{عدم السلبية}$$

الشكل (1-3)



(1) اليمين فالتة بحوث العمليات مرجع سابق

تمثل المساحة A B C D E مساحة الحلول الممكنة حيث القيم المختلفة ملخصة في الجدول التالي:

النقاط	الكمية المستهلكة من A	الكمية المستهلكة منB	قيمة دالة الهدف	المبلغ المخصص للميزانية
A	0	0	00	00
B	0	3	120	180
C	4	3	200	300
D	8	1	200	300
E	8	0	160	240

نلاحظ وجود خيارين أمام هذا المستهلك وكل خيار يمثل في حد ذاته حلا أمثلا ويعطي نفس درجة الإشباع أو المنفعة، ولكن باستهلاك كميات مختلفة من السلعتين وهذين الاختيارين هما

- الاختيار الأول: عند النقطة C حيث يمكن لهذا الشخص استهلاك أربع وحدات من A وثلاث وحدات من B ويحقق بذلك أقصى منفعة كلية قدرها 200 وحدة منفعة في حدود الميزانية المخصصة والمقدرة ب 300 وحدة نقدية أي Y=3 , X=4 , z=200

- الاختيار الثاني: هذا الاختيار يظهر عند النقطة D حيث يمكنه استهلاك 8 وحدات من السلعة A مقابل وحدة واحدة من السلعة B ويحقق كذلك أقصى منفعة قدرها أيضا 200 وحدة منفعة وفي نفس الوقت استهلاك كامل المبلغ المخصص أو الميزانية أي

Z=200 , X=8 , Y=1

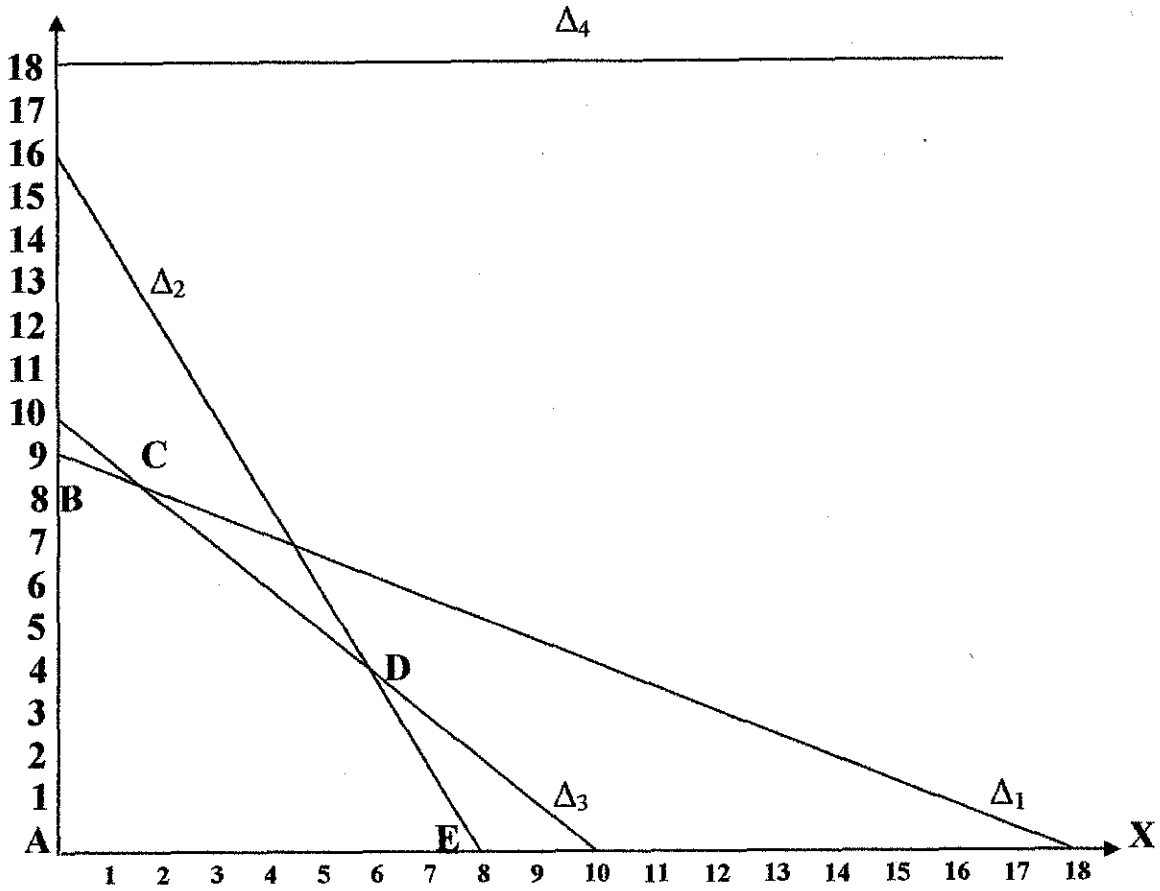
2- حالة القيد الزائد عن الحاجة (1)

تتبلور هذه الحالة عندما يلتقي قيدين أو أكثر على تحديد منطقة الحل الأمثل مع وجود قيد ليس له تأثير أي أنه يساهم في تحديد نقطة الحل الأمثل إلا أن المستقيم الممثل لمعادلة هذا القيد يكون بعيدا عن منطقة الحلول الممكنة ولا يؤثر بأي حال على الحلول.

ولنأخذ مثلا المثال السابق ولكن بافتراض أن هذا المستثمر لا يستطيع بيع أكثر من 18 وحدة من النوع B وبالتالي يصبح النموذج الخاص بهذه المسألة كالتالي:

$$\text{Max } Z = 15x + 12y$$

$$\text{sous: } \begin{aligned} 3x + 6y &\leq 54 \\ 6x + 3y &\leq 48 \\ 9x + 9y &\leq 90 \\ y &\leq 18 \\ x\ y &\geq 0 \end{aligned}$$



الشكل (1-4)

3- حالة عدم وجود حل على الإطلاق :

قد نجد بعض الحالات التي يستحيل فيها تحديد منطقة الحلول الممكنة وبالتالي الحصول على الحل الأمثل وهذا ناتج عن تعارض حالة القيود التي ربما قد تكون متعارضة والمثال التالي يعتبر حالة تعبر عن هذه الحالة:

يريد أحد المقاولين شراء نوعين من الآلات (A , B) حيث تعطي الآلة الواحدة من النوع الأول A إيرادا قدره 120 وحدة نقدية، أما إيراد الآلة الواحدة من النوع الثاني B 100 وحدة نقدية.

الميزانية المخصصة من طرف المقاول مقدارها 1200 وحدة نقدية لا تسمح بشراء أكثر من 5 آلات من النوعين معا، لأن تكلفة شراء الآلة الواحدة من النوع الأول A هي 400 وحدة نقدية بينما تكلفة شراء الآلة الواحدة من النوع الثاني B هي 300 وحدة نقدية.
والمطلوب هو تحديد عدد الآلات من كل نوع بحيث يتمكن هذا المقاول من تعظيم إيراده

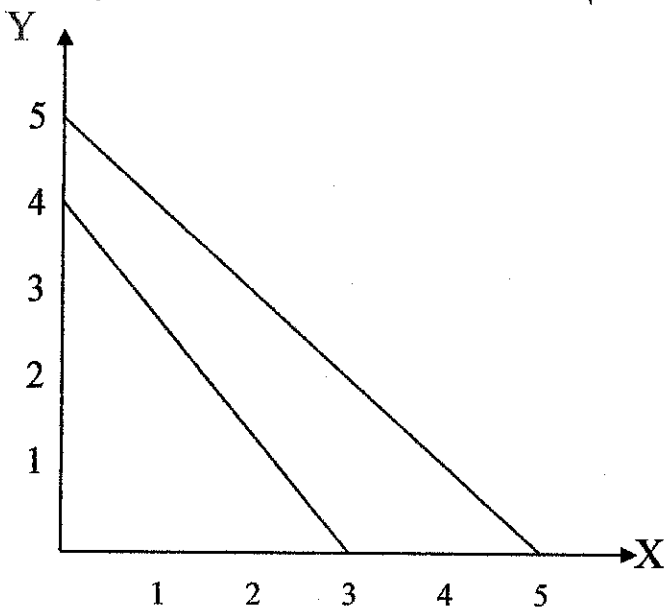
نفرض أن x هو عد الآلات التي يمكن شراؤها من A و y هو عدد الآلات التي يمكن شراؤها من B و بالتالي يصبح النموذج الخاص بهذه المسألة:

$$\text{Max } Z = 120x + 100y$$

$$\text{sous: } x + y \leq 5 \qquad \text{قيد الآلات التي يمكن شراؤها}$$

$$40x + 30y \geq 120 \qquad \text{قيد الميزانية}$$

$$x\ y \geq 0 \qquad \text{قيد عدم السلبية}$$



الشكل (1-5)

يتضح من خلال هذا الشكل أنه لا توجد منطقة الحلول المشتركة لأنه في هذه الحالة القيود متضاربة، وإذا حدث وأن وقع متخذ القرار في مثل هذه الحالة فعليه إعادة النظر في صياغة النموذج صياغة صحيحة، كاقتراح تخصيص موارد أخرى، أو إعادة النظر في القيود السابقة

6-2-طريقة السمبلكس simplex

تعتبر طريقة simplex خطوة متقدمة في حل المشاكل التي تتناولها البرمجة الخطية، فصفة البساطة التي لوحظت في طريقة الرسم البياني كانت مناسبة عندما تكون متغيرات المشكلة اثنين أو ثلاثة على الأكثر ولكن في حالة زيادة عدد المتغيرات وكذلك عدد القيود، وهي الصفة الغالبة في الحياة العملية، تظهر الحاجة إلى طريقة أكثر فاعلية ويسرا وبالأخص بعد استخدام الحاسوب واتساع نطاقه ليشمل العديد من الميادين ومن ضمنها البرمجة الخطية (1)

إن طريقة simplex تقوم على منهج مرتب ومنظم وتعمل من خلال هذا المنهج على إيجاد الحل الأمثل لمشكلة البرمجة الخطية في إطار خطوات متتابعة ومتعاقبة عن طريق تقييم متتالي للنقاط الطرفية فهي تعمل على اختبار مدى صلاحية تلك النقاط واحدة بعد الأخرى إلى أن تصل إلى النقطة التي لا يوجد أفضل منها، أي إلى أن تصل إلى الحل الأمثل والذي يشير إلى أحسن حل ممكن (2)

صياغة النموذج

إن الصيغة النموذجية جد ضرورية لإيجاد الحل الأساسي للبرنامج بطريقة simplex وهذا ما يستوجب تحويل متراجحات النموذج إلى معادلات بمعنى تحويل النموذج من الصيغة القانونية إلى الصيغة النموذجية وذلك بإدخال متغيرات جديدة تسمى متغيرات الفرق (تكاملية)، هذه المتغيرات تعبر عادة عن كميات متبقية أو طاقات غير مستغلة أو ساعات غير مشغولة أو ..... ويتم إضافتها على النحو التالي: (1)

– إذا كان القيد من الشكل أصغر من أو يساوي نضيف متغيرا جديدا على اليسار مسبوقا بالعامل (+1) مثلا القيد التالي:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_{in}x_n \leq b_i$$

بعد إضافة المتغيرات التكاملية يصبح القيد :

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_{in}x_n + e_i = b_i$$

e_i : متغير تكاملي

– أما إذا كان القيد من الشكل أكبر من أو يساوي نضيف متغيرا جديدا على اليسار مسبوقا بالعامل (−1) مثلا القيد التالي:

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_{in}x_n \geq b_i$$

بعد إضافة المتغيرات التكاملية يصبح القيد :

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_{in}x_n - e_i = b_i$$

(1) Programmation linéaire appliquée

كما يستوجب إضافة هذه المتغيرات بشرط ألا تكون سالبة (شرط عدم السلبية يطبق عليها أيضا) إلى دالة الهدف بواسطة معاملات صفرية وذلك لأنها خارج النظام وتسمى مصفوفة القيود المحصل عليها بعد إضافة متغيرات الفرق بمصفوفة الحل الأساسي

1- حالة التعظيم:

سوف نقوم بحل المثال السابق لمعرفة جدوى هذه الطريقة وتتبع مختلف مراحلها النموذج:

$$\begin{cases} [Max]Z = 15x + 12y \\ \text{Sous} \quad 3x + 6y \leq 54 \\ \qquad 6x + 3y \leq 48 \\ \qquad 9x + 9y \leq 90 \\ \qquad x \geq 0 \ , \ y \geq 0 \end{cases}$$

1- تحويل المتراجحات إلى معادلات:

$$\begin{cases} [Max]Z = 15x + 12y + 0e_1 + 0e_2 + 0e_3 \\ \\ \text{Sous} \quad 3x + 6y + e_1 = 54 \\ \qquad 6x + 3y + e_2 = 48 \\ \qquad 9x + 9y + e_3 = 90 \\ \\ x \geq 0 \ , y \geq 0 \ , e_1 \ e_2 \ e_3 \geq 0 \end{cases}$$

وبالتالي تصبح مصفوفة القيود A كما يلي:

$$\begin{pmatrix} 3 & 6 & 1 & 0 & 0 \\ 6 & 3 & 0 & 1 & 0 \\ 9 & 9 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

نلاحظ أن المصفوفة A تحتوي على مصفوفة وحدية (المصفوفة I) نسميها القاعدة

2-وضع الحل القاعدي:

يتم وضع هذه المعطيات في جدول simplex وذلك من أجل الشروع في عملية تحسين الحل انطلاقا من الحل القاعدي والذي يتمثل في المصفوفة الوحدية

المتغيرات	15	12	0	0	0	القيم الحرة	النسبة
	x_1	x_2	e_1	e_2	e_3		
e_1	3	6	1	0	0	54	
e_2	6	3	0	1	0	48	
e_3	9	9	0	0	1	90	
Z	15	12	0	0	0	0	

كما نلاحظ فقد تم تمثيل كل المعطيات في الجدول حيث نلاحظ في b وجود عدد الساعات المقدرة لكل قسم من أقسام الإنتاج الثلاث كما نلاحظ قيمة صفر في أسفل العمود وهي تعبر عن Z=0 وهذا معناه أنه لا يوجد ربح في هذه الحالة وذلك بسبب عدم وجود إنتاج في هذه المرحلة الابتدائية، وهذا ناتج عن ضرب قيمة صفر المرافقة للمتغيرات (e_1 e_2 e_3) التي دخلت إلى الحل مع عمود الكميات (0 * 90 + 0 * 4 + 0 * 54) وهذه هي نفس قيمة Z التي توصلنا إليها في الحل البياني في النقطة A .

3-تحسين الحل:

في المرحلة السابقة كانت قيمة صفر التي توصلنا إليها تمثل حلا أوليا وهو حل ليس له أي معنى اقتصادي رغم أنه يحقق كل شروط النموذج. أمل التقدم في الحل فيستوجب إدخال المتغيرات الأساسية (x , y) إلى مزيج الحل وإخراج المتغيرات غير الأساسية (e_1,e_2,e_3)

ولكون المسألة موضوعة البحث هي التعظيم، فإن المتغير الذي يحتل الأولوية في الإدخال، هو الذي يحمل أعلى قيمة موجبة مناظرة له في الصف Z باعتبار أن مساهمته سنكون أكثر من غيره في زيادة أرباح المشروع ومن ملاحظة الجدول السابق فإن المتغير X هو الذي يناظر أعلى قيمة موجبة (15) ويسمى ذلك العمود هو العمود الأمثل.

أما المتغير الخارج فإن اختياره يتم من خلال قسمة عناصر عمود الكميات (أو القيم الحرة) b على عناصر العمود الأمثل وتستثنى من ذلك القيم الصفرية والسالبة.

والمتغير الخارج هو المناظر لأقل قيمة ratio موجبة على أساس أن المتغير الداخل سيأخذ الحد الأعلى للقيم الناتجة منه. ويطلق على الصف الذي يحمل أقل قيمة موجبة بالصف المحوري(Pivot) أما القيم الجديدة للصف المحوري فإنها تحصل من خلال قسمة عناصر هذا الصف على نقطة تقاطعه مع العمود الأمثل.

جدول أولي بعد وضع المتغيرات الراكدة

المتغيرات	15	12	0	0	0	القيم الحرة	النسبة
	X	Y	e_1	e_2	e_3		
e_1	3	6	1	0	0	54	18
e_2	3	6	0	1	0	49	08
e_3	3	6	1	0	1	90	10
Z	15	12	0	0	0	0	

الصف المحوري

العمود الأمثل

نلاحظ إذن أن المتغير الداخل هو الذي يحمل أعلى قيمة موجبة في الصف Z والتي تتضمن عوامل دالة الهدف، هذا المتغير هو X وعلى ضوئه يتحدد العمود الأمثل بينما المتغير الخارج وكما نلاحظ فهو e_2 وذلك لأنه يقابل أدنى قيمة ناتجة عن قسمة قيم النسبة على قيم العمود الأمثل $\text{Min} \frac{RSH}{X_j}$

أما عناصر الصف الجديد فستكون من خلال قسمة عناصر الصف على نقطة التقاطع وفي هذه الحالة نقسم عناصر الصف e_2 على 6 (نقطة التقاطع) للعمود الأمثل مع الصف المحوري: $\frac{48}{6} = 8$ ، $\frac{0}{6} = 0$ ، $\frac{1}{6} = \frac{1}{6}$ ، $\frac{0}{6} = 0$ ، $\frac{1}{2} = \frac{3}{6}$ ، $\frac{6}{6} = 1$

قيم الصف المحوري الجديدة

المتغيرات	15	12	0	0	0	القيم الحرة	النسبة
	x	y	e_1	e_2	e_3		
0 e_1 15 x 0 e_3	1	1/2	0	1/6	0	8	8
Z	15	12	0	0	0	0	

نحدد قيم عمود المحور بالكيفية التالية:

القيمة الجديدة للعنصر = قيمة العنصر – قيمة العنصر نفسه = 0

المحور نفسه

بمعنى أن كل عناصر عمود المحور تساوي الصفر ماعدا نقطة المحور والتي تساوس دائما الواحد الصحيح.

بينما باقي عناصر الجدول تحدد حسب العلاقة التالية:

قيمة العنصر الجديد a_{ij} = العنصر القديم_ عنصر سطر المحور X عنصر عمود المحور / نقطة المحور

وبالتالي نتحصل على قيم جدول المرحلة التالية كمايلي: $a_{ij} = a_{ij} - \frac{a_{ik} \cdot a_{kj}}{a_{kk}}$

بينما Z والتي تمثل الربح الصافي فنحددها كمايلي:

صافي ربح الوحدة = الربح المفقود للوحدة – عائد الوحدة الإجمالية

المتغيرات	15	12	0	0	0	القيم الحرة	النسبة
	x	y	e_1	e_2	e_3		
0 e_1	0	9/2	1	-1/2	0	30	18
15 x	1	1/2	0	1/6	0	8	8
0 e_3	0	9/2	0	-3/2	1	18	10
Z	0	9/2	0	-5/2	0	120	

وفيما يتعلق بقيم Z التي تمثل الربح الصافي فسنتبع ما يلي:

صافي ربح الوحدة = الربح المفقود للوحدة – عائد الوحدة الإجمالية

$$15 - (0 * 0 + 15 * 1 + 0 * 0) = 0$$

$$12 - (0 * 9/2 + 15 * 1/2 + 0 * 9/2) = 9/2$$

$$0 - (0 * 1 + 15 * 0 + 0 * 0) = 0$$

$$0 - (0 * -1/2 + 15 * 1/6 + 0 * -9/2) = 9/2$$

$$0 - (0 * 0 + 15 * 0 + 0 * 1) = 0$$

يمثل الربح المفقود هنا هو كمية الربح الذي فقد كنتيجة لإحلال عدد من متغيرات الحل الموجودة حاليا بوحدة واحدة من الإنتاج.

أما القيمة النهائية فنتحصل عليها من: $120 = 0 * 10 + 15 * 8 + 0 * 18$

بلغت قيمة Z في هذه المرحلة 120 وحدة نقدية وهذا يعتبر تطورا كبيرا بالمقارنة مع الجدول الأول الذي كانت فيه قيمة $Z = 0$

ولكن السؤال هل يعتبر هذا الحل حلا مثاليا؟

عندما تكون دالة الهدف تستهدف زيادة الأرباح، فإن القيم في الصف Z يجب أن تكون سالبة أو صفرية، تحت قيم المتغيرات. أي أننا نكون قد استنفذنا كل ما يمكن تحقيقه من

إدخال المتغيرات إلى الحل. وأن القيم السالبة تعني أن إدخال وحدة واحدة من هذا المتغير إلى الحل سيؤدي إلى تخفيض الأرباح بنفس المقدار.
وعند وجود قيم موجبة يعني أن هناك فرصة أخرى للاستمرار بالحل والحصول على نتائج أفضل. ولذلك فقد كانت قيم الصفZ هي: 0 -5/2 0 9/2 Z = 0
عند ملاحظة الصف Z نجد أن هناك قيمة موجبة مقدارها9/2 أسفل المتغير y مما يعني ضرورة معاودة الحل ابتداء من الخطوة الأولى. أي من تحديد العمود الأمثل الذي يفرض إدخال متغير أساسي جديد إلى الحل يساهم في تحسين القيم التي حصلنا عليها في الجدول السابق يعقبها تحديد الصف المحوري المتأتي من قسمة كميات القيم الحرة على عناصر العمود الأمثل والحصول على أقل نسبة الذي يشير إلى المتغير الخارج. ومن ثم إكمال بقية الخطوات بالنسبة لقيم الصفوف الجديدة وقيم الصف Z والقيمة النهائية لها، كما هي في الجدول التالي:

المتغيرات	15	12	0	0	0	القيم الحرة	النسبة
	x	y	e_1	e_2	e_3		
0 e_1	0	1	1	1	-9/2	12	6 6/9
15 x	1	0	0	1/3	-1/2	6	16
12y	0	1	0	-1/3	1	4	4
Z	0	0	0	-1	-9/2	138	

في الجدول أعلاه نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل حيث تكون جميع القيم في الصف Z قد وصلت إلى الصفر أو السالب حيث تعني القيم الصفرية أنه قد تم استنفاذ جميع القيم من المتغيرات التابعة لها. أما القيم السالبة فإنها تعني أن إضافة وحدة واحدة من المتغيرات التابعة لها ستؤدي إلى تخفيض الربح بنفس المقدار.كما يلاحظ في الجدول أعلاه أن القيمة النهائية قد وصلت إلى 138 دينار وهي أعلى من قيمة الحل السابق. وهي نفس القيمة التي وصلنا إليها في الحل الأمثل بيانيا، والذي يعني إنتاج 6 وحدات من النوع A و4 وحدات من النوع الثاني B

$$\max Z = 15X + 12Y$$
$$= 15(6) + 12(4)$$
$$= 138$$

2- حالة تدنئة التكاليف:

كما في طريقة الرسم البياني التي كانت تبحث في ضغط التكاليف فإن دالة الهدف هنا تعمل في نفس الاتجاه. وأن آلية العمل في هذا المجال هي نفسها التي تم استعراضها سابقا في دالة Max ولكن اختيار العمود الأمثل الذي يشير إلى المتغير الذي يدخل إلى مزيج الحل يكون هو المناظر لأكبر قيمة سالبة وليس لأكبر قيمة موجبة كما كان في الدالة Max على أساس أن أكبر قيمة سالبة تعمل على تخفيض التكلفة قبل غيرها.
وانتهاء الحل يكون عندما تصبح جميع عناصر الصف Z هي أكبر من أو تساوي الصفر، أي أنها موجبة أو صفرية.
للتعرف على آلية العمل في هذه الطريقة نعود إلى المثال في الرسم البياني حيث كان النموذج الرياضي:

$$\text{Min } z = 80x + 60y$$
$$\text{sous: } \quad 18x + 12y \geq 180$$
$$6x + 9y \leq 162$$
$$5x + 10y = 110$$
$$x\ y \geq 0$$

يستوجب أولا تحويل اللامتساويات إلى متساويات وإضافة المتغيرات غير الأساسية إلى القيود وكما يلي:

القيد الأول $18x + 12y \geq 180$

عند ملاحظة إشارة القيد أكبر من أو يساوي $\geq$ يتطلب هذا إضافة متغير راكد مسبوقا بإشارة سالبة (-e) وسيكون شكل القيد في هذه الحالة هو : $18X + 12Y - e_1 = 180$
إن هذه الحالة غير مقبولة رياضيا. فإذا عدنا إلى أي حل أولي، نجد أن قيمة كل من (x,y) هي صفر وسيكون شكل العلاقة في النهاية هو (-e=18) ولمعالجة هذا الخلل يتم إضافة متغير آخر يطلق عليه متغير اصطناعي (artificial variable) ومعامله في دالة الهدف هو M مسبوقا بإشارة موجبة عندما تكون دالة الهدف Min وبإشارة سالبة عندما تكون دالة الهدف Max
و M هي عبارة عن قيمة أو ثروة كبيرة جدا وأكبر من جميع القيم الموجودة في المصفوفة ويكون شكل المصفوفة في نهاية المطاف هو:

$$18X + 12Y - e_1 + A_1 = 180$$

أما القيد الثاني فيضاف إليه متغير راكد ويصبح على الشكل التالي:

$$6X + 9Y + e_2 = 162$$

أما القيد الثالث الذي يحمل إشارة المساواة (=) فيضاف إليه متغير اصطناعي فقط ويصبح القيد بالشكل التالي:

$$5X + 10Y + A_2 = 110$$

وبشكل عام فإن النموذج الرياضي وقبل إدخاله إلى جدول simplex فإنه سيكون على النحو التالي:

$$\text{Min } Z = 80X + 60Y - 0e_1 + MA_1 + 0e_2 + MA_2$$

$$\text{Sous: } \begin{cases} 18X + 12Y - e_1 + A_1 = 180 \\ 6X + 9Y + e_2 = 162 \\ 5X + 10Y + A_2 = 110 \\ X\ Y\ e_1\ e_2\ A_1\ A_2 \geq 0 \end{cases}$$

Basic	80 X	60 Y	0 e_1	M A_1	0 e_2	M A_2	القيم الحرة	النسبة
M A_1	18	12	-1	1	0	0	180	10 ←
0 e_2	6	9	0	0	1	0	162	27
M A_2	5	10	0	0	0	1	110	22
Z	80-23M	60-22M	M	0	0	0	290M	

↑

بعد أن تم وضع النموذج في جدول simplex تعطى الأولوية في الإدخال إلى مزيج الحل إلى المتغير الاصطناعي. أما العمود الأمثل الذي يعطي المتغير الذي سيدخل إلى الحل فهو المناظر لأكبر قيمة سالبة في الصف (Z) وفي هذه الحالة يكون المتغير (X_1) والذي سيعمل على تخفيض التكاليف أكثر من غيره. أما المتغير الذي سيخرج، فإننا نلاحظ أن أقل خارج قسمة لعناصر الكميات على عناصر العمود الأمثل فهو (A_1) باعتباره الحاصل على أقل قيمة. وهنا نكون قد حددنا الصف المحوري الذي تكون قيمته بعد القسمة على نقطة التقاطع هي:

$$80\ X_1 = 1 \quad 2/3 \quad -1/18 \quad 1/18 \quad 0 \quad 0 \quad 10$$

أما الصفين الأخيرين (A_2 , S_2) فنتبع نفس الأسلوب في طريقة (Max) السابقة للحصول على قيمهما الجديدة وكذلك الصف (Z)

الجدول الثاني

Basic	80 X	60 Y	0 e_1	M A_1	0 e_2	M A_2	القيم الحرة
80 X_1	1	2/3	-1/18	1/18	0	0	10
0 e_2	0	5	1/3	-1/3	1	0	102
M A_2	0	20/3	5/18	-5/18	0	1	60 ←
Z	0	$\frac{20}{3} - \frac{20M}{3}$	$\frac{40}{9} - \frac{5}{18}M$	$\frac{23M}{18} - \frac{20}{9}$	0	0	800+60M

↑

الحل الأمثل

Basic	80 X	60 Y	0 e_1	M A_1	0 e_2	M A_2	القيم الحرة	النسبة
80 X	1	0	-37/36	37/36	0	-1/10	4	15 ←
0 e_2	0	0	1/8	-1/8	1	3/4	57	20
60 Y	0	1	1/24	-1/24	0	3/20	9	9
Z	0 ↑	0	$\frac{1435}{18}$	$M-\frac{1435}{18}$	0	M-1	860	

في الجدول الأخير نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل حيث نلاحظ أن جميع معاملات دالة الهدف (Z) هي أكبر من أو تساوي الصفر. وأن المطلوب هو إنتاج (4) وحدات من (X) و(9) وحدات من (Y) وهي نفس النتيجة المتوصل إليها في الرسم البياني.

المطلب الثاني:حل مسائل خاصة في شبكات النقل باستخدام البرمجة الخطية

مقدمة:

تعتبر مشكلة النقل أحد التطبيقات الهامة في البرمجة الخطية حيث أنها كباقي الأساليب تتضمن مواقف تخصيص الموارد فمشكلة النقل تتعلق بقرارات تخصيص أو تعين الطريقة المثلى للانتقال المادي لكميات من السلع توجد في نقاط معينة يطلق عليها نقاط التوريد أو الإمداد من المصانع مثلا أو مراكز الإنتاج إلى مواقع أخرى يطلق عليها نقاط الطلب كالمصانع مثلا أو مراكز التوزيع أو الأسواق وذلك بشرط أن تصل التكلفة الكلية للنقل إلى أدنى ما يمكن وذلك لأنها ذات أهمية كبيرة بالنسبة للإدارة حيث أن أي توفير فيها يعود على الشركة بالأرباح ويتم كل هذا بطريقة تضمن تغطية حاجات المراكز من ناحية كما تضمن أن كل منطقة إنتاجية توزع إنتاجها من ناحية أخرى. (1)

تكون المتغيرات القرارية في ذلك النوع من المشاكل هي كمية السلع X_{ij} التي سيتم نقلها أو شحنها من مركز الإنتاج i إلى مركز الاستقبال j حيث أن عدد مراكز التوزيع هو n بينما عدد مراكز الإنتاج هو m وهذا كله بمعدل تكلفة نقل الوحدة C_{ij} من المنطقة i إلىj كما أن A_i تمثل الطاقة الإنتاجية للمنطقة i وأن B_j تمثل الطاقة الاستيعابية للمركز j (2) إنطلاقا مما سبق يمكن أن نكون ما يعرف بجدول النقل الآتي:

	1	2	.....	J	.....	n	العرض
1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}	.....	C_{1J} X_{1J}	.....	C_{1n} X_{1n}	A_1
2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}	.....	C_{2J} X_{2J}	.....	C_{2n} X_{2n}	A_2
. . . .	. . . .	. . . .		. . . .		. . . .	. . . .
i	C_{i1} X_{i1}	C_{i2} X_{i2}	.....	C_{iJ} X_{iJ}	.....	C_{in} X_{in}	A_J
. . . .	. . . .	. . . .		. . . .		. . . .	. . . .
m	C_{m1} X_{m1}	C_{m2} X_{m2}	.....	C_{mJ} X_{mJ}	.....	C_{mn} X_{mn}	A_m
الطلب	B_1	B_2	.....	B_i	.....	B_n	

(1) د، فريد عبد الفتاح زين الدين بحوث العمليات وتطبيقاتها في حل المشكلات واتخاذ القرارات كلية التجارة جامعة الزقازيق 1997 ص 399
(2) د. ابراهيم أحمد مخلوف التحليل الكمي في الإدارة جامعة الملك سعود الرياض 1990 ص 141

وتصبح المشكلة إيجاد قيم Xij حيث: j=1,2,……n , i=1,2,……..,m
التي تصغر الدالة

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

طبقا للشروط الآتية:

$$\sum_{j=1}^{n} Xij = Ai$$

$$\sum_{i=1}^{m} Xij = Bj$$

$$\mathbf{X_{ij} \geq 0}$$

ويلاحظ أن الصياغة السابقة لا تتضمن أن حجم العرض الكلي يساوي حجم الطلب الكلي أي لا تتضمن أن:

$$\sum_{i=1}^{m} Ai = \sum_{j=1}^{n} Bj$$

ولا ينطبق ذلك على المواقف العملية بصفة عامة حيث لا يتساوى العرض مع الطلب، ويتطلب حل البرنامج باستخدام طريقة النقل تساوي العرض و الطلب، فإذا كان العرض أكبر من الطلب أي أنه إذا كان:

$$\sum_{i=1}^{m} Ai > \sum_{j=1}^{n} Bj$$

نكون مركز توزيع وهمي طاقته الاستيعابية تساوي زيادة العرض على الطلب
ومن ناحية أخرى إذا كان العرض أقل من الطلب أي أنه إذا كان:

$$\sum_{i=1}^{m} Ai < \sum_{j=1}^{n} Bj$$

نكون منطقة إنتاجية وهمية طاقتها الإنتاجية تساوي زيادة الطلب على العرض ونضع التكلفة المقابلة لمركز التوزيع الوهمي أو للمنطقة الإنتاجية الوهمية مساوية للصفر.

1-عرض المشكلة: (1)

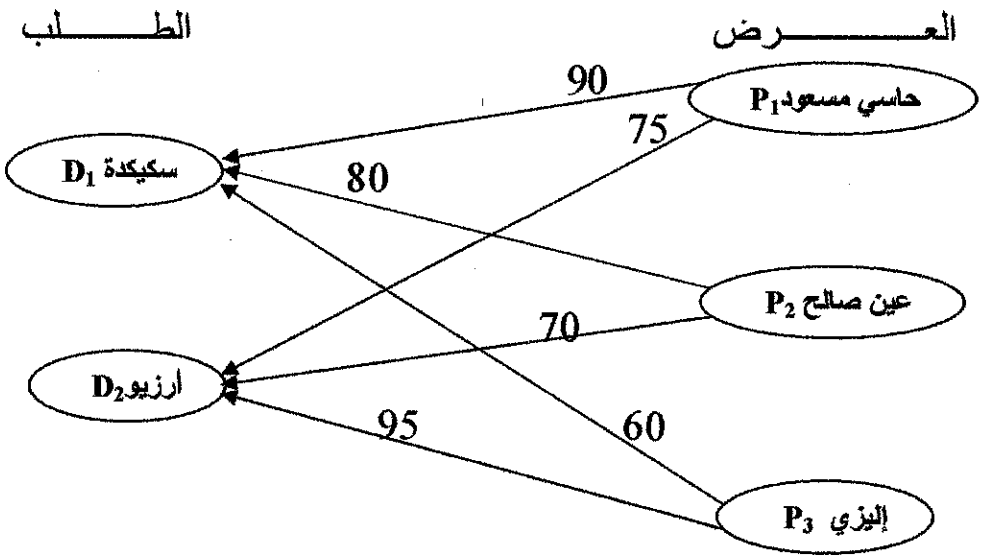
ولتوضيح مختلف طرق حل مسائل النقل سوف نفرض المثال التالي الذي من خلاله سوف نوضح كيف تعرض مسائل النقل:

تمتلك شركة سونطراك 3 مناطق للإنتاج : حاسي مسعود(P_1) ، عين صالح(P_2) ، إليزي(P_3) بطاقات إنتاجية محددة على الترتيب كمايلي: 100، 150، 200 milles barils /jours كما تملك مركزين للتوزيع : D_1 متواجد بسكيكدة والذي تقدر احتياجاته ب 250 milles barils /jour ومركز التوزيع D_2 المتواجد بأرزيو والذي تقدر احتياجاته ب 200 milles barils /jours

أما التكاليف الوحدية لنقل الكميات من مناطق الإنتاج إلى مراكز التوزيع فهي موضحة في الجدول التالي:

العـــــــرض	أرزيو (D_2)	سكيكدة (D_1)	
حاسي مسعود (P_1)	75 DA	90 DA	100
عين صالح (P_2)	70 DA	80 DA	150
إليزي (P_3)	95 DA	60 DA	200
الطـــــــلب	200	250	450

الشكل الموالي يوضح مختلف تكاليف النقل التي تظهر على الأسهم الرابطة بين مناطق الإنتاج ومراكز التوزيع



(1) Mohamed.Aidene ; Brahim.Oukacha; Recherche opérationnelle programmation linéaire p115

إذا فالمشكل هو تحديد عدد الكميات X_{ij} التي يمكن للشركة نقلها لمختلف نقاط التوزيع بطريقة تجعل تكاليف النقل أقل ما يمكن.

X_{ij} : الكمية المنقولة من نقطة الإنتاج i إلى مركز التوزيع j

النموذج الرياضي للمسألة :

$$Zmin = 90X_{11} + 75X_{12} + 80X_{21} + 70X_{22} + 60X_{31} + 95X_{32}$$

Sous :
$$90X_{11} + 75X_{12} = 100$$
$$80X_{21} + 70X_{22} = 150$$
$$60X_{31} + 95X_{32} = 200$$
$$90X_{11} + 80X_{21} + 60X_{31} = 250$$
$$75X_{12} + 70X_{22} + 95X_{32} = 200$$
$$X_{ij} \geq 0 \quad i=1,2,3 \quad ; \quad j=1,2$$

تشير دالة الهدف في البرنامج السابق إلى مجموع تكلفة النقل من مناطق الإنتاج إلى مركزي التوزيع.

ويشير القيد الهيكلي الأول وهو يقابل المنطقة الإنتاجية الأولى إلى أن مجموع الكميات المنقولة من هذه المنطقة إلى مركز التوزيع الأول والثاني يساوي الطاقة الإنتاجية لهذه المنطقة. ويشير القيد الهيكلي الثاني وهو يقابل المنطقة الإنتاجية الثانية إلى أن مجموع الكميات المنقولة من هذه المنطقة إلى مراكز التوزيع يساوي الطاقة الإنتاجية لهذه المنطقة ونفس الشيء بالنسبة للقيد الهيكلي الثالث.

بينما يشير القيد الهيكلي الرابع وهو يقابل مركز التوزيع الأول إلى أن مجموع الكميات المنقولة إلى هذا المركز من المنطقة الإنتاجية الأولى والثانية والثالثة يساوي الطاقة الاستيعابية أو الطلب لهذا المركز. كذلك الأمر بالنسبة للقيد الهيكلي الخامس وهو يقابل مركز التوزيع الثاني فهو يشير إلى أن مجموع الكميات المنقولة إلى هذا المركز من المنطقة الإنتاجية الأولى والثانية والثالثة يساوي الطاقة الاستيعابية أو الطلب لهذا المركز

2-حل مشكلة النقل:

يتبين من الصياغة العامة لمشكلة النقل في صورة برنامج خطي أن لهذا البرنامج طبيعة خاصة، فالقيود الهيكلية معادلات، ومعاملات المتغيرات القرارية إما صفر أو واحد، ويمكن حله باستخدام طريقة simplex . ونظرا للطبيعة الخاصة التي يتميز بها اقترحت طرق أخرى أكثر كفاءة من طريقة simplex وتختلف عنها في خطوات الحل،

المرحلة الأولى: إيجاد حل مبدئي ممكن

هذا الحل المبدئي يحقق القيود الهيكلية أي يتضمن أن كل منطقة إنتاجية توزع إنتاجها وأن كل مركز توزيع يشبع حاجته. كذلك فإن هذا الحل ينتج عنه عدد معين من الخانات المشغولة أو المتغيرات الأساسية يساوي(m+n-1) حيث أن m تشير إلى عدد المنطق الإنتاجية و n تشير إلى عدد مراكز التوزيع. ومن أهم الطرق المستعملة لإيجاد الحل المبدئي هي طريقة الركن الشمالي الغربي وطريقة VOGEL

المرحلة الثانية: اختبار أمثلية الحل وإيجاد الحل الأمثل

2-1 إيجاد الحل المبدئي الممكن

1-قاعدة الركن الشمالي الغربي

أساس هذه القاعدة هو تخصيص أكبر عدد من الوحدات المنقولة للخلية التي تقع في الركن الشمالي الغربي من جدول النقل الزاوية(1 ، 1) أي أن يكون المتغير X_{11} أكبر ما يمكن، ونحذف الصف المقابل لمركز الإنتاج الذي يتم نقل كل إنتاجه، أو العمود المقابل لمركز التوزيع الذي يتم الوفاء بكل حاجته، ويتكرر ذلك حتى تتحقق جميع القيود الهيكلية الخاصة بالعرض والطلب.وللتوضيح أكثر نتبع الخطوتين التاليتين:

نعين الكمية كمايلي: $X_{11} = \min\{A_1 , B_1\}$

وبالتالي يمكن وجود حالتين:

1) إذا كان $X_{11}=A_1$ فإن الكمية A_1 سيتم نقلها كليا وهذا يجعل السطر الأول من الجدول مشبعا

أما في العملية الموالية ولحساب بقية المتغيرات سيتم تعويض B_1 حيث تصبح$B_1=B_1-X_{11}$ وهذا يعني أنه لم يتم توزيع B_1 كليا وإنما تم نقل كمية تعادل الكمية X_{11} فقط وبقيت كميات يمكن نقلها تقدر ب B_1-X_{11}

2) إذا كان $X_{11}=B_1$ فإن حاجة (طلب) مركز التوزيع B_1 قد تحققت من نقطة الإنتاج A_1 وهذا ما يجعل العمود الأول مشبعا

أما في العملية الموالية فتصبح $A_1=A_1-X_{11}$ وهذا يعني أن مركز التوزيع لازال بحاجة إلى كميات أخرى من مناطق الإنتاج

وبهذه المنهجية يفترض الحصول بعد (m+n-1) خطوة على (m+n-1) كمية موجبة X_{ij} شاغلة (m+n-1)نقطة من الجدول بينما النقاط المتبقية فارغة في الجدول أي $X_{ij}=0$ فهذا معناه أنه لم يتم نقل منتجات عبر تلك المسارات

ولنفترض المثال التالي

من \ إلى	1	2	3	4	العـــرض
1	5	7	2	4	110
2	8	4	6	6	140
3	3	5	9	6	50
الطـــلب	100	40	40	120	300

حيث تشير القيم داخل الجدول إلى تكلفة نقل الوحدة من مركز الإنتاج إلى مركز التوزيع وبتطبيق الخطوات المذكورة سابقا نحصل على مايلي:

$x_{11}=\min\{110, 100\}=100$; $x_{12}=\min\{110-100, 40\}=10$

$x_{22}=\min\{140, 40-10\}=30$; $x_{23}=\min\{140-30, 40\}=40$

$x_{24}=\min\{120, 140-30-40\}=70$; $x_{34}=\min\{120-30-40, 50\}=50$

من خلال العمليات السابقة توصلنا إلى القيم التي يستوجب نقلها بطريقة تجعل التكاليف أقل ما يمكن وهو حل ابتدائي فقط أما باقي القيم الفارغة فهي تساوي0

من \ إلى	1	2	3	4	العـــرض
1	5 *(100)*	7 *(10)*	2 –	4 –	110
2	8 –	4 *(30)*	6 *(40)*	6 *(70)*	140
3	3 –	5 –	9 –	6 *(50)*	50
الطـــلب	100	40	40	120	300

وتقدر التكلفة الإبتدائيةC في هذه الحالة:

$C=100*5 + 10*7 + 30*4 + 40*6 + 70*6 + 50*6 = 1550$

2-طريقة أدنى قيمة:

هذه الطريقة تعطي نتائج تقريبية أكثر للمثولية عن تلك المتحصل عليها في الطريقة السابقة، وتعتمد هذه الطريقة أولا على اختيار الخانة (i_1, j_1) التي تتضمن التكلفة C_{i1j1} حيث: $C_{i1\,j1} = \min \{ C_{ij} , 1 \le i \le m \ ; \ 1 \le j \le n \}$

ثم نضع :

$X_{i1\,J1} = \min\{A_{i1} , B_{J1}\}$ dans la case (i1 , j1)

* إذا كان $X_{i1\,J1}=A_{i1}$ نلغي السطر i1 ونعوض $B_{J1}= B_{J1} - X_{i1\,J1}$
* إذا كان $X_{i1\,J1}=B_{J1}$ نلغي العمود j1 ونعوض $A_{i1}= A_{i1} - X_{i1\,J1}$

نفرض دائما المثال السابق:

من \ إلى	1	2	3	4	العـــرض
1	5	7	2	4	110
2	8	4	6	6	140
3	3	5	9	6	50
الطـــلب	100	40	40	120	300

لدينا إذن:

$C_{13} = \min C_{iJ}=2$, $X_{13}=\min \{40 ,110\}=40$

$C_{31} = \min_{J\neq3} C_{iJ}=3$, $X_{31}=\min \{100 ,50\}=50$

$C_{22} = \min_{J\neq3 \ , \ i\neq3} C_{iJ}=4$, $X_{22}=\min \{40 ,140\}=40$

$C_{14} = \min_{i\neq3 \ , \ J\neq2,3} C_{iJ}=4$, $X_{14}=\min \{120 ,110-40\}=70$

$C_{24} = \min_{i\neq1,3 \ ; \ J\neq2,3} C_{iJ}=6$, $X_{24}=\min \{120-70 ,140\}=50$

$C_{21} = \min_{i\neq1,3 \ ; \ J\neq2,3,4} C_{iJ}=8$, $X_{21}=\min \{100-50 ,50\}=50$

$CT=2*40 + 3*50 + 4*40 + 4*70 + 6*50 + 8*50 =1370$

من \ إلى	1	2	3	4	العـــرض
1	5 –	7 –	2 *(40)*	4 *(70)*	110
2	8 *(50)*	4 *(40)*	6 –	6 *(50)*	140
3	3 (50)	5 –	9 –	6 –	50
الطـــلب	100	40	40	120	300

2-2 اختبار مثولية الحل:(1)

تعتمد هذه الطريقة على تقويم الخانات غير المشغولة باستخدام المتغيرات البديلة المقابلة لكل منطقة إنتاجية ولكل مركز توزيع والتي تعرف بالمؤشرات وتتلخص خطواتها فيمايلي:

1- بناءا على الحل المبدئي الناتج نفترض أن المؤشر المقابل لكل صفi في جدول النقل هو U_i، وأن المؤشر المقابل لكل عمودJهو V_j، ولكل متغير أساسي (يقابل خانة مشغولة) X_{ij} . في الحل الحالي نكتب المعادلة:

$$U_i + V_j = C_{ij}$$

انطلاقا من الحل المبدئي الناتج في طريقة الركن الشمالي الغربي وجدنا أن عدد المعادلات الناتجة يكون عادةm+n-1

وعدد المؤشرات بساوي **m+n**أي أن عدد المعادلات يكون أكبر من عدد المؤشرات ولذلك يتم تحديد قيم المؤشرات بافتراض قيمة اختيارية لأحدها (نضع عادة$U_1=0$) حتى يصبح عدد المعادلات مساويا لعدد المؤشرات.

وسنوضح ذلك بالاستعانة دائما بالمثال السابق حيثi تشير إلى مناطق الإنتاج J تشير إلى مراكز التوزيع ونضع $U_1=0$ثم نكون المعادلات الآتية:

$U_1 + V_1 = 5$ $\quad U_1 + V_2 = 7$ $\quad U_2 + V_2 = 4$

$U_2 + V_3 = 6$ $\quad U_2 + V_4 = 6$ $\quad U_3 + V_4 = 6$

بعد الحصول على هذه المعادلات نحاول البحث عن بقية قيمU_i V_j

$5 - 0 = V_1 \Rightarrow V_1 = 5$

$7 - 0 = V_2 \Rightarrow V_2 = 7$

$4 - 7 = U_2 \Rightarrow U_2 = -3$

$6 - (-3) = V_3 \Rightarrow V_3 = 9$

$6 - (-3) = V_4 \Rightarrow V_4 = 9$

$6 - 9 = U_3 \Rightarrow U_3 = -3$

نضع قيمU_iأمام مناطق الإنتاج وقيم V_j أمام مراكز التوزيع على الترتيب

$V_1=5$ $\quad V_2=7$ $\quad V_3=9$ $\quad V_4=9$

	من \ إلى	1	2	3	4
$U_1=0$	1	5	7	2	4
$U_2=-3$	2	8	4	6	6
$U_3=-3$	3	3	5	9	6

(1) د إبراهيم أحمد مخلوف التحليل الكمي في الإدارة مرجع سابق

2- نحسب القيم الجديدة من خلال إضافة وحدة للخلية المشغولة والتي تقابل متغيرا أساسيا:

$$\Delta_{ij}=C_{ij}-U_i-V_j$$

كما هو مبين في الجدول التالي:

Δ_{ij}	$C_{ij}-U_i-V_j$
Δ_{13}	2 – 0 – 9 =-7
Δ_{14}	4 – 0 – 9 =-5
Δ_{21}	8 –(-3)-5 =6
Δ_{31}	3 –(-3)-5 =1
Δ_{32}	5 –(-3)-7 = 1
Δ_{33}	9 –(-3)-9 =3

فإذا وجدت قيمة أو أكثر سالبة منΔ_{ij} فإن الحل يكون غير أمثلالأن القيمة السالبة تشير إلى أن التكلفة الكلية للنقل ستنخفض بهذه القيمة عند زيادة المتغير المقابل بوحدة واحدة، أما إذاكانت جميع القيم غير سالبة فنكون بصدد الحل الأمثل

من الجدول السابق نجد أن المتغير الداخل هوX_{13} وهوالذي يقابل أكبر قيمة سالبة ل Δ_{ij}

3- لتحديد المتغير الخارج، نكون ممرا دائريا منX_{13} ونعود إليها وذلك بتكوين خطوات أفقية ورأسية ونضع الإشارات +أو (-) على الترتيبفي كل خانة. ثم تحسب تكلفة نقل وحدة إضافية في الخانة المراد تقويمها بجمع التكلفة المقابلة للخانات المشار إليها ب+ وطرح التكلفة المقابلة للخانات المشار إليها ب(-)

نكرر هذه الخطوات إلى غاية الحصول على الحل النهائي والذي يتمثل في:

المنطقة الإنتاجية	مركزالتوزيع	تكلفة نقل الوحدة	عدد الوحدات المنقولة	تكلفة النقل
1	1	5	50	250
1	3	2	40	80
1	4	4	20	80
2	2	4	40	160
2	4	6	100	600
3	1	3	50	150
1320 وحدة نقدية				

المبحث الثاني: نظرية الشبكات

المطلب الأول: مدخل لنظرية الشبكات

مقدمة:

إن ظهور نظرية الشبكات في البداية كان سنة 1735 نتيجة فضول رياضي طرح من طرف العالم الرياضي EULER الذي حاول في إحدى جولاته عبور جسور مدينة Koeinsberg السبعة (حاليا تسمى Kaginingrad) مرة واحدة فقط انطلاقا من نقطة الأصل ثم العودة إليها
ثم بعد ذلك قام العالم الانجليزي Sylvester بعدة أبحاث في هذا المجال سنة 1822 إضافة إلى العالم D.kning سنة 1936 الذي قام بنشر أول مجموعة عن نظرية الشبكات وأساليب تطبيقاتها في مختلف الميادين إلى غاية سنة 1958 حيث قام Claude Berge نظرية البيانات وخوارزمياتها وتطبيقاتها في الاقتصاد والمشاكل الطولية ومن ثم بدأ تطبيقها في جميع المجالات خاصة بعد 1971 خصوصا في بعض دول أوربا والولايات المتحدة الأمريكية

تعتبر نظرية الشبكات إحدى الوسائل المهمة والفعالة في اتخاذ القرار الأمثل من خلال نمذجة وحل مختلف المشاكل التي تواجهها بحوث العمليات، فقد أصبحت تستخدم في حل وتمثيل العديد من المشاكل الواقعية خاصة في مجالات التسيير الأمثلي للموارد كأعمال الطرق وإمداد الشبكات كشبكات المياه والغاز والكهرباء والطرق..... إضافة إلى أنها تسعى إلى معالجة مشاكل النقل وهي الحالات التي لا يمكن اللجوء إلى استعمال البرمجة الخطية كشبكات النقل.

1- مفاهيم عامة:

1-1-تعريف الشبكة: (1)

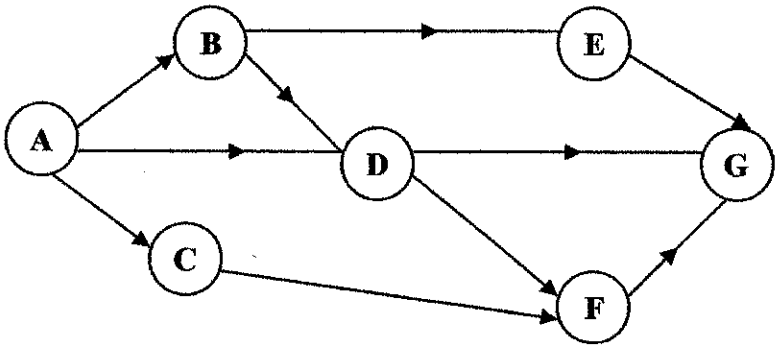
هي رسم هندسي معرف بمجموعة من النقط تسمى عقد أو قمم مربوطة فيما بينها بواسطة مجموعة من الخطوط أو الأسهم تسمى روابط أو جسور. وعليه فالشبكة تتكون من مجموعتين من المحددات:

* المجموعة X تسمى بالقمم وهي عبارة عن نقاط أو دوائر صغيرة تعبر عن مراكز الاستقبال أو التوزيع .....
* المجموعة U عبارة عن خطوط أو أسطر تربط كل قمتين وهي تعبر عن طرق النقل أو أنابيب..... كما يظهر في الشكل 2-1

(1) Boutaleb Kouider : Théorie de la décision office des publications universitaires 2006

وبالتالي يعبر عن البيان بالصيغة التالية: G=(X,U)

شكل(2-1)



فإذا كانت الشبكة تتضمن N عقدة نقول أنها ذات ترتيب N وعليه فالشبكة G=(7,10) هي شبكة ذات ترتيب7

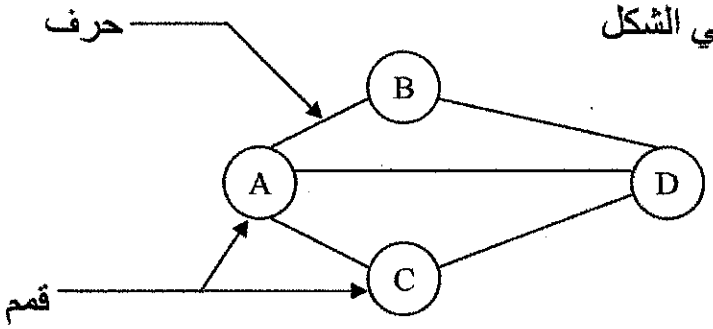
2-1-الشبكة الموجهة: (1)

هي نظام مكون من مجموعة منتهية من العقد $(x_1, x_2 \ldots\ldots x_n)$ مرتبطة مع مجموعة منتهية من الأقواس وبالتالي:

* **القوس (Arc) :** هو عبارة عن خط موجه أو سهم يصل بين طرف ابتدائي (قمة الانطلاق) x_i وطرف نهائي(قمة الوصول) x_j وقد يكون بين قمتين متتاليتين أو غير متتاليتين فكل قوس يحدد بطرفيه الابتدائي والنهائي فمثلا مجموع أقواس الشكل 10-1تكتب على الشكل التالي:

U={(A,B);(A,C);(A,D);(B,E);(B,D);(C,F);(D,G);(E,G);(F,D);(F,G)}

***الحرف(Arête) :** هو خط غير موجه بين قمتين وهو يكافيء قوسين متعاكسين كما في الشكل



شكل2-2

(1) José destrous : Outils d'aide à la décision Dunod paris 2003 p15

1-3-درجة العقدة: (1)

درجة العقدة نعني بها مجموع الأقواس التي تدخل إليها و الأقواس التي تخرج منها فدرجة العقدة المبينة في الشكل هي 4 لأن مجموع الأقواس الداخلة إليها والخارجة منها هو 4 ونرمز لها بالرمز d(a) حيث $d(a)=d^+(a)+d^-(a)$

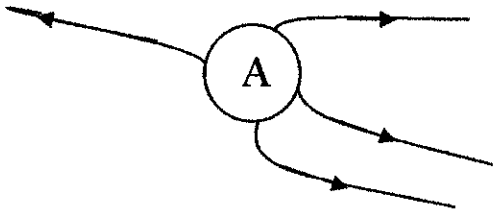
$d^+(a)$: عدد الروابط التي تخرج من العقدة في هذه الحالة $d^+(a)=3$

$d^-(a)$: عدد الروابط التي تدخل إلى العقدة في هذه الحالة $d^-(a)=1$

$d(a)= d^+(a) + d^-(a)$

$= 3 + 1 = 4$

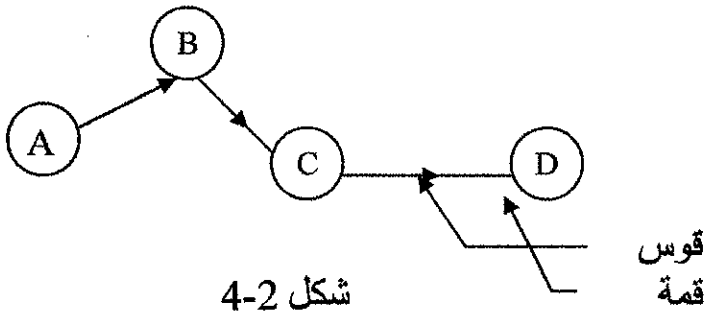
شكل 2-3



1-4-المسار: le chemin (2)

هو عبارة عن مجموعة متتابعة من الأقواس يكون فيها الطرف النهائي لكل قوس هو الطرف الابتدائي للقوس الموالي باستثناء الطرف النهائي للقوس الأخير حسب الشكل الموالي 10-2 طول المسار هو عدد الأقواس التي يتكون منها، ويكون المسار بسيطا إذا كان لا يمر سوى مرة واحدة على الأقواس التي يتكون منها، ويكون مسارا أوليا *(élémentaire)* إذا كان لا يلتقي أكثر من مرة واحدة بكل قمة.

مسار



شكل 2-4

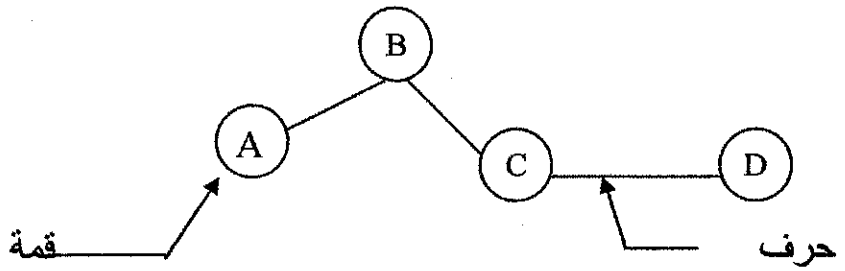
(1) Nadia Benhareth recherche opérationnelle la theorie des graphes p15

(2) محمد راتول بحوث العمليات ديوان المطبوعات الجامعية ص212

1-5-السلسلة :

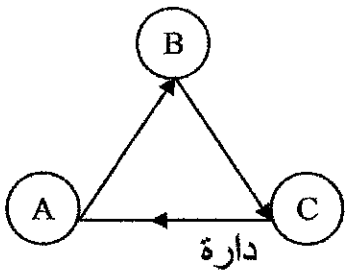
هي مجموعة متتابعة من الأحرف يكون فيها الطرف النهائي لكل حرف هو الطرف الابتدائي للحرف الموالي باستثناء الطرف النهائي للحرف الأخير10-3

سلسلة **شكل2-5**



1-6-الدارة : le circuit

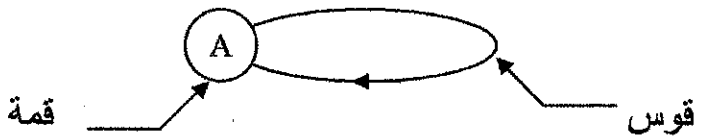
هي مسار مغلق على نفسه، يكون فيه الطرف النهائي للقوس الأخير متصل بالطرف الابتدائي للقوس الأول شكل 2-6



1-7-العقدة : la boucle

هي سهم طرفه الابتدائي هو نفسه طرفه النهائي، أي يعود إلى نفس القمة التي ينطلق منها

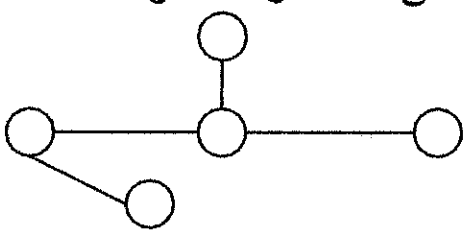
عقدة



شكل 2-7

1-8-الشجرة :

هي بيان مترابط بدون حلقة (دارة) يحتوي على N قمة و N-1حرف



شجرة

شكل 2-8

2- التمثيل المصفوفي للبيان: (1)

كل بيان يمكن تقديمه عن طريق مصفوفة مربعة من الرتبة N ، وهناك عدة أنواع من المصفوفات والتي نعرضها كالتالي:

2-1-المصفوفة البولينية: M.Booleène

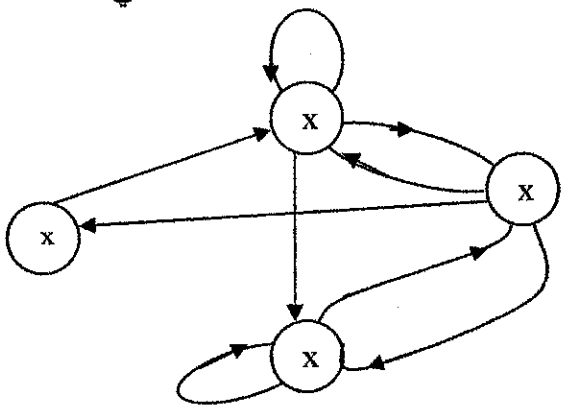
يكون فيها عدد الأسطر و عدد الأعمدة يساوي عدد القمم، أما عناصر المصفوفة فتساوي 1إذا كانت توجد علاقة أو رابط وتساوي 0إذا لم توجد أي علاقة أي:

$M=[A_{ij}]$

$i=1,2,\ldots\ldots n \qquad A_{ij}=1 \ \text{si} \ (x_i,x_j) \in U$

$j=1,2,\ldots\ldots n \qquad A_{ij}=0 \ \text{si} \ (x_i,x_j) \in U$

فمثلا الشبكة التالية سوف نحاول تمثيلها في شكل مصفوفة بولينية كما في الشكل 2-9:



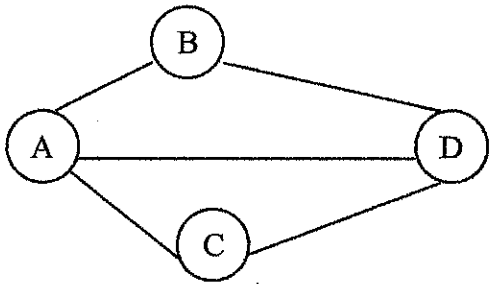
يتم تقديم المصفوفة البولينية كما يلي:

	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	0	1	0	0
x_2	0	1	1	1
x_3	1	1	0	1
x_4	0	0	1	1

يلاحظ أن القيمة 1 وضعت في الاتجاه الذي يذهب إليه القوس ، أي من x_i إلىx_j والقيم الموجودة في قطر المصفوفة تدل على وجود عقدة أي قوس يتجه إلى نفس القمة

- أما في البيان غير الموجه فالقيمة 1 تدل على وجود علاقة في الاتجاهين وهذا ما يفسر تناظر المصفوفة بالنسبة للقطر الصفري كما في المثال التالي: A

	B	C	D
A	1	1	1
B	0	0	1
C	0	0	1
D	1	1	0



شكل 2-10

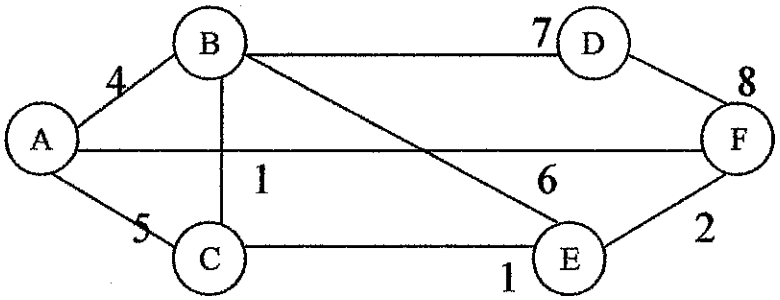
(1) Robert Faure, Bernard Lemaire, Christophe Picouleau : Précis de recherche opérationnelle Dunod Paris 2000

2-2-مصفوفة السعة: (1)

في هذه الحالة تكون الشبكة مقيمة إذا كان كل قوس أوحرف فيها يمثل كمية تعبر إما عن الطول أوحجم الحمولة المنقولة أو تكاليف النقل،.....الخ

وفي حالة التعبير عنها بمصفوفة السعة فإن كل عنصر فيها يمثل حمولة القوس أو الحرف بين كل قمة وقمة أخرى، أما في حال عدم وجود علاقة فإنه يتم التعبير عن ذلك بالقيمة 0 وذلك كما في المثال التالي حيث نلاحظ أن الشبكة غير موجهة وهذا ما يفسر تناظر مصفوفة السعة :

شكل2-11



	A	B	C	D	E	F
A	0	4	5	0	0	3
B	4	0	1	7	6	0
C	5	1	0	0	1	0
D	0	7	0	0	0	8
E	0	6	1	0	0	2
F	3	0	0	8	2	0

2-3-مصفوفة المساقط للبيان الموجه بدون دارة:

نجد فيها: $a_{ij}=1$ إذا كان القوس ينطلق من القمة.

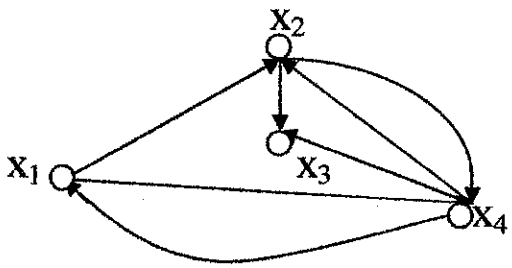
$a_{ij}=-1$ إذا كان القوس يصل إلى القمة.

$a_{ij}=0$ إذا كانت لا توجد علاقة

فالقيمة 1 تمثل الطرف الابتدائي للقوس والقيمة 1- تمثل الطرف النهائي للقوس، أما بقية قيم المصفوفة فتكون معدومة. ونلاحظ ذلك في المثال التالي:

(1) محمد راتول مرجع سابق ص 216

شكل 2-12



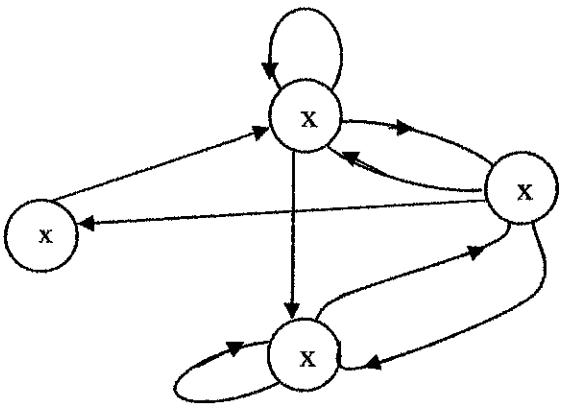
بتطبيق نفس المبدأ أعلاه نحصل على المصفوفة الموالية حيث 1 هي القمة الابتدائية و1- هي القمة النهائية ويلاحظ أن كل القمم تشكل أطرافا ابتدائية ونهائية إلا القمة x_3 فهي تشكل أطرافا نهائية، لذلك لا يظهر في عمود x_3 سوى القيم1-.

	x_1	x_2	x_3	x_4
(x_1,x_2)	1	1-	0	0
(x_1,x_4)	1	0	0	1-
(x_2,x_3)	0	1	1-	0
(x_2,x_4)	0	1	0	1-
(x_4,x_1)	1-	0	0	1
(x_4,x_2)	0	1-	0	1
(x_4,x_3)	0	0	1-	1

2-4-مصفوفة الأقواس: (1)

هي المصفوفة البولينية معبر عنها برموز القمم، أخذا بعين الاعتبار الاتجاه من القمة i إلى القمة j

شكل 2-13



	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1		x_1x_2		
x_2		x_2x_2	x_2x_3	x_2x_4
x_3	x_3x_1	x_3x_1		x_3x_4
x_4			x_4x_3	x_4x_4

(1) محمد راتول مرجع سابق

3- التمثيل الجدولي للبيان: (1)

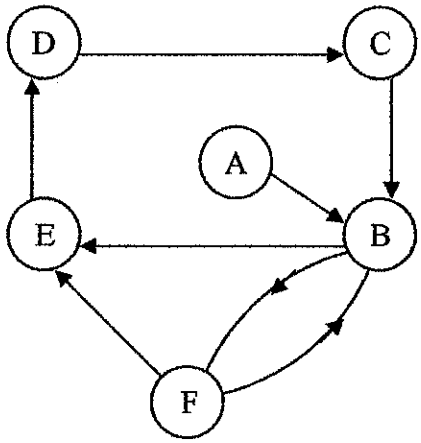
يمكن أن يقدم البيان عن طريق جدول السوابق أو جدول اللواحق.

1- **جدول اللواحق**، فيه يتم وضع جدول بعمودين، يوضع في العمود الأول القمم وفي العمود الثاني لواحقها أي الأطراف النهائية.

2- **جدول السوابق**، فيه يتم أيضا وضع جدول بعمودين، يوضع في الأول الأطراف الابتدائية وفي الثاني توضع الأقواس التي تصل إلى الطرف.

مثال: ليكن البيان التالي الذي سوف نقدمه مرة بجدول اللواحق وأخرى بجدول السوابق.

شكل 2-14



حسب التعريف أعلاه فإن الجدولين يقدمان كمايلي:

جدول اللواحق:

القمم(X)	اللواحق S(x)
A	B
B	E , F
C	B
D	C
E	D
F	B , E

S(X) هي مجموعة لواحق X .

(1) محمد راتول ص220

جدول السوابق:

القمم(X)	السوابق P(x)
A	-
B	A C F
C	D
D	E
E	B F
F	B

P(X) هي مجموعة سوابق X .

المطلب الثاني: نظرية التدفق الأعظمي

1- شبكة النقل: (1)

نقصد بشبكة النقل كل شبكة منتهية بدون دارة تتكون من مدخل (une entrée) ومخرج (une sortie) حيث أن القمة x_1 تنطلق منها الأقواس ولا يصل إليها أي قوس بينما القمة x_p تصل إليها الأقواس ولا ينطلق منها أي قوس وهذا ما يجعل تسمية مدخل الشبكة تتغير إلى المنبع (la source) ومخرج الشبكة إلى المصب (le puits) . وكل قوس U مقيم بقيمة موجبة نرمز لها ب C(U) وهي طاقة القوس والتي تعبر عادة عن حمولة الباخرات أو الشاحنات أو الحاويات، خطوط الأنابيب (oleodues) ،أو طرق النقل،.....

2- التدفق الأعظمي: (2)

نقصد بالتدفق الأعظمي أكبر إرسال ممكن بين مجموعة من المنابع ومجموعة من المصبات تحت قيد محدودية طاقة نقل الأقواس في الشبكة، ولإيجاد التدفق الأعظمي بين هذه المنابع والمصبات نلجأ إلى خوارزمية FORD-FULKERSON والتي تعالج مشكلة البحث عن تمرير أكبر كمية ممكنة من المادة المراد نقلها عبر الأقواس المحدودة الطاقة إلى نقطة الخروج أو المصب دون اعتبار للتكاليف والتي لاتظهر أصلا في الشبكة. حيث أن المادة المنقولة يمكن أن تكون بضائع أو سوائل عبر أنابيب طاقة تصريفها محدودة إلى خزانات رئيسية أو مناطق استهلاكية طاقة استقبالها محدودة أيضا،.....إلخ.

إذن يصبح المشكل المطروح هو البحث عن كيفية تمرير أكبر كمية q(u) والتي يجب ألا تتعدى طاقة القوس:$0 \le f(u) \le c(u)$

كما يجب مراعاة قانون Kirchoff للتدفقات والذي يتضمن أن مجموع التدفقات الداخلة إلى العقدة تساوي مجموع التدفقات التي تخرج منها$\sum f(y,x)=\sum f(x,y)$

3-خوارزمية FORD-FULKERSON : (3)

إن هذه الخوارزمية اكتشفت من طرف FORD –FULKERSON للتدفق الأعظمي والتي من خلالها نحاول البحث عن إرسال أكبر كمية ممكنة دون اعتبار للتكاليف كما سبقت الإشارة. ولفهم هذه الخوارزمية ومختلف مراحلها نستعين بالمثال التالي:

مؤسسة لديها ثلاثة خزانات رئيسية للمياه هي A, B, C لتموين أربع قرى هي D, E, F, G بحيث أن الخزان A يستطيع تصريف 45 لتر/ ثانية

الخزان B يستطيع تصريف 25 لتر/ ثانية

الخزان C يستطيع تصريف 20 لتر/ ثانية

(1)Robert Faure , Précis de recherche opérationnlle

(3) محمد راتول مرجع سابق ص271

(3) Recherche opérationnelle de gestion

بينما تقدر احتياجات القرى كمايلي: - احتياجات القرية D ب 30 لتر / ثانية
- احتياجات القرية E ب 10 لتر / ثانية
- احتياجات القرية D ب 20 لتر / ثانية

وتوجد عدة قنوات تصل الخزانات بالقرى طاقة تصريف كل منها محدودة وهي موضحة في الجدول التالي:

المنبع \ المصب	D	E	F	G
A	10	15	-	20
B	20	5	15	-
C	-	-	10	10

وتكون الإشكالية هي البحث عن أفضل تموين ممكن لمختلف القرى عبر شبكة النقل المتاحة، أي إيجاد **أعظم تدفق ممكن** من الخزانات الثلاثة إلى القرى الأربعة في وجود قيود طاقة التصريف للأنابيب.

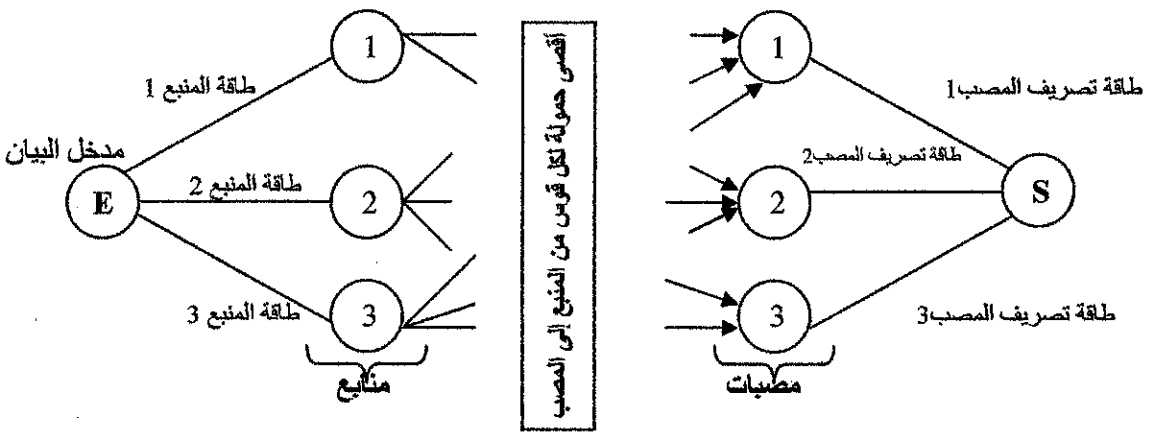
خوارزمية الحل: (1)

لحل هذه المسألة نستعين بخطوات خوارزمية FORD-FULKERSON كمايلي:

1- رسم البيان: ويتم ذلك باتباع الخطوات التالية:

- ✓ نحدد نقطة ما نسميها مدخل البيان ونرمز لها بالرمز E
- ✓ نحدد قمم المنابع i ثم نصل قمة المدخل وقمم المنابع بأقواس طاقة كل منها أي حمولتها تساوي طاقة تصرف كل منبع.
- ✓ نحدد قمم المصبات ونصلها بالمنابع عن طريق أقواس ونحدد طاقة تصريف كل قوس.
- ✓ نحدد نقطة أخرى خارج البيان إلى يمين المصبات ونسميها مخرج البيان ونرمز لها بـS .
- ✓ نصل النقطة S بمختلف المصبات بأقواس طاقة تصريفها تساوي طاقة استقبال كل مصب.

ويصبح البيان كمايلي: شكل 3-1



2-البحث عن أمثل تدفق:

1- نبدأ بالأقواس التي تخرج من قمة المدخل، ونقوم بإرسال تدفق ما مع مراعاة ضرورة تسوية الوضعية عند كل قمة بحيث تكون الكميات الدخلة تساوي الكميات الخارجة (قاعدة KIRCHOFF) ودون تجاوز طاقة نقل كل قوس.

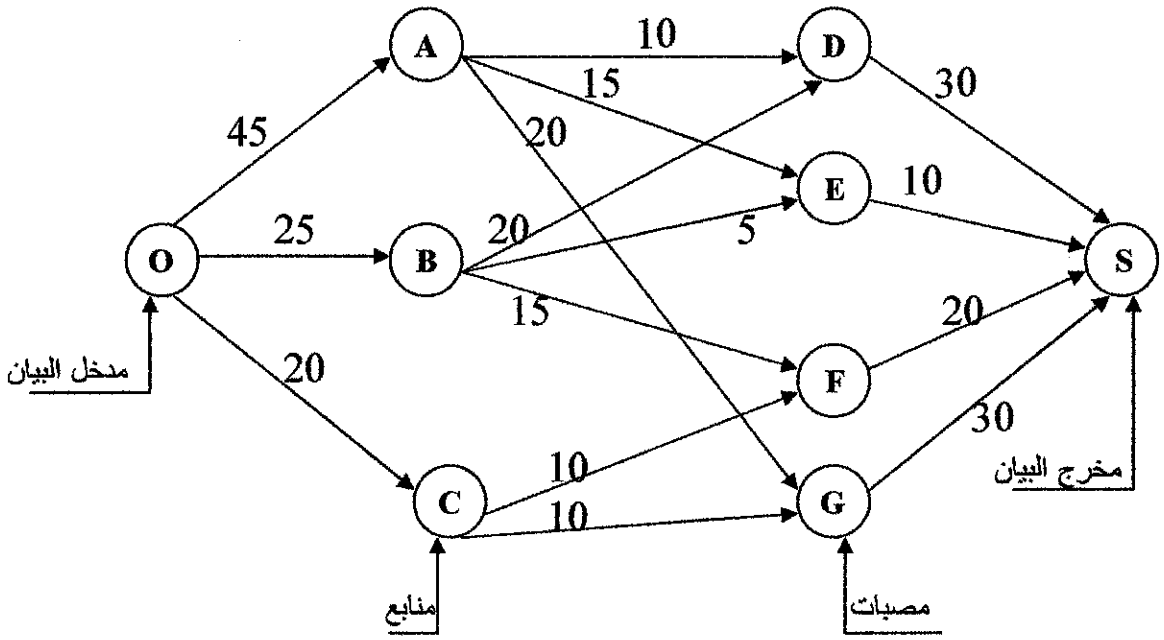
2- نقوم بتحسين التدفق حتى يكون كل مسار من المدخل E حتى المخرجS يحتوي على الأقل على قوس مشبع واحد(تدفق كامل)، وهذا حسب منهجية الخطوة 3 أدناه (نقصد بالقوس المشبع أنه ينقل كمية تساوي تماما طاقة نقله القصوى)

3- ننطلق من القمة E ونجري مايلي:

- نوسم القمة E بالإشارة +
- نبحث عن قوس غير مشبع ينطلق من القمة i نحو القمةj ونضع بجوار القمة j العلامة(j+)
- في حالة عدم وجود قوس غير مشبع ينطلق من القمةi نحوj نبحث عن قوس غير معدوم ينطلق من قمة ما K **ليصل إلى القمة i** ونضع بجوار القمة K العلامة (i-) ونكرر العملية من جديد لبقية القمم حيث نوسم القمة التي نصل إليها ب+أو – القوس السابق أو اللاحق حسب الحالة دون إعادة توسيم القمم التي تم توسيمها من قبل.
- إذا استحالت الإجابة وكنا لم نصل إلى توسيم المخرج S فإن التدفق يكون أعظميا، والحل صار أمثليا.
- إذا وصلنا إلى توسيم القمةS فإن التدفق يكون غير أعظمي وينبغي تحسينه وبالتالي ينبغي تحديد السلسلة الموسومة و نبدأ بتحسين الحل بإضافة أو إنقاص أنسب كمية من الأقواس وذلك بمراعاة عدم تجاوز الطاقة القصوى للأقواس وعدم إحداث أقواس بقيمة سالبة.
- ونستمر في العملية حتى يستحيل توسيم القمة S وعندها نكون أمام التدفق الأعظمي.

بتطبيق الخطوات الأولى للخوارزمية على المثال الوارد أعلاه وبإضافة القمتين المساعدتين، قمة الدخول وقمة الخروج نحصل على البيان التالي الذي يظهر لنا طاقة تصريف كل أنبوب:

1- رسم البيان: شكل 3-2



2- البحث عن أمثل تدفق:

- عند قمة المدخلO ، نرسل أية كمية نشاء، مع مراعاة قدرات تصريف الأقواس التي تخرج من القمة الموالية، فلو نرسل عبر القوس EC الكمية 20 ل/ ثا، فإنه يمكن تصريفها كلية عبر الأقواس CG وCF كلها بمقدار 10 ل/ ثا، وكذلك يمكن للكمية التي تمر عبر القوس CG بمقدار 10 ل/ ثا أن تصل كلية إلى القمة S عبر القوس GS وكذلك الكمية التي تمر عبر القوس CF يمكن لها أن تصل كلية إلى S عبر القوس FS وبالتالي:

- نمرر الكمية 20 ل/ ثا عبر القوس EC وبذلك يشبع هذا القوس (نميز القوس المشبع عن بقية الأقواس بخط مزدوج).
- يمكن تمرير الكمية التي وصلت إلى القمة C كمايلي:

* نمرر 10ل/ ثا عبر القوسCG وبذلك يشبع هذا القوس، ثم نمرر الكمية التي وصلت إلى G وهي بمقدار 10 ل / ثا إلى S عبر القوس GS ، لكن يلاحظ أن الطاقة القصوى لهذا القوس هي 30 ل / ثا، و يعني ذلك أن هذا القوس لازال لم يشبع بعد ويبقى قادرا على تصريف 20 ل / ثا أي 30-10 =20 ، لذلك نشطب القيمة 30 ونضع أمامها 20 وهي طاقة التصريف المتبقية.

* نعود إلى القمة C ونمرر الكمية المتبقية وهي 10 ل / ثا عبر القوس CF وبذلك يشبع هذا القوس، ثم نمرر الكمية التي وصلت إلى القمة F عبر القوس FS فيبقى لهذا القوس

طاقة تصريف زائدة تقدر ب10 ل / ثا، لذلك نشطب 20 ونضع أمامها الطاقة المتبقية وهي 10ل/ثا

لحد الآن تم تصريف كل الكمية التي عبرت من خلال القوس OC و وصلت القمة.

- نعود إلى القمة O ونمرر الكمية 25 ل / ثا عبر القوس OB وبما أن طاقة تصريفه تساوي هذه الكمية لذلك فإن هذا القوس يشبع.

الكمية التي تصل إلى القمة B هي إذن 25 ل / ثا يمكن تمريرها عبر الأقواس التي تخرج من هذه القمة كمايلي:

- نمرر 5 ل / ثا عبر القوس BE و يشبع بذلك هذا القوس لأن طاقة تصريفه القصوى تساوي 5 ل/ ثا وتكون الكمية التي تصل القمة E هي إذن 5 ل/ ثا يمكن إرسالها إلى القمة S عبر القوس ES وحيث أن طاقة تصريف هذا القوس هي 10 ل/ ثا لذلك فإنه لا يشبع لذلك نشطب عن القيمة 10 ونضع بدلها طاقة التصريف المتبقية وهي 5 ل/ ثا . بقي في القمة B لحد الآن 20 ل / ثا.

- طاقة القوس BF هي 15 ل/ ثا لكن القوس الذي يليه وهوFS طاقة تصريفه المتبقية هي فقط 10 ل / ثا، لذلك فأقصى ما يمكن إرساله عبر القوس BF هو 10 ل/ ثا تمر مباشرة إلى S عبر القوس FS وبذلك يشبع هذا القوس تماما بينما القوس BF لا يشبع وتبقى طاقة تصريف فائضة تقدر ب 5 ل / ثا.

- من الكمية التي وصلت B وهي 25 ل / ثا تم تصريف 10 ل / ثا عبر BF و5ل/ ثا عبر BE وتبقى 10 ل/ثا يتم إرسالها عبر BD ويتم تمريرها إلى S عبرBD تبقى طاقة تصريف غير مستغلة عبر القوس BD تقدر ب10 ل / ثا وعبر القوس DS تقدر ب20ل/ثا ويتم بذلك تصريف كل الكميات التي وصلتB

- نعود من جديد إلى القمة O حيث لازالت القيمة 45 ل/ ثا لم تصرف بعد

- نلاحظ أن الأقواس التي تنطلق من A قيمتها (10+15+20=45) وهي قيمة تساوي القيمةالتي يمكن إيصالها إلى القمة A عبر القوس EA ، غير أنه يلاحظ من جهة أخرى أنه لو تم إرسال كل هذه الكمية فإنه لا بد من الإشباع الكلي للأقواس AD , AE , AG ولو يتم ذلك فإن القوس ES لا يتحمل لأن الطاقة المتبقية له هي 5 ل / ثا حتى الآن، لذلك لا يمكن تمرير عبر AE سوى 5 ل / ثا وتبقى طاقة غير مستغلة عبره تقدر ب 10 ل/ ثا ويشبع بذلك القوس ES

- بالنسبة لبقية الأقواس التي تنطلق من A لا يطرح أي مشكل

إذن لا يمكن تصريف عبر EA سوى الكمية 35 ل/ ثا، ولا يشبع هذا القوس إذ تبقى طاقة زائدة مقدارها 10 ل/ ثا

فالكمية التي تصل A هي إذن 35 ل / ثا تمرر كمايلي:

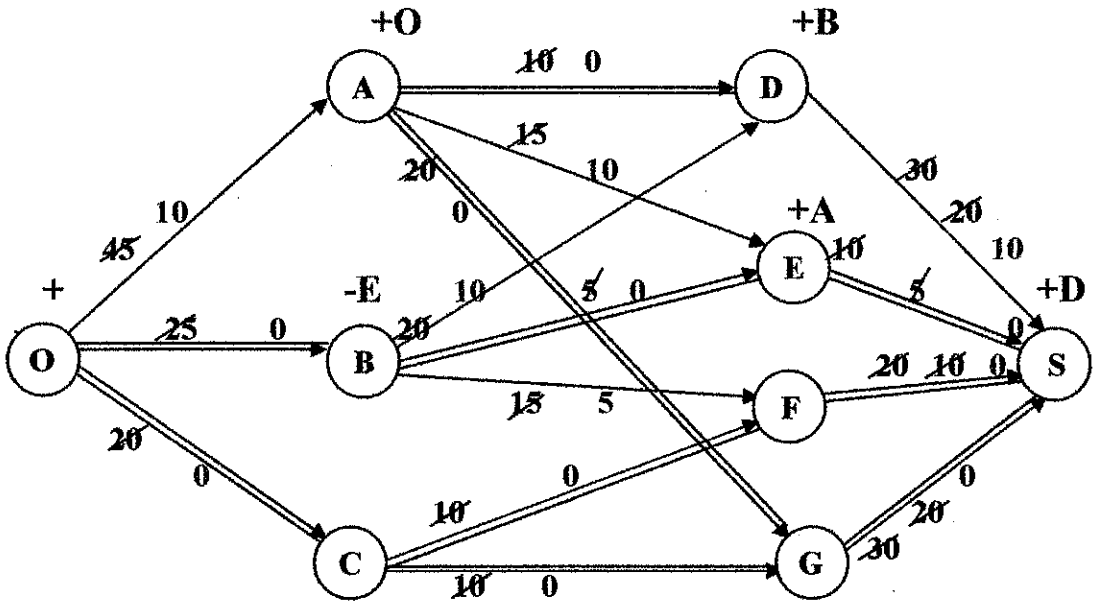
- عبر القوس AE 5 ل/ ثا كما أشرنا سابقا ولا يشبع هذا القوس، تمر هذه الكمية من E عبر القوس ES ويشبع هذا القوس

- نمرر 20 ل/ ثا عبر القوس AG ويشبع تماما، وتصرف الكمية التي وصلت إلى G عبر GS حيث كانت هناك طاقة غير مستغلة متبقية تساوي 20 ل/ ثا يتم استغلالها ويشبع بذلك هذا القوس تماما.

- نمرر الكمية المتبقية وهي 10 ل/ ثا عبر AD حيث يشبع هذا القوس تماما، ثم نمرر هذه الكمية من D عبر DS حيث لا يشبع هذا القوس وتبقى طاقة غير مستغلة فيه تساوي 10ل/ثا

وتكون بذلك كل الكميات التي خرجت من O والمقدرة ب 80ل/ ثا قد وصلت إلى القمة S

شكل 3-3



ملاحظات:

- في كل قمة يجب أن تكون الكميات الداخلة تساوي الكميات الخارجة (قاعدة **Kirchoff**) وكتأكيد على ذلك نجد:

– في القمة A الكمية التي تدخل هي 35 ل/ ثا والكميات التي تخرج عبر الأقواس AD,AE,AG تساوي أيضا 35 ل/ ثا.

– في القمة B الكمية التي تدخل هي 25 ل/ ثا والكميات التي تخرج عبر الأقواس BD,BE,BF هي أيضا 25ل/ ثا.

– في القمة C الكمية التي تدخل هي 20 ل/ ثا والكميات التي تخرج عبر الأقواس CF,CG هي أيضا 20 ل/ ثا.

– في القمة D الكمية التي تدخل هي 20 ل/ ثا والكميات التي تخرج عبر القوس هي 20 ل/ ثا.

– في القمة E الكمية التي تدخل هي 10 ل/ ثا والكميات التي تخرج عبر القوس ES هي 10 ل/ ثا.

– في القمة F الكمية التي تدخل هي 20 ل/ ثا والكميات التي تخرج عبر القوس FS هي 20 ل/ ثا.

– في القمة G الكمية التي تدخل هي 30 ل/ ثا والكميات التي تخرج عبر القوس GS هي 30 ل/ ثا.

- اعتمادا على الملاحظة الأولى فإن ما يخرج من E يجب أن يساوي ما يصل إلى S
- كل مسار من O إلى S يحتوي على الأقل على قوس واحد مشبع (تدفق كامل).

إن التدفق الذي حصلنا عليه إلى حد الآن والذي يظهره البيان في الشكل 3-3 هو تدفق يظهر حلا أساسيا أولا يمكن التعبير عنه بالجدول التالي:

المصب / المنبع	D	E	F	G	الكمية المرسلة
A	10	5	–	20	35
B	10	5	10	–	25
C	–	–	10	10	20
الكمية المستقبلة	20	10	20	30	80

ويظهر جليا أن ما تم تصريفه لحد الآن هو 80 ل/ ثا وتفسيره كمايلي:

- من الخزان A يرسل تدفق بقيمة 35 ل/ ثا عبر: – الأنبوب AD بتدفق 10 ل/ ثا
  – الأنبوب AE بتدفق 5 ل/ ثا
  – الأنبوب AG بتدفق 20 ل/ ثا

- من الخزان B يرسل تدفق بقيمة 25 ل/ ثا عبر: – الأنبوب BD بتدفق 10 ل/ ثا
  – الأنبوب BE بتدفق 5 ل/ ثا
  – الأنبوب BF بتدفق 10 ل/ ثا

- من الخزان C يرسل تدفق بقيمة 20 ل/ ثا عبر: – الأنبوب CF بتدفق 10 ل/ ثا
  – الأنبوب CG بتدفق 10 ل/ ثا

وما تم استقباله في القرى الثلاث أيضا هو 80 ل/ ثا وذلك كمايلي:

- القرية D تستقبل 20 ل/ ثا موزعة كما يلي:– عبر الأنبوب AD بطاقة 10 ل/ ثا.
  – عبر الأنبوب BD بطاقة 10 ل/ ثا

- القرية E تستقبل 10 ل/ ثا موزعة كما يلي : – عبر الأنبوب AE بطاقة 5 ل/ ثا.
  – عبر الأنبوب BE بطاقة 5 ل/ ثا

- القرية F تستقبل 20 ل/ ثا موزعة كما يلي:– عبر الأنبوب BF بطاقة 10 ل/ ثا.
  – عبر الأنبوب CF بطاقة 10 ل/ ثا

- القرية G تستقبل 30 ل/ ثا موزعة كمايلي:– عبر الأنبوب AG بطاقة 20 ل/ ثا.
  – عبر الأنبوب CG بطاقة 10 ل/ ثا

ويلاحظ أن ما يخرج من الخزانات يساوي تماما ما يصل إلى القرى

3– اختبار الحل وتحسينه:

بعد الحصول على الحل الأساسي الأول يتم اختبار هذا الحل إذا كان أمثلا أم لا، ويتم ذلك بتطبيق المرحلة الثانية من خوارزمية FORD-FULKERSON، كمايلي:

* نوسم القمة O بالإشارة + ونبحث عن قوس غير مشبع ينطلق من O فنجد القوس OA ونضع بجوار القمة A الإشارة+O

* من القمةA يوجد قوس غير مشبع ينطلق من A وهو AE فنضع بجوارE الإشارة A+

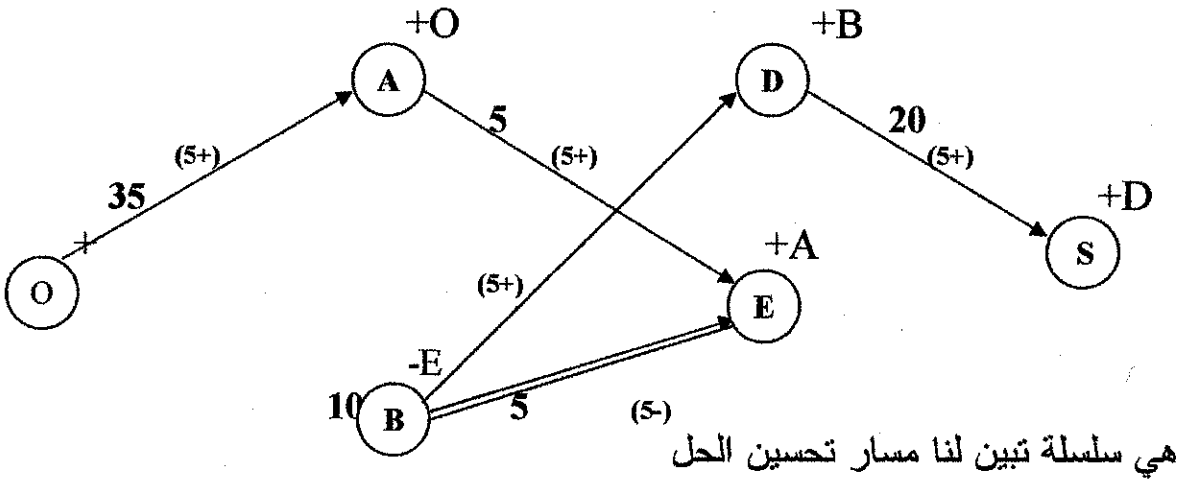
* من القمةE لا يوجد قوس غير مشبع ينطلق من E وإنما يوجد قوس غير معدوم يصل إلى E وهو القوس BE فنضع بجوار B الإشارة -E

* من القمةB يوجد قوس غير مشبع ينطلق من B وهوBD فنضع بجوارD الإشارة B+

* من القمةD يوجد قوس غير مشبع ينطلق من D وهوDS فنضع بجوارS الإشارة D+

حسب الخوارزمية مادمنا وصلنا إلى توسيم القمة S فالتدفق غير أمثلي ولازال قابلا للتحسين والشكل الموالي يبين سلسلة الأقواس التي تمت عليها التغيرات السابقة:

شكل 3–4

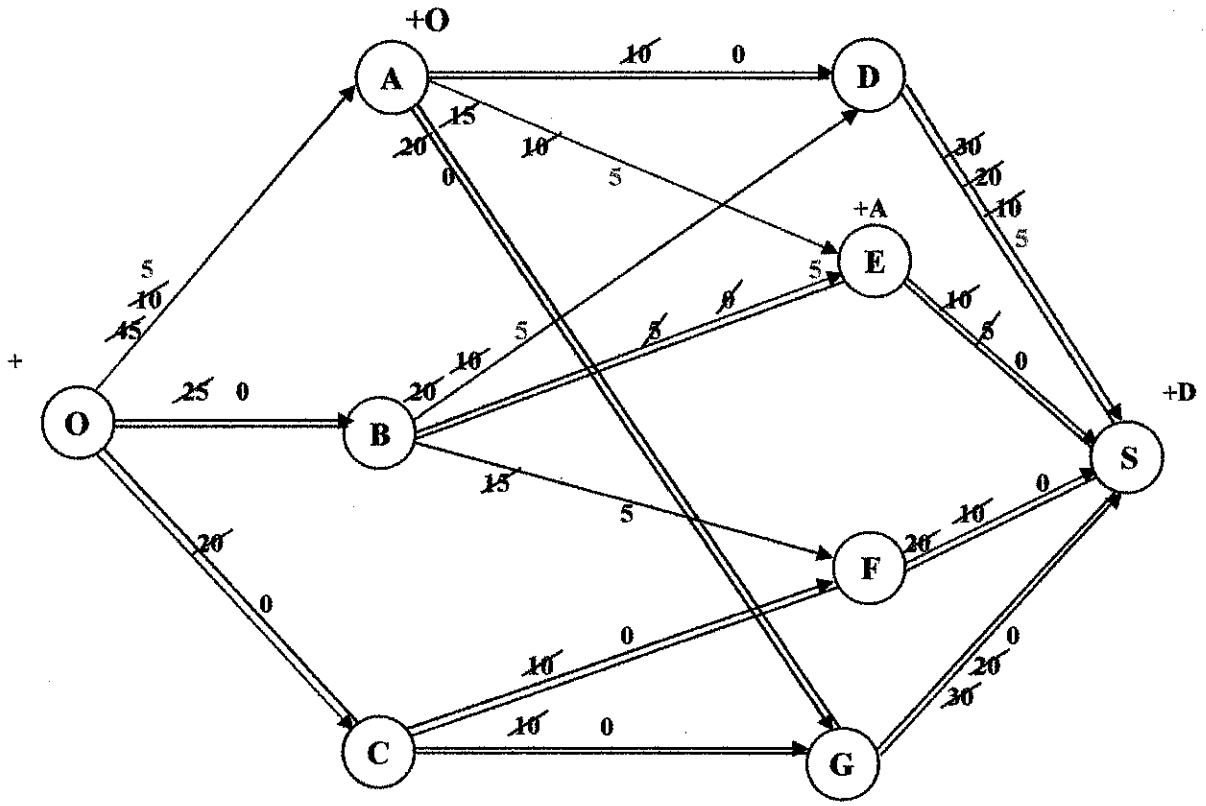


وهي سلسلة تبين لنا مسار تحسين الحل

ولتحسين الحل ينبغي الزيادة في الأقواس EA, AE, BD, DS والتخفيض في القوس BE بحيث يسمح ذلك بتحقيق قاعدة kirchoff في كل قمة، ونلاحظ أنه لا يمكن تخفيض BE

بأكثر من 5 ل/ ثا لأن ذلك يؤدي إلى قيمة سالبة، لذلك نضيف القيمة 5 إلى كل أقواس السلسلة ماعدا القوس BE فإننا نطرح منه القيمة 5 ويصبح قوسا صفريا أي معدوم لا ينقل عبره أي حمولة ويصبح البيان الجديد كالتالي:

شكل 3-5



بعد حصولنا على هذا الحل سوف نحاول تحسينه من جديد وذلك بإعادة الخطوات السابقة فنعيد التوسيم من جديد تماما كما فعلنا في المرحلة السابقة: فنلاحظ أنه يوجد قوس غير مشبع ينطلق من قمة الدخول O وهو القوس AE فنوسم القمة E بالإشارة +Aغير أنه نلاحظ في الحالة التالية أنه لا يوجد قوس غير مشبع ينطلق من القمة E ولا يوجد قوس غير معدوم يصل إلى E وبالتالي فإنه استحال علينا الوصول إلى توسيم قمة الخروج S وعليه فإن الحل المتوصل إليه هو حل أمثل، أي أننا وصلنا إلى أعظم تدفق وهو ما يوضحه الجدول التالي:

المصب / المنبع	D	E	F	G	الكمية المرسلة
A	10	10	–	20	40
B	15	0	10	–	25
C	–	–	10	10	20
الكمية المستقبلة	25	10	20	30	80

ويكون أعظم تدفق لهذه المسألة كما يلي :

- نرسل من الخزان A 40 ل/ ثا عبر الأنابيب: – 10 AD ل/ ثا
  – 10 AE ل/ ثا
  – 20 AG ل/ ثا
- نرسل من الخزان B 25 ل/ ثا عبر الأنابيب: – 15 BD ل/ ثا
  – 10 BF ل/ ثا
- نرسل من الخزان C 20 ل/ ثا عبر الأنابيب: – 10 CF ل/ ثا
  – 10 CG ل/ ثا

كما تستقبل القرية D 25 ل/ ثا من الخزانين A, B
و تستقبل القرية E 10 ل/ ثا من الخزان E
و تستقبل القرية F 20 ل/ ثا من الخزانين C, B
بينما تستقبل القرية G 30 ل/ ثا من الخزانين C, A
والقرية D لم تلبى كل احتياجاتها إذ بقي عجز يقدر ب5 ويكون هذا أعظم تدفق ممكن.

ملاحظة :
إنه من الصعب استخدام هذه الطريقة في حل مشاكل الشبكات في الحالة التطبيقية (الواقعية) وذلك نظرا لتوسع الشبكة نتيجة تعدد الروابط والعقد، وهذا مايجعلنا إلى استعمال برامج الإعلام الآلي كما سيتم في الفصل التطبيقي.

المطلب الثالث : نظرية المسارات المثلى

مقدمة :

كثيرا ما تصادف الاقتصادي مسائل عملية جوهرها هو البحث عن أمثل مسار يربط بين نقطتين محددتين من بين مجموعة كبيرة من المسارات ضمن بيان موجه، وذلك دون اشتراط المرور بجميع القمم .

فإذا كان لدينا البيان الموجه $G=(X,U)$ حيث أن كل قوس u يحمل قيمة هي: $c(u)\geq 0$ فإن هدف هذه النظرية هو البحث عن أقصر أو أطول مسار ينطلق من القمة الابتدائية للبيان x_0 إلى القمة النهائية للبيان x_n

فنظرية المسارات المثلى شائعة الاستخدام وكثيرة المصادفة خاصة في النقل البري والنقل البحري والنقل الجوي والإمداد عن طريق القنوات أو الخطوط كالكهرباء والغاز والهاتف.....إلخ (1)

ويلاحظ هنا أنه لا يشترط المرور بجميع القمم وإنما فقط يشترط إيجاد أقصر مسار يربط بين القمة الابتدائية للبيان وقمته النهائية وأن الربط بين القمم يتم بواسطة أسهم (أقواس) وليس أحرف أي أنها تؤخذ في اتجاه واحد وليس في الاتجاهين وهذا ما يفسر أن مصفوفة السعة للبيان لا تكون متناظرة كما هو الحال في الشجرة المثلى.

1- طريقة FORD (2)

تعتمد هذه الطريقة على استخدام خوارزمية FORD نسبة للعالم الرياضي FORD الذي يعتبر أول من استعملها سواء في البحث عن أقصر مسار (أو أطول مسار وهي حالة جد نادرة في الظواهر الاقتصادية) والتي تعتمد على الخطوات التالية:

1- نعيد تسمية قمم الشبكة حيث:

قمة الانطلاق نسميها x_0

القمة الموالية نسميها x_1 ونستمر في الترقيم حتى الوصول إلى القمة النهائية للشبكة التي سوف نسميها x_{n-1} حيث أن n هو عدد قمم الشبكة

2 -نضع بجانب كل قمة x_i $(i\neq 0)$ قيمة نسميها λ حيث $\lambda_i=+\infty$ ونضع $\lambda_0=0$ أمام x_0

3- - نفترض أن $c(x_i, x_j)$ هي حمولة (قيمة) القوس(x_i , x_j)

4- من أجل كل قمة x_j : $(\lambda_j-\lambda_i) > c(x_i , x_j)$ نعوض λ_j بالقيمة: $\lambda_i + c(x_i , x_j)$ ابتداء من قمة الانطلاق إلى قمة الوصول

5- نستمر في العملية حتى يستحيل تغيير أي من λ_j

6- نبدأ من قمة الوصول x_{n-1} ونطرح من القيمة λ_{n-1} قيمة λ_p الموجودة في الأطراف الابتدائية للأقواس التي تصل إلى x_{n-1} ونأخذ القوس الذي تكون فيه :

$$(\lambda_{n-1} - \lambda_p)=c(x_i , x_j)$$

ويكون هذا القوس من ضمن الأقواس التي يمكن أن تشكل لنا أقصر مسار ثم ننتقل إلى القمة

(1) محمد راتول بحوث العمليات مرجع سابق

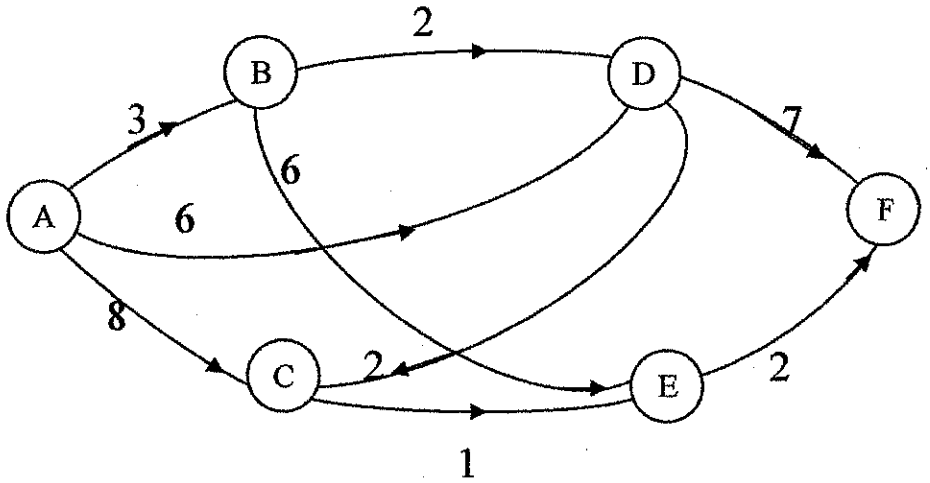
(2) Robert Faure, Bernard Lemaire, Christophe Picouleau : Précis de recherche opérationnelle Dunod Paris 2000

الموالية ونقوم بنفس الخطوات حتى يتحدد لنا المسار الأمثل . ولفهم الخطوات السابقة نستعين بالمثال التالي(1)

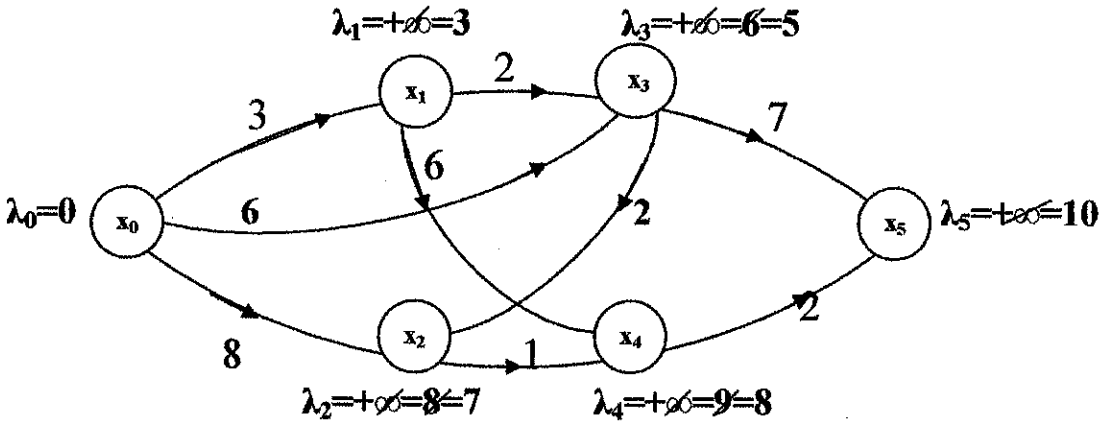
لتكن الشبكة الموالية والتي تعبر عن ملخص جغرافي لمجمل الطرق الممكنة بين المدينتين A و F حيث أن قيم الأسهم تعبر عن مجمل الطرق التي تربط بين مختلف المدن والقيم الموجودة عليها عبارة عن المسافات الكيلومترية. بينما العقد فهي تعبر عن الطرق الممكن العبر عليها للوصول إلى المدينة F .

وبالتالي فإن المشكل المطروح هو البحث عن أمثل مسار (في هذه الحالة أقصر مسار) للانتقال من A إلى F

شكل 4-1



أولا نعيد تسمية القمم من x_0 إلى x_{n-1} أي من x_0 إلى x_5 ثم نضع $\lambda_0=0$ أمام x_0 و$\lambda_i=+\infty$ حيث $i=1,2,3,4,5$ كما في الشكل الموالي:



1-مرحلة الذهاب :

في هذه المرحلة نتفحص الأقواس التي تنطلق من كل قمة ونقوم بحساب λ في كل مرة حسب طريقة FORD :

1- الأقواس التي تنطلق من x_0 : (x_0,x_1) (x_0,x_2) (x_0,x_3)

Au sommet x_1: $\lambda_1-\lambda_0=+\infty-0=+\infty > c(x_0,x_1)=3 \Rightarrow \lambda_1=\lambda_0+c(x_0,x_1)=0+3=3$

Au sommet x_2: $\lambda_2-\lambda_0=+\infty-0=+\infty > c(x_0,x_2)=8 \Rightarrow \lambda_2=\lambda_0+c(x_0,x_2)=0+8=8$

Au sommet x_3: $\lambda_3-\lambda_0=+\infty-0=+\infty > c(x_0,x_3)=6 \Rightarrow \lambda_3=\lambda_0+c(x_0,x_3)=0+6=6$

(1) محمد راتول مرجع سابق

2- الأقواس التي تنطلق من x_1: (x_1,x_3) (x_1,x_4)

Au sommet x_3: $\lambda_3-\lambda_1=6-3=3>c(x_1,x_3)=2 \Rightarrow \lambda_3=\lambda_1+c(x_1,x_3)=3+2=5$

Au sommet x_4: $\lambda_4-\lambda_1=+\infty-3=+\infty>c(x_1,x_4)=6 \Rightarrow \lambda_4=\lambda_1+c(x_1,x_4)=3+6=9$

3- الأقواس التي تنطلق من x_2: (x_2,x_4)

Au sommet x_4: $\lambda_4-\lambda_2=9-8=1=c(x_2,x_4)=1 \Rightarrow \lambda_4=\lambda_2+c(x_2,x_4)=8+1=9$

بما أن النتيجة مساوية لطول القوس فلا نغير λ_4

4- الأقواس التي تنطلق من x_3: (x_3,x_5) (x_3,x_2)

Au sommet x_2:$\lambda_2-\lambda_3=8-5=3>c(x_3,x_2)=2 \Rightarrow \lambda_2=\lambda_3+c(x_3,x_2)=5+2=7$

في هذه الحالة نجد : $j=2$ و $i=3$ أي $j<i$ لذلك نعود من جديد لفحص الأقواس التي تنطلق من x_2 ثم نعود إلى x_3 ونكمل الفحص.

5- الأقواس التي تنطلق من x_2: (x_2,x_4)

Au sommet x_4:$\lambda_4-\lambda_2=9-7=2>c(x_2,x_4)=1 \Rightarrow \lambda_4=7+1=8$

6- الأقواس التي تنطلق من x_4: (x_4,x_5)

Au sommet x_5: $\lambda_5-\lambda_4=\infty-5=\infty>c(x_3,x_5)=7 \Rightarrow \lambda_5=8+2=10$

7- الأقواس التي تنطلق من x_5:

لا ينطلق أي قوس من هذه القمة، وبالتالي فالقيمة$\lambda=10$ هي طول أقصر مسافة بين نقطة المبدأ ونقطة الوصول (القمة الابتدائية وقمة الوصول).

في مثالنا هذا يمكن بسهولة معرفة الأقواس التي اتبعناها للوصول إلى القمة النهائية وبالتالي أقصر مسافة ممكنة، غير أنه لا يمكن ذلك في البيانات المعقدة، لذلك لابد من إتمام الخوارزمية في مرحلتها الثانية وهي مرحلة الإياب لتحديد المسار الذي تم عن طريقه قطع أقصر مسار.

2-مرحلة الإياب :

في هذه المرحلة نتفحص جميع الأقواس التي تصل إلى كل قمة مع العلم أنه إذا وجد : $\lambda_j-\lambda_i=C(x_i,x_j)$ حيث C هي طاقة القوس U فإن (x_i,x_j) تنتمي إلى المسار الأمثل الأقصر U^*

1- الأقواس التي تصل إلى القمة x_5 : (x_3,x_5) (x_4,x_5)

Au sommet x_3 :$\lambda_5-\lambda_3=10-5=5\neq7$

$\lambda_5-\lambda_3\neq c(x_3,x_5) \Rightarrow (x_3,x_5)\notin U^*$

Au sommet x_4: $\lambda_5-\lambda_4=10-8=2$

$\lambda_5-\lambda_4=c(x_4,x_5)=2 \Rightarrow (x_4,x_5)\in U^*$

القوس (x_4,x_5) ينتمي إلى المسار الأمثل ونميزه عن بقية الأقواس بخط مزدوج.

2- الأقواس التي تصل إلى القمة x_4 : (x_2,x_4) (x_1,x_4)

Au sommet x_1 : $\lambda_4-\lambda_1=8-5=3$

$\lambda_4-\lambda_1\neq c(x_1,x_4) \Rightarrow (x_1,x_4)\notin U^*$

Au sommet x_2 : $\lambda_4-\lambda_2=8-7=1$

$\lambda_4-\lambda_2=c(x_2,x_4) \Rightarrow \underline{(x_2,x_4) \in U^*}$

3- الأقواس التي تصل إلى القمة x_3 : (x_1,x_3) (x_0,x_3)

Au sommet x_0: $\lambda_3-\lambda_0=5-6=-1$

$\lambda_3-\lambda_0 \neq c(x_0,x_3) \Rightarrow (x_0,x_3) \notin U^*$

Au sommet x_1: $\lambda_3-\lambda_1=5-3=2$

$\lambda_3-\lambda_1=c(x_1,x_3)=2 \Rightarrow \underline{(x_1,x_3) \in U^*}$

4- الأقواس التي تصل إلى القمة x_2 : (x_0,x_2) (x_3,x_2)

Au sommet x_0: $\lambda_2-\lambda_0=7-8=1$

$\lambda_2-\lambda_0 \neq c(x_0,x_2) \Rightarrow (x_0,x_2) \notin U^*$

Au sommet x_3: $\lambda_2-\lambda_3=7-5=2$

$\lambda_2-\lambda_3 = c(x_3,x_2) =2 \Rightarrow \underline{(x_3,x_2) \in U^*}$

5- الأقواس التي تصل إلى القمة x_1 : (x_0,x_1)

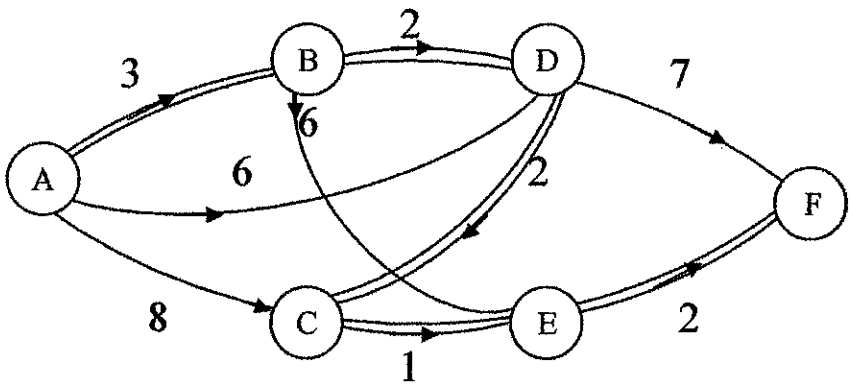
Au sommet x_0: $\lambda_1-\lambda_0=3-3=0$

$\lambda_1-\lambda_0 = c(x_0,x_1) =3 \Rightarrow \underline{(x_0,x_1) \in U^*}$

وبالتالي فإن أمثل (أقصر) مسار يستوجب اتباعه من أجل الوصول إلى نقطة النهاية هو المسار التالي:

$$U^*=[(x_0,x_1) ; (x_1,x_3) ; (x_3,x_2) ; (x_2,x_4) ; (x_4,x_5)]$$

وكما نلاحظ فإنه لم يتم المرور بجميع القمم (المدن) بل تم المرور فقط ب B,D,C,E كما في الشكل الموالي حيث نميز هذا المسار بخطوط مزدوجة



2- طريقة المصفوفات :

هذه الطريقة تعتمد على استعمال المصفوفات وقد تم نشرها لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية من طرف العالم R. W. FLOYD والتي تعتمد على الخطوات التالية:

1- ترقيم كل قمم الشبكة من 1 إلى n حيث نفرض القيم التالية:

$$v'_{ij} = \begin{cases} v(x_i , x_j) & si\ (x_i , x_j) \in U \\ +\infty & si\ (x_i , x_j) \notin U \end{cases}$$

n : عدد القمم

v_{ij} :قيمة القوس (x_i , x_j)

u : مجموع الأقواس الممكنة

2- نضع قيم الأقواس في مصفوفة مربعة n x n نسميها D_0

3- في كل مرحلة $k \geq 1$ نقوم بالحسابات التالية :

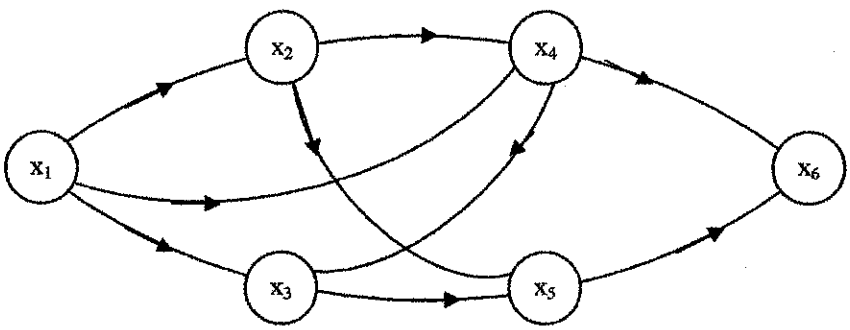
$$V'^{(k-1)}_{ij} = V^{(k-1)}_{ik} + V^{(k-1)}_{kj}$$

ثم نقوم بالعملية التالية : $v^{(k)}_{ij} = \min \{ V'^{(k-1)}_{ij} ; V^{(k-1)}_{ij} \}$

$$D_k = \min \{D'_{k-1} , D_{k-1}\}$$

ونتوقف في الحالة التي تكون فيها $D_k = D_{k-1}$ ولفهم الخوارزمية نلجأ إلى المثال السابق

شكل 4-4



$V^2_{21}= \min \{ V'^{(2-1)}_{21} ; V^{(2-1)}_{21}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{22}= \min \{ V'^{(2-1)}_{22} ; V^{(2-1)}_{22}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{23}= \min \{ V'^{(2-1)}_{23} ; V^{(2-1)}_{23}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{24}= \min \{ V'^{(2-1)}_{24} ; V^{(2-1)}_{24}\} = \min \{+\infty ; 2\} = 2$
$V^2_{25}= \min \{ V'^{(2-1)}_{25} ; V^{(2-1)}_{25}\} = \min \{+\infty ; 6\} = 6$
$V^2_{26}= \min \{ V'^{(2-1)}_{26} ; V^{(2-1)}_{26}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$

i=3:

$V'^{(2-1)}_{31}=V^1_{32} + V^1_{21}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{32}=V^1_{32} + V^1_{22}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{33}=V^1_{32} + V^1_{23}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{34}=V^1_{32} + V^1_{24}= (+\infty) + 2 =+\infty$
$V'^{(2-1)}_{35}=V^1_{32} + V^1_{25}= (+\infty) + 6 =+\infty$
$V'^{(2-1)}_{36}=V^1_{32} + V^1_{26}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$

$V^2_{31}= \min \{ V'^{(2-1)}_{31} ; V^{(2-1)}_{31}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{32}= \min \{ V'^{(2-1)}_{32} ; V^{(2-1)}_{32}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{33}= \min \{ V'^{(2-1)}_{33} ; V^{(2-1)}_{33}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{34}= \min \{ V'^{(2-1)}_{34} ; V^{(2-1)}_{34}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{35}= \min \{ V'^{(2-1)}_{35} ; V^{(2-1)}_{35}\} = \min \{+\infty ; 1\} = 1$
$V^2_{36}= \min \{ V'^{(2-1)}_{36} ; V^{(2-1)}_{36}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$

i=4:

$V'^{(2-1)}_{41}=V^1_{42} + V^1_{21}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{42}=V^1_{42} + V^1_{22}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{43}=V^1_{42} + V^1_{23}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{44}=V^1_{42} + V^1_{24}= (+\infty) + 2 =+\infty$
$V'^{(2-1)}_{45}=V^1_{42} + V^1_{25}= (+\infty) + 6 =+\infty$
$V'^{(2-1)}_{46}=V^1_{42} + V^1_{26}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$

$V^2_{41}= \min \{ V'^{(2-1)}_{41} ; V^{(2-1)}_{41}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{42}= \min \{ V'^{(2-1)}_{42} ; V^{(2-1)}_{42}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{43}= \min \{ V'^{(2-1)}_{43} ; V^{(2-1)}_{43}\} = \min \{+\infty ; 2\} = 2$
$V^2_{44}= \min \{ V'^{(2-1)}_{44} ; V^{(2-1)}_{44}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{45}= \min \{ V'^{(2-1)}_{45} ; V^{(2-1)}_{45}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^2_{46}= \min \{ V'^{(2-1)}_{46} ; V^{(2-1)}_{46}\} = \min \{+\infty ; 7\} = 7$

i=5:

$V'^{(2-1)}_{51}=V^{1}_{52}+V^{1}_{21}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{52}=V^{1}_{52}+V^{1}_{22}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{53}=V^{1}_{52}+V^{1}_{23}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{54}=V^{1}_{52}+V^{1}_{24}=(+\infty)+2=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{55}=V^{1}_{52}+V^{1}_{25}=(+\infty)+6=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{56}=V^{1}_{52}+V^{1}_{26}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$

$V^{2}_{51}=\min\{V'^{(2-1)}_{51};V^{(2-1)}_{51}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{52}=\min\{V'^{(2-1)}_{52};V^{(2-1)}_{52}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{53}=\min\{V'^{(2-1)}_{53};V^{(2-1)}_{53}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{54}=\min\{V'^{(2-1)}_{54};V^{(2-1)}_{54}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{55}=\min\{V'^{(2-1)}_{55};V^{(2-1)}_{55}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{56}=\min\{V'^{(2-1)}_{56};V^{(2-1)}_{56}\}=\min\{+\infty;2\}=2$

i=6:

$V'^{(2-1)}_{61}=V^{1}_{62}+V^{1}_{21}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{62}=V^{1}_{62}+V^{1}_{22}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{63}=V^{1}_{62}+V^{1}_{23}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{64}=V^{1}_{62}+V^{1}_{24}=(+\infty)+2=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{65}=V^{1}_{62}+V^{1}_{25}=(+\infty)+6=+\infty$
$V'^{(2-1)}_{66}=V^{1}_{62}+V^{1}_{26}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$

$V^{2}_{61}=\min\{V'^{(2-1)}_{61};V^{(2-1)}_{61}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{62}=\min\{V'^{2-1)}_{62};V^{(2-1)}_{62}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{63}=\min\{V'^{(2-1)}_{63};V^{(2-1)}_{63}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{64}=\min\{V'^{(2-1)}_{64};V^{(2-1)}_{64}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{65}=\min\{V'^{(2-1)}_{65};V^{(2-1)}_{65}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^{2}_{66}=\min\{V'^{(2-1)}_{66};V^{(2-1)}_{66}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$

وبالتالي نحصل على المصفوفة الموالية عند المرحلة الأولى:

$$D_2=\begin{array}{c} \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{array}\begin{array}{c}\begin{array}{cccccc} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 \end{array}\\ \begin{pmatrix} - & 3 & 8 & 5 & 9 & - \\ - & - & - & 2 & 6 & - \\ - & - & - & - & 1 & - \\ - & - & 2 & - & - & 7 \\ - & - & - & - & - & 2 \\ - & - & - & - & - & - \end{pmatrix}\end{array}$$

ونستمر في العملية بنفس الطريقة إلى غاية المرحلة الأخيرة:

المرحلة الرابعة : k=5

$$V'^{(5-1)}_{ij} = V^{(5-1)}_{i5} + V^{(5-1)}_{5j}$$

$$V_{ij}^{\ 5} = \min \{ V'^{(5-1)}_{ij} ; V^{(5-1)}_{ij} \}$$

i=1:

$V'^{(5-1)}_{11} = V^{4}_{15} + V^{4}_{51} = 8 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{12} = V^{4}_{15} + V^{4}_{52} = 8 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{13} = V^{4}_{15} + V^{4}_{53} = 8 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{14} = V^{4}_{15} + V^{4}_{54} = 8 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{15} = V^{4}_{15} + V^{4}_{55} = 8 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{16} = V^{4}_{15} + V^{4}_{56} = 8 + 2 = 10$

$V^{5}_{11} = \min \{ V'^{(5-1)}_{11} ; V^{(5-1)}_{11} \} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^{5}_{12} = \min \{ V'^{(5-1)}_{12} ; V^{(5-1)}_{12} \} = \min \{+\infty ; 3\} = 3$
$V^{5}_{13} = \min \{ V'^{(5-1)}_{13} ; V^{(5-1)}_{13} \} = \min \{+\infty ; 7\} = 7$
$V^{5}_{14} = \min \{ V'^{(5-1)}_{14} ; V^{(5-1)}_{14} \} = \min \{+\infty ; 5\} = 5$
$V^{5}_{15} = \min \{ V'^{(5-1)}_{15} ; V^{(5-1)}_{15} \} = \min \{+\infty ; 8\} = 8$
$V^{5}_{16} = \min \{ V'^{(5-1)}_{16} ; V^{(5-1)}_{16} \} = \min \{10 ; 12\} = 10$

i=2:

$V'^{(5-1)}_{21} = V^{4}_{25} + V^{4}_{51} = 5 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{22} = V^{4}_{25} + V^{4}_{52} = 5 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{23} = V^{4}_{25} + V^{4}_{53} = 5 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{24} = V^{4}_{25} + V^{4}_{54} = 5 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{25} = V^{4}_{25} + V^{4}_{55} = 5 + (+\infty) = +\infty$
$V'^{(5-1)}_{26} = V^{4}_{25} + V^{4}_{56} = 5 + 2 = +\infty$

$V^{5}_{21} = \min \{ V'^{(5-1)}_{21} ; V^{(5-1)}_{21} \} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^{5}_{22} = \min \{ V'^{(5-1)}_{22} ; V^{(5-1)}_{22} \} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^{5}_{23} = \min \{ V'^{(5-1)}_{23} ; V^{(5-1)}_{23} \} = \min \{+\infty ; 4\} = 4$
$V^{5}_{24} = \min \{ V'^{(5-1)}_{24} ; V^{(5-1)}_{24} \} = \min \{+\infty ; 2\} = 2$
$V^{5}_{25} = \min \{ V'^{(5-1)}_{25} ; V^{(5-1)}_{25} \} = \min \{+\infty ; 5\} = 5$
$V^{5}_{26} = \min \{ V'^{(5-1)}_{26} ; V^{(5-1)}_{26} \} = \min \{ 7 ; 9\} = 7$

i=3:

$V'_{31}{}^{(5-1)}=V^4_{35}+V^4_{51}=1+(+\infty)=+\infty$
$V'_{32}{}^{(5-1)}=V^4_{35}+V^4_{52}=1+(+\infty)=+\infty$
$V'_{33}{}^{(5-1)}=V^4_{35}+V^4_{53}=1+(+\infty)=+\infty$
$V'_{34}{}^{(5-1)}=V^4_{35}+V^4_{54}=1+(+\infty)=+\infty$
$V'_{35}{}^{(5-1)}=V^4_{35}+V^4_{55}=1+(+\infty)=+\infty$
$V'_{36}{}^{(5-1)}=V^4_{35}+V^4_{56}=1+2=3$

$V^5_{31}=\min\{V'_{31}{}^{(5-1)};V_{31}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^5_{32}=\min\{V'_{32}{}^{(5-1)};V_{32}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^5_{33}=\min\{V'_{33}{}^{(5-1)};V_{33}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^5_{34}=\min\{V'_{34}{}^{(5-1)};V_{34}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^5_{35}=\min\{V'_{35}{}^{(5-1)};V_{35}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;1\}=1$
$V^5_{36}=\min\{V'_{36}{}^{(5-1)};V_{36}{}^{(5-1)}\}=\min\{3;+\infty\}=3$

i=4:

$V'_{41}{}^{(5-1)}=V^4_{45}+V^4_{51}=3+(+\infty)=+\infty$
$V'_{42}{}^{(5-1)}=V^4_{45}+V^4_{52}=3+(+\infty)=+\infty$
$V'_{43}{}^{(5-1)}=V^4_{45}+V^4_{53}=3+(+\infty)=+\infty$
$V'_{44}{}^{(5-1)}=V^4_{45}+V^4_{54}=3+(+\infty)=+\infty$
$V'_{45}{}^{(5-1)}=V^4_{45}+V^4_{55}=3+(+\infty)=+\infty$
$V'_{46}{}^{(5-1)}=V^4_{45}+V^4_{56}=3+2=5$

$V^5_{41}=\min\{V'_{41}{}^{(5-1)};V_{41}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^5_{42}=\min\{V'_{42}{}^{(5-1)};V_{42}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^5_{43}=\min\{V'_{43}{}^{(5-1)};V_{43}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;2\}=2$
$V^5_{44}=\min\{V'_{44}{}^{(5-1)};V_{44}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;+\infty\}=+\infty$
$V^5_{45}=\min\{V'_{45}{}^{(5-1)};V_{45}{}^{(5-1)}\}=\min\{+\infty;3\}=3$
$V^5_{46}=\min\{V'_{46}{}^{(5-1)};V_{46}{}^{(5-1)}\}=\min\{5;7\}=5$

i=5:

$V'_{51}{}^{(5-1)}=V^4_{55}+V^4_{51}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'_{52}{}^{(5-1)}=V^4_{55}+V^4_{52}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'_{53}{}^{(5-1)}=V^4_{55}+V^4_{53}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'_{54}{}^{(5-1)}=V^4_{55}+V^4_{54}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'_{55}{}^{(5-1)}=V^4_{55}+V^4_{55}=(+\infty)+(+\infty)=+\infty$
$V'_{56}{}^{(5-1)}=V^4_{55}+V^4_{56}=(+\infty)+2=+\infty$

$V^5_{51}= \min \{ V'^{(5-1)}_{51} ; V^{(5-1)}_{51}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{52}= \min \{ V'^{(5-1)}_{52} ; V^{(5-1)}_{52}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{53}= \min \{ V'^{(5-1)}_{53} ; V^{(5-1)}_{53}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{54}= \min \{ V'^{(5-1)}_{54} ; V^{(5-1)}_{54}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{55}= \min \{ V'^{(5-1)}_{55} ; V^{(5-1)}_{55}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{56}= \min \{ V'^{(5-1)}_{56} ; V^{(5-1)}_{56}\} = \min \{+\infty ; 2\} = 2$

i=6:

$V'^{(5-1)}_{61}=V^4_{65} + V^4_{51}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(5-1)}_{62}=V^4_{65} + V^4_{52}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(5-1)}_{63}=V^4_{65} + V^4_{53}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(5-1)}_{64}=V^4_{65} + V^4_{54}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(5-1)}_{65}=V^4_{65} + V^4_{55}= (+\infty) + (+\infty)=+\infty$
$V'^{(5-1)}_{66}=V^4_{65} + V^4_{56}= (+\infty) + 2 =+\infty$

$V^5_{61}= \min \{ V'^{(5-1)}_{61} ; V^{(5-1)}_{61}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{62}= \min \{ V'^{(5-1)}_{62} ; V^{(5-1)}_{62}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{63}= \min \{ V'^{(5-1)}_{63} ; V^{(5-1)}_{63}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{64}= \min \{ V'^{(5-1)}_{64} ; V^{(5-1)}_{64}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{65}= \min \{ V'^{(5-1)}_{65} ; V^{(5-1)}_{65}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$
$V^5_{66}= \min \{ V'^{(5-1)}_{66} ; V^{(5-1)}_{66}\} = \min \{+\infty ; +\infty\} = +\infty$

$\Rightarrow \quad D_5=$

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
x_1	-	3	7	5	8	10
x_2	-	-	4	2	5	7
x_3	-	-	-	-	1	3
x_4	-	-	2	-	3	5
x_5	-	-	-	-	-	2
x_6	-	-	-	-	-	-

في هذه الحالة لا يمكن الاستمرار في عملية تحويل المصفوفات لأن $D_5=D_k$ حيث $(k>5)$
وبالتالي فالمسار الأمثل نستنتجه من قيم المصفوفة D_5 وهي القيم التي بقيت على حالها ومساوية لقيم المصفوفة الأصلية D_1 والتي نبينها في المصفوفة D_5 بلون مغاير
أي المسار الأمثل هو $[V_{12} , V_{24} , V_{35} , V_{43} , V_{56}]$
$(x_1 ; x_2) , (x_2 ; x_4) , (x_3 ; x_5) , (x_4 ; x_3) , (x_5 ; x_6)$

$$\forall x \in X - \{s\} \exists U^*_{sx}$$ أي :

U^*_{sx} مسار يربط بين العقدة x والعقدة s

مثلا في الشكل السابق القمة B هي رأس البيان

3- مفهوم الشجرة المثلى:(1)

هي بيان يمكن الحصول عليه من بيان مقيم غير موجه، والشجرة المثلى هي التي تعطي أقل حمولة ممكنة أو أقل التكاليف أو أقل المسافات.....

4-استخدامات الشجرة المثلى:(2)

تستخدم نظرية الشجرة المثلى في إيجاد أقصر مسافة أو أقل التكاليف.....أو أعلى الأرباح أو أعلى العوائد هند ربط عدد من الأماكن بمراكز توزيع جديدة أو شبكة الهاتف أو الكهرباء أو قنوات.....أي أنها تستعمل في الإمدادات الطولية بهدف التحليل وإنجاز المشاريع بأخفض التكاليف أو جني أعلى الأرباح، فمهندسو الشركات الإنشائية للطرق وكوابل الهاتف والكهرباء والمياه تكون وسيلتهم من خلال المخططات الطولية المنجزة في شكل شبكات لتوضيح المسافات أو التكاليف أو الأرباح المتوقعة لكل خط بين نقطتين، ومن ثم يمكن الاستفادة من خلال خوارزمية Kruscal للشجرة المثلى من معرفة المسالك الممكنة التي تؤدي لإنجاز المشروع بأقل مسافة أو أقل تكلفة.

5- الشجرة المثلى الدنيا :

هي شبكة غير موجهة لا تحتوي على دارة يتم الحصول عليها من بيان يحتوي على إمكانيات ربط متعددة بحيث أن مجموع حمولة هذه الروابط يكون أصغر ما يمكن

مثال :(3)

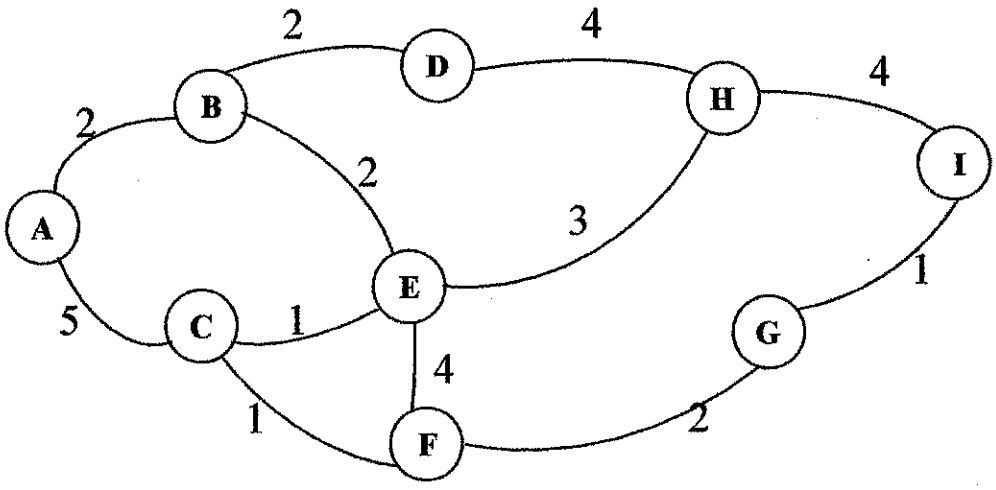
لدينا شبكة النقل التالية والتي نحاول من خلالها توزيع البضائع إلى كل المناطق بأقل التكاليف والتي هي معبر عنها فوق الأسهم، حيث نلاحظ من خلال الشكل أنه لا توجد روابط بين بعض القمم وذلك لموانع طبيعية لا تسمح بإنجاز طريق رابط بينها والمطلوب هو إيجاد الشبكة (الشجرة) الممكن اقتراحها التي تسمح بتدنئة تكاليف النقل بالشكل الذي يسمح للسلع أن تصل إلى كل نقاط التوزيع وعبر مسار واحد فقط

(1) Robert Faure, Exercices et problèmes résolus de recherche opérationnelle , Dunos p:167

(2) محمد راتول مرجع سابق

(3) Nadia Benhareth , Recherche opérationnelle la theorie des graphes p:112

شكل 5-2



خوارزمية Kruscal

_ ظهرت سنة 1956 من طرف العالم Kruscal وهي جد بسيطة غير أنها ليست كباقي طرق بحوث العمليات التي تعتمد في معظم الحالات على الحل الابتدائي ومن ثم اختبار مثولية الحل وإنما تتم مباشرة في الحصول على الحل النهائي ونعرض فيما يلي خطوات هذه الخوارزمية:

1- نرتب قيم الروابط تصاعديا حسب قيمها وفي حالة وجود قيمتين متساويتين (مثلا القوسين AB=4، CD=4 أي لهما نفس القيمة) نفترض قيمة صغيرة نسميها α نضيفها إلى الأقواس حسب الترتيب وهذا من أجل مميزتها (مثلا AB=4+α < CD=4+2α)

2- نأخذ الروابط الأقل قيمة تصاعديا ونرسمها مع الحرص على عدم أخذ القوس الذي يشكل لنا حلقة (دارة) مع الأحرف التي سبق رسمها

3- نستمر في العملية حتى نحصل على شجرة عدد روابطها هو n-1

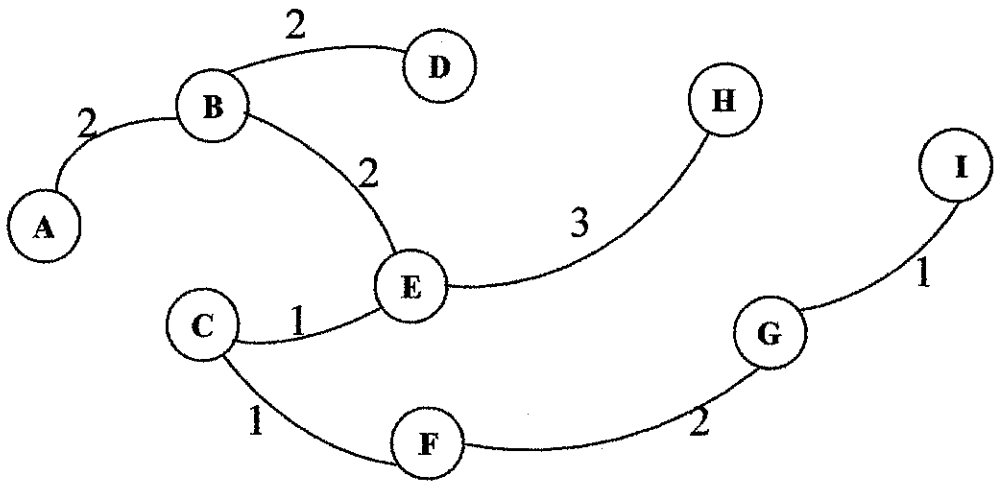
ولحساب الحمولة الدنيا التي تعكس أقل تكلفة أو أقل مسافة..... نجمع حمولة الأحرف التي شكلت لنا البيان النهائي وذلك حسب المثال التالي

الحل باستخدام خوارزمية Kruscal

1- ترتيب الروابط تصاعديا ونمايز القيم المتشابهة

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U_i	CE	CF	GI	AB	BD	BE	FG	EH	DH	HI	EF	AC
C(u)	1	1+α	1+2α	2	2+α	2+2α	2+3α	3	4	4+α	4+2α	5

بعد ترتيب الأحرف نحصل على البيان التالي:



بعد الانتهاء من رسم البيان نكون قد حصلنا على شجرة مثلى عدد أحرفها هو n-1 أي عدد القمم منقوصا منها 1 وبتكلفة دنيا قيمتها CT= 14 وحدة نقدية

CT = 2+2+2+1+1+3+2+1=14

خاتمة الفصل:

من خلال هذا الفصل نلاحظ أن المثولية هي محاولة اختيار البديل المناسب من بين مجموعة من البدائل وهذا ما حاولنا إيجاده في مسائل النقل بواسطة نماذج بحوث العمليات التي تساعد في تسيير شبكات النقل، وذلك لتبيان مدى تأثير هذه العوامل وكيفية التحكم فيها وذلك من خلال تحديد الأهداف بغية استغلال الموارد المتاحة من أجل تلبية الطلب.

وانطلاقا من هذا نجد أن البرمجة الخطية رغم توسع نطاقها واستعمالاتها لا تبقى الأسلوب الوحيد المساعد في الحل لهذا النمط من المسائل، وإنما يمكن اللجوء لنظرية الشبكات التي تهتم خاصة بتحديد التدفق الأعظمي وخاصة في مسائل شبكات الأنابيب.

فالبرمجة الخطية تحاول ترجمة الموارد المتاحة للظاهرة المدروسة إلى معادلات خطية رياضية بينما نظرية الشبكات تكتفي فقط باستخدام خوارزميات على المعطيات المتاحة واستغلال كل الموارد أحسن استغلال. وهذا كله من أجل الوصول إلى هدف واحد وهو المثولية بغية تحقيق أهداف المؤسسة.

الفصل الثالث

المبحث الأول: قطاع المحروقات في الجزائر

مقدمة :

لا يزال قطاع المحروقات في الجزائر يلعب دورا رئيسيا في التنمية الاقتصادية بفضل الموارد الهامة من المحروقات التي يزخر بها القطاع المنجمي الوطني وعلى رأسها البترول والغاز الطبيعي. وقد طورت الجزائر هذا القطاع الاستراتيجي الهام عبر مجموعة ضخمة من المصانع والمركبات وبالسيطرة الكاملة على هذه الثروة إنتاجا وتسويقا ودخلا. يساهم هذا القطاع بحوالي:

* 40% من الناتج الوطني المحلي.
* أكثر من 60 % للميزانية العامة للدولة عن طريق الجباية البترولية.
* 97 % من عائدات التصدير.

كما تساهم المحروقات في تلبية الاحتياجات الوطنية من الطاقة التجارية إذ بلغ استهلاك الطاقة في 2004 ما يعادل 32 مليون طن م.ن.

لقد تم اكتشاف النفط في الجزائر سنة 1956 ويتمركز بمنطقتين رئيسيتين في الصحراء:

الأولى في حوض حاسي مسعود على بعد 800 كلم من الساحل باحتياطي قدره 700 مليون طن

والثانية في حوض عين أمناس على بعد 1600 كلم من الساحل باحتياطي قدره 300 مليون طن

وقدر احتياطي النفط في الجزائر سنة 1992 بنحو 2 مليار طن وقد ارتفع هذا الرقم بعد الاكتشافات الحديثة في إطار الشراكة مع الشركات الأجنبية خاصة الأمريكية والكندية والأوربية حيث تم اكتشاف نحو 30 حقلا منها 7 دخلت حيز التنفيذ عام 1995، كما تؤكد الدراسات أن الاحتياطات المؤكدة تقدر بنحو 12 مليار طن من البترول، 2000 مليون برميل من الكوندنسا، 71 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي وهو ما يرفع من قدرات الجزائر في ميدان المحروقات إذ بلغ الإنتاج سنة 2004 ب1.9 مليون برميل يوميا(1).

(1) http://www.oapercog.org/images

1-أهمية قطاع المحروقات: (1)

يعتمد الاقتصاد الجزائري اعتمادا شبه مطلق على المحروقات إذ أن حوالي ثلثي الإنتاج المحلي والدخل القومي مصدرهما إنتاج المحروقات من البترول الخام والغاز الطبيعي، والثلث الأخير في معظمه هو دخل غير مباشر للمحروقات إضافة لكون أكثر من 60 % من الإيرادات المحلية للميزانية العامة للدولة، مصدرها الأرباح التي تجنيها الحكومة من صادرات البترول والغاز، كما يلعب دورا غير مباشر في دعم أجور ورواتب العمال، وتمويل الاستهلاك العام والخاص ودعم نشاطات الإنتاج السلعي ودعم الصناعة البترولية ومنتجاتها المكررة.

1-1 المحروقات والجباية البترولية:

تتميز التجارة الخارجية للجزائر بالاعتماد على قطاع المحروقات الذي يمثل أكثر من 97.5 % من الصادرات الجزائرية، وما يمكن استنتاجه من صادرات الجزائر أنها اعتمدت التصدير الأحادي مما يجعل ميزانها التجاري جد متاثرا بأسعار البترول، أما بالنسبة للجباية البترولية، والتي تعتبر طرفا مهما في عملية تطوير الاقتصاد الوطني وتوجيه ودعم الأنشطة الاجتماعية والاقتصادية، إذ تتضمن أهميتها في تمويل نفقات التجهيز. ففي سنة 2001 مثلا ساهمت ب66% من مداخيل الدولة الضريبية فهذه الحصة تعكس عدم استقرار الانتاج الزراعي وهشاشة الخدمات والصناعات الحديثة، كما تساهم الجباية البترولية في إنعاش الاقتصاد الوطني خاصة من خلال الاستثمارات المحققة في مجال المحروقات.

1-2 المحروقات والقطاع الصناعي:

تكمن أهمية المحروقات في المساهمة في خلق وحدات صناعية والتموين بالتجهيزات اللازمة في إيطار الوظيفة المالية لقطاع المحروقات وفي التحويلات البتروكيماوية، والتي تشكل مجموعة من النشاطات البترولية والكيميائية التي من خلالها يستعمل البترول في مختلف تشكيلات المواد الكيميائية التي يمكن صناعتها كما تستعمل المحروقات كمادة أولية موجهة للكيمياء العضوية، ويظهر هذا في استعمالات الغاز الطبيعي وتكرير البترول الذي يمكننا من الحصول على قائمة طويلة من المنتجات النهائية لهذه المادة (كالبنزين، البوتان،.....) أو عن طريق إحداث تحويلات بيتروكيماوية على المواد المشتقة مثل: الميثان، الإيثيلين، البروبان، الأوليفينات (البلاستيك)، حيث استطاعت الجزائر تحقيق الكثير من النمو والتطور في هذا المجال.

(1) الجزائر اليوم بلد ناجح ص40

2-نشأة سونطراك:

سونطراك هي شركة النفط والغاز في الجزائر، اسمها الكامل "الشركة الوطنية للبحث والتنقيب والاستغلال والنقل للمحروقات" وهي الشركة الوحيدة في الجزائر المسؤولة عن استغلال المصادر النفطية والغازية الهائلة في البلاد وكذا عن بيعها. وهي أول شركة بترول وغاز في إفريقيا، أول شركة غاز في المتوسط، ثاني مصدر للغاز المميع عالميا، ثالث مصدر للغاز الطبيعي عالميا، المرتبة 12 كشركة للطاقة. (1)

أنشئت سونطراك في ديسمبر 1963 طبقا لمرسوم 63-491 وقد حققت منذ نشأتها تطورا هاما منقطع النظير، حيث تعد وسيلة فعالة لاسترجاع وتطوير الثروات المنجمية الوطنية ودعما قويا للصناعة والاقتصاد الوطني، وغالبا رائدا في الانتماءات التكنولوجية، وعاملا فعالا للعلاقات الدولية للجزائر، وفي كل الحالات بقيت أداة السيادة الوطنية كشركة وطنية تساهم فيها الدولة لوحدها. ولقد تمثل أول إنجاز هام لشركة سونطراك في إنجاز الأنبوب البترولي الرابط بين حوض الحمراء وأرزيو.(2)
تساير سونطراك عصرها ولهذا وفي ظل عولمة الاقتصاد ودوما من أجل ترجمة المصالح الوطنية، استحالت إلى مجمع بترولي وغازي ودولي. إن المرسوم رقم 63-491 الصادر بتاريخ 31 ديسمبر 1963 لم يعهد في الواقع لسونطراك إلا بمهمة نقل وتوزيع المحروقات، واعتبارا من عام 1966 اتسعت صلاحياتها لتشمل كافة نشاطات قطاع المحروقات. وذلك طبقا لمرسوم 66-296 الصادر بتاريخ 1966/09/22 والذي أعطى للشركة المهام التالية:

- تنفيذ كافة عمليات التنقيب والاستثمار الصناعي والتجاري لحقول المحروقات والمواد المشتقة منها واستغلالها.
- معالجة المحروقات وتحويلها.
- نقل المحروقات وتسويقها.

وبهذا ترسخ دور سونطراك كأداة لرسم السياسة الوطنية في ميدان المحروقات، مما جعلها تعمل على تعزيز مسار الاسترجاع التام للثروات البترولية والغازية والحفاظ على الإمدادات الطاقوية للبلاد وجلب مداخيل هامة من العملة الصعبة لخدمة التنمية الوطنية، وبتطور نشاطاتها أصبحت الشركة تعرف باسم ***"الشركة الوطنية للبحث والإنتاج والنقل وتحويل وتسويق المحروقات"*** ومنذ ذلك الحين عرفت الشركة توسعا وأهمية معتبرة على الصعيدين الوطني والدولي غير أن هذه الأهمية لم تتأكد إلا بقرارات التأميم العام للمحروقات في 24 فبراير 1971 والتي عملت الشركة من خلالها على استرجاع تام للثروات البترولية والغازية هذا إضافة إلى التنظيم الشامل للاقتصاد الجزائري وفقا للأهداف التي حددتها مختلف مخططات التنمية، والذي رسم للمؤسسة صيغة الانطلاق والتوسيع الهام وفرض عليها نمطا من التنمية ليس له مثيل.

---

(1) Rapport annuel 2006 Sonatrach www.Sonatrach-dz.com
(2) L'archive de la société édité par la direction des relations publiques de la Sonatrach, Alger

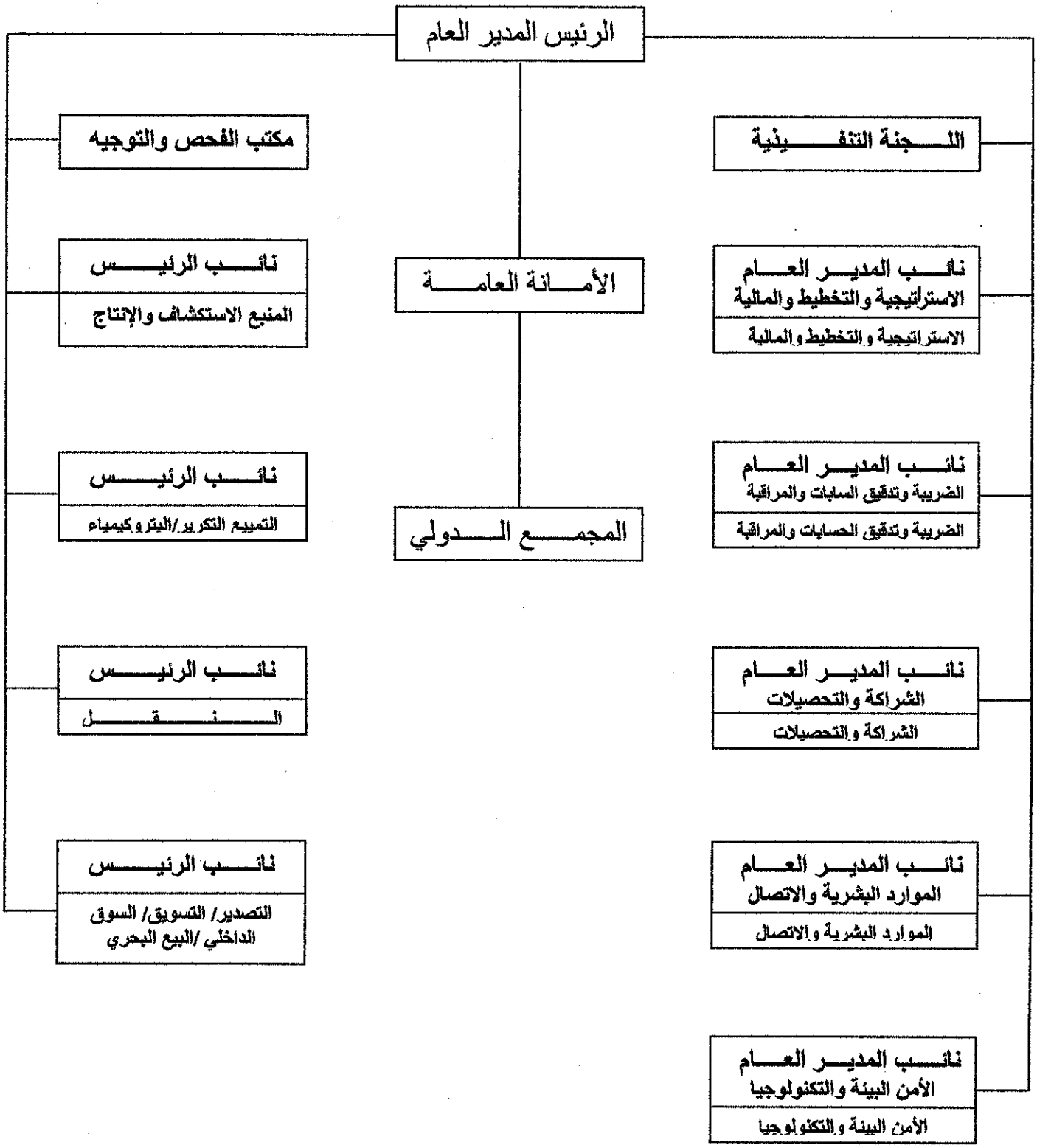
ووفقا لتوجيهات المخطط 1980-1984 التي تهدف إلى تحسين فعالية الجهاز الاقتصادي، أخذت المؤسسة على عاتقها مسؤولية إعادة الهيكلة في إطار مخطط توجيهي عام، تمت المصادقة عليه في مطلع عام 1981 . ولهذا الغرض تم إنشاء 17 مؤسسة جديدة انطلاقا من الوحدات العامة والمديريات والمناطق الصناعية، والمؤسسات المتفرعة من مؤسسة سونطراك حسب طبيعة النشاط هي كمايلي: 4 مؤسسات صناعية، 3مؤسسات إنجاز، 10 مؤسسات خدمات.

منذ عام 1986 وقعت سونطراك أكثر من 53 اتفاقية مع شركات نفطية أجنبية لإجراء مشاريع مشتركة ضمن نطاق المشاريع الأساسية للشركة، ولم تؤد هذه الشراكات إلى انتقال مهم للخبرات التقنية الإدارية العالمية إلى الجزائر فحسب، بل ساهمت أيضا في خطوة أهم، في زيادة مذهلة للاكتشافات النفطية والغازية. وقد ساهمت هذه الشراكات في الإنتاج بنسبة 30 % أي انتقل من 19 مليون طن معادل نفطي إلى 73 مليون طن معادل نفطي سنة 2004.

وبالتالي فإن مؤسسة سونطراك تحولت من مؤسسة صغيرة لا يتجاوز عدد العاملين بها 33 شخص عام 1964 إلى 1000 عامل سنة 1966 وما يقارب 5000 عامل سنة 1974، وبعد أكثر من 44 سنة من الجهد والعمل، مؤسسة سونطراك لازالت قوية ومنظمة وهي بمثابة آلة تسير أكثر من 50 ألف عامل بها بالإضافة إلى 70 ألف عامل مستقل.(1)

(1) http://www.oapecorg.org/images

الهيكل التنظيمي لشركة سونطراك



شكل 6-1

Source : Sonatrach, la revue N 20, Octobre 2000 p22

بهذا التزايد الهائل في عدد الموظفين يتناسب طردا مع تطوير ميدان النشاطات من جهة، ومع الحجم الهائل للاستثمارات الصناعية من جهة أخرى، إلا أن هذا التطور الواسع النطاق قد أحدث خللا على صعيد التنظيم العام للمؤسسة.
في الواقع أنجزت المؤسسة في فترة زمنية قياسية نشاطات متكاملة ومختلفة ابتداءا بعملية التنقيب حتى التوزيع مرورا بتطوير كافة النشاطات الملحقة نذكر على سبيل المثال الوسائل الخاصة بالإنجاز والخدمات البترولية.

بناءا على نجاحات الشركة تسعى إلى عقد اتفاقات شراكة في الخارج ففي إجراءات هي الأكثر جذرية في تاريخ الشركة تعمل وزارة الطاقة والمناجم وسونطراك على تطبيق سلسلة من الإصلاحات الشاملة للفصل بين دوري سونطراك والدولة. وتعني الإصلاحات باختصار أنه سيكون على سونطراك أن تتنافس مع غيرها من الشركات للحصول على عقود مع الدولة، كما ستخضع لضرائب الدولة، ما سيضعها على قدرة المساواة مع سائر الشركات النفطية العاملة في الجزائر ويزيل التضارب المحتمل في المصالح.
وبناء على الإصلاحات سيتحتم على الشركة تبني المعايير الدولية المتعلقة بالإدارة وتخفيض التكاليف وزيادة الأرباح إلى الحد الأقصى الممكن ومع أن الدولة تريد الاحتفاظ بغالبية أسهم الشركة (سونطراك شركة مملوكة من الدولة) ستتمكن سونطراك من عرض أسهمها في أسواق الأسهم الدولية، ما سيمنحها كل الأدوات المالية اللازمة لأي شركة حديثة ويحرر رأسمالها المساوي لبلايين الدولارات الأمريكية بحيث تتمكن من الحصول على الأموال اللازمة لتمويل مشاريعها محليا وخارجيا.

3-أسباب تبني الشراكة الأجنبية: (1)

3-1 اعتماد الاقتصاد الوطني على المحروقات:

يحتل قطاع المحروقات مكانة هامة في الاقتصاد الوطني، فمجمل صادراته تكمن في المحروقات التي تسمح له بجني العملة الصعبة والتي بدورها تساهم في التطور الاقتصادي، إذ تمثل منتجات النفط والغاز 97.5% من صادرات الجزائر و60% من إيرادات الدولة ومن 25% إلى 30% من إجمالي الناتج المحلي. إن هذه النسبة تعكس مدى الاختلال الاقتصادي الوطني خاصة وأن الجزائر تحتوي على احتياطات هيدروكربونية مهمة وهائلة لازالت لم تستغل بعد هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن أي خلل في هذا القطاع على المستوى العالمي سيؤثر حتما على الاقتصاد الوطني.

3-2 الاحتياطات الطاقوية للبلد:

تستهلك الجزائر كميات معتبرة من الطاقة في الصناعات كغيرها من الدول كونها المحرك

(1) الطالب بن مسعود : الشراكة الأجنبية وأثر نقل التكنولوجيا ، دراسة حالة قطاع المحروقات تحت إشراف الدكتور بن بوزيان محمد ص112

الأساسي الذي تعتمد عليه في تشغيل الآلات أو توليد الطاقة الكهربائية (95%) من الطاقة الكهربائية أصبحت تنتج بواسطة الغاز فعلى سبيل المثال يوفر البترول سلسلة من المنتجات النهائية كالوقود، البنزين، الغاز، الزيوت.
كما لاتزال الجزائر تعاني من مشكل عدم توفر التقنيات التكنولوجية العالية، بالإضافة إلى الأموال التي تتطلب عملية البحث والتنقيب وهذا ما دفع بها إلى اللجوء إلى الشركات الأجنبية لإقامة مشروعات مشتركة وذلك لغرض تعزيز عمليات البحث واكتشاف حقول جديدة تلبي الحاجيات المتزايدة من الطاقة.

3-3 الصعوبات التي تواجهها سونطراك:

وتتمثل في تمويل الصناعة البترولية، البحث عن آبار جديدة وما تتطلبه من تكاليف عالية وارتفاع تكاليف مد قنوات نقل البترول والغاز. ومن أجل إزالة هذه الصعوبات وتحقيق أهداف مستقبلية للاقتصاد، لجأت الجزائر إلى الشراكة الأجنبية،وذلك لتطوير القدرات التصديرية للمخزون الوطني، وتطوير الصناعة البتروكيماوية وتوجيه منتجاتها إلى السوق الخارجي وتغطية احتياجاتها من المحروقات.

3-أهداف شركة سونطراك: (1)

- التنقيب عن المحروقات والبحث عن استغلالها.
- تحويل المحروقات وتكريرها.
- تسويق المحروقات.
- تنمية مختلف أشكال الأعمال المشتركة في الجزائر وفي خارجها مع شركات أجنبية أو محلية.
- تموين البلاد بالمحروقات على الأمدين المتوسط والبعيد.
- تطوير كل نشاط له علاقة مباشرة أو غير مباشرة بصناعة المحروقات.

5-تطور المصادر الوطنية للطاقة: (2)

5-1 الوضع الحالي للمحروقات:

تتكون الموارد الطاقوية الوطنية أساسا من المحروقات إذ تقدر احتياطات المحروقات القابلة للاستخلاص والتي تم إثباتها إلى غاية 01-01-2005 كمايلي:

*بترول خام : 11.35 مليار متر مكعب.
* غاز طبيعي : 4550 مليار متر مكعب.

كما يتم مراجعة الاحتياطات الوطنية بطريقة مستمرة بفضل الاكتشافات المستمرة التي تقوم بها الشركة الوطنية سونطراك وشركائها إلى جانب رفع نسبة الاسترجاع وإعادة تقييم المكامن بفضل إدخال تكنولوجيات حديثة.

(1) الطالب بن مسعود دراسة حالة قطاع المحروقات وأثر نقل التكنولوجيا ص112
(2) http://www.oapecorg.org/images

5-2 تطوير مصادر المحروقات:

تكمن أهمية المحروقات في كونها الركيزة الأساسية للاستراتيجية الاقتصادية للبلاد، حيث تمكن من فك حصار المديونية و اتباع سياية التعديل الاقتصادي التي باشرت بها الدولة منذ سنوات.

إن التوجيه الجديد لسياسة تطوير المحروقات قد مكن من إدخال تغيرات جوهرية وذلك بفضل اللجوء إلى الاستثمارات المباشرة للشركاء الأجانب، خاصة في ميدان الاستكشاف والإنتاج حيث تعمل حاليا بالجزائر أكثر من 50 شركة عالمية للنفط والغاز وقد وصلت قيمة الاستثمار الأجنبي المباشر مابين 2000 حتى جوان 2005 حوالي 10 مليار دولار أمريكي، 87 % منها خصصت لتطوير المكامن.

وترمي الأهداف الأساسية المسطرة في مجال المحروقات على المستوى القريب، المتوسط والبعيد إلى:

- رفع احتياطات المحروقات وتحسين شروط وظروف استغلالها وهذا بانتعاش وتكثيف جهود البحث والاستكشاف.
- تطوير المكامن المكتشفة وغير المستغلة وتحسين معدلات الاستخلاص في المكامن المستغلة.

5-3 تطوير جهود البحث:

بعد إصدار نظام المناقصات المفتوحة من خلال نشرة المناقصات الأسبوعية لقطاع الطاقة والمناجم (BOASEM) في 2001، فقد تم تقليص مدة المفاوضات التي ساعدت على مضاعفة العقود المبرمة، حيث أبرم في إطار البحث والاستكشاف للفترة (2000-2005) أكثر من 40 عقدا مع الشركاء الأجانب من خلال ستة مناقصات دولية، كما تم حفر 240 بئر وقد تم تسجيل 51 اكتشافا للمحروقات (22 منها قامت بها الشركة الوطنية سونطراك لوحدها).

5-4 رفع الاحتياطات المؤكدة للنفط والغاز وتحسين إنتاجية المكامن:

تقدر احتياطات النفط المؤكدة ب11.3 مليار برميل فهي متواضعة بالنسبة لباقي الدول النفطية الأخرى العضوة في منظمة أوبك. في إيطار سياسة تطوير المحروقات وتقييم المكامن الموجودة باستعمال تقنيات الاستخلاص المعزز في المكامن المستغلة، وإنجاز عدة مشاريع خاصة لتطوير إنتاج الغاز الطبيعي، حيث تسعى الشركة الوطنية سونطراك لتحقيق صادرات تقدر ب 85 مليار $م^3$ / سنة من الغاز الطبيعي قبل 2010 وتتمثل أهم المشاريع المدرجة في هذا الميدان (1)

(1) Rapport annuel 2006 de la Sonatrach

- مشروع غاز عين صالح : تم إنجاز هذا المشروع في إيطار الشراكة مع BP-STATOIL لإنتاج 9 مليار م^3 / سنة من الغاز حيث بلغت قيمة هذا الاستثمار 2.5 مليار دولار وقد دخل عملية الإنتاج الفعلي في شهر جويلية 2004.

- تدعيم إنتاج حقل حاسي رمل (Boosting Hassi R'Mel) : يشمل هذا المشروع إنجاز 3 محطات ضغط بقيمة 372 مليون دولار من طرف شركة JGC-Itochu اليابانية فقد انتهت الأشغال بها في 2004 وبدأ استغلاله في 2005 .

- مشروع غاز متكامل فاسي طويل (Projet gaz intégré Gassi Touil) : تم إبرام عقد شراكة بين الشركة الوطنية سونطراك والتجمع الإسباني ريبسول وشركة الغاز الطبيعي لتطوير حقول الغاز الطبيعي والإنتاج والنقل وإسالة وتسويق الغاز. وتبلغ قيمة هذا الاستثمار 2.5 مليار دولار.

- مشروع غاز عين أمناس: يتم إنجاز هذا المشروع والذي تبلغ قيمته 1.694 مليار دولار بالشراكة مع BP-Statoil لتطوير مكامن الغاز في منطقة عين أمناس لإنتاج حوالي 8 مليارات متر مكعب من الغاز الطبيعي.

- مشروع GTL : يهدف هذا المشروع لتطوير حقول الغاز الطبيعي وإنجاز مصنع لتحويل الغاز الطبيعي إلى سائل في منطقة تينهرت الواقعة بحوض إليزي وتم الإعلان عن مناقصة دولية مفتوحة من أجل إنجازه في أفريل 2005.

6-تطوير الهياكل القاعدية الطاقوية: (1)

6-1 التكرير:

ترتكز صناعة التكرير في الجزائر على أربع مصافي (سكيكدة، أرزيو، الجزائر العاصمة، حاسي مسعود) ذات طاقة تكريرية إجمالية بأكثر من 26 مليون طن/ سنة، حيث تباشر شركة نفتك، فرع 100 % بشركة سونطراك كل نشاطات التكرير.

وفي إيطار إدماج آليات التكرير مع متطلبات السوق الدولية من حيث النوعية (نسبة الكبريت وأوكسيد الآزوت في السوق الأوربية) وكذا المعايير الأوربية الجديدة، قامت شركة نفتك بإعداد برنامج لتأهيل وتحديث وحداتها التكريرية للفترة 2005-2008 وتقدر القيمة الاستثمارية لهذا البرنامج 1.2 مليار دولار، كما تم وضع عدة مشاريع لرفع الطاقة الإنتاجية والمتمثلة في:

(1) http://www.oapecorg.org/images

- مشروع هليوم سكيكدة وقد تم تدشينه في جوان 2005 لإنتاج 600 مليون قدم مكعب/سنة من الهليوم و50000 طن / سنة من الآزوت.

-مشروع مصفاة أدرار لتكرير 600000 طن / سنة من البترول الذي تم إنجازه بالشراكة بين الشركة الوطنية سونطراك والشركة الصينية CNPC ، وتقدر مدة الإنجاز ب 36 شهرا وقد انطلقت الأشغال به في مارس 2004 بتكلفة استثمارية تقدرب167 مليون دولار، 30 % تمول من طرف الشركة الوطنية سونطراك والبقية تمولها شركات أجنبية.

- مشروع لتكرير المكثفات بسكيكدة بطاقة 5 مليون طن /سنة تقوم بإنجازه الشركة الوطنية سونطراك.

إلى جانب ذلك هناك مشروع إنجاز مصفاة في تيارت بقدرة 15 مليون طن وهذا المشروع قيد الدراسة.

6-2 تمييع الغاز الطبيعي:

تعتبر الشركة الوطنية سونطراك رائدة في مجال تمييع الغاز الطبيعي حيث تملك أربع مركبات لتمييع الغاز الطبيعي بطاقة تحويل تقدر ب 24 مليون طن من الغاز السائل وفي هذا الإيطار سيتم إنجاز مصنع لتحويل الغاز الطبيعي إلى سائل بطاقة إنتاج 36000 برميل/اليوم من الغاز السائل في منطقة تينهرت.

وفي إيطار نشاطات الشركة الوطنية سونطراك بالخارج يتم تنفيذ مشروع – ريغانوزة–تحويل الغاز المميع إلى سائل بمدينة بورغادوز الإسبانية بالشراكة مع إسبانيا.

6-3 غاز البترول المميع:

ينتج غاز البترول المسال أساسا من حقول الغاز الطبيعي إلى جانب استخلاصه من عملية معالجة البترول.

ويقدر الإنتاج الحالي لغاز البترول المسال ب9.2 مليون طن موجه معظمه للتصدير.

في إيطار البرنامج التنموي المتعلق باستخلاص غاز البترول المميع، سيصل الإنتاج في آفاق 2010 إلى حوالي 14 مليون طن.

المبحث الثاني: حل مشكل شبكة النقل

المطلب الأول :النقل

1- النقل بالأنابيب:

عرف نقل المحروقات بواسطة الأنابيب تطورا هاما في السنوات الأخيرة إذ يعتبر وظيفة فعالة تعتمد عليها الشركة بالدرجة الأولى في تحديد فعالية بقية النشاطات، وتعتمد الشركة في نقل منتوجاتها على مجموعة من الشبكات والوسائل، فهي تهتم بالنقل بالأنابيب وذلك من أجل استغلال الوقت ووصول الكميات في وقتها المناسب (خاصة موانيء التصدير) كما تعتمد على وسائل النقل البري كالشاحنات والحاويات والسكك الحديدية.

ونظرا لشساعة البلاد وتمركز معظم الآبار ومراكز استخراج الثروات في الجنوب عمدت الشركة إلى سلسلة من الإجراءات في مجال إنجاز الأنابيب منذ تأسيسها وذلك بغية تلبية الطلب المتزايد. حيث ارتفع طول الشبكة من 11500 كلم في 1995 إلى 16197 كلم في 2006 ، فقد دعمت الشبكة في 2004 ب 2056 كلم لنقل الغاز و1119 لنقل البترول و1393كلم لنقل غاز البترول المسال. وتقدر طاقة النقل الحالية للشبكة الإجمالية ككل 326 مليون طن معادل نفطي. (1)

وتقوم الجزائر بضخ الغاز إلى جنوب أوربا عبر خطين من الأنابيب: خط المغرب أوروبا (Le Pedro Duran Farell)الممتد إلى إسبانيا بسعة 8 مليارات متر مكعب سنويا وخط عبر البحر الأبيض المتوسط سعته 24 مليار متر مكعب في السنة، وقد قامت سونطراك بزيادة سعة كل من هذين الخطين. كما هناك خطين آخرين من الأنابيب بصدد الإنجاز وذلك لاستغلال سوق أوروبية جديدة للغاز.

يتمثل هذان المشروعان في :

* مشروع أنبوب الغاز "Medgaz" :خط يربط الجزائر بإسبانيا عبر البحر الأبيض المتوسط بسعة أولية 8 مليارات متر مكعب سنويا ومن المفترض أن تنتهي الأشغال به في بداية 2009 .
* مشروع أنبوب الغاز غالسي"Projet Galsi" : الذي يربط الجزائر بإيطاليا مارا بجزيرة سردينيا بسعة 8 مليارات متر مكعب سنويا. ومن المنتظر أن تنتهي الأشغال به في 2009 .
* مشروع أنبوب الغاز عابر الصحاري"Trans-Saharien" : في إيطار التنمية المستدامة بإفريقيا، تم إبرام اتفاقية بين سونطراك وشركة NNPC النيجيرية في مارس

2003 لدراسة إمكانية إنجاز أنبوب الغاز يربط نيجيريا بالجزائر عبر النيجر بطول 4500كلم من أجل تزويد إفريقيا الجنوبية بالغاز الطبيعي.

وفي ماي 2005 تم إبرام عقد مع مكتب استشاري ألماني لإنجاز الدراسة التمهيدية للمشروع.

2- وضعية النقل قبل تأسيس سونطراك:

إن سبب مراجعة الخريطة البترولية للجزائر كان نتيجة عاملين مهمين: أولهما لامحدودية الثروات الطبيعية آنذاك واستمرار اكتشاف الحقول والمناجم. والثاني كان نتيجة صعوبة تسويق المحروقات نظرا لعدم توافر إمكانيات النقل الضرورية والمتطورة. ومن هنا تم الاعتماد على النقل بواسطة الحاويات والسكك الحديدية والاعتماد على أنبوب حوض الحمراء- الجزائر بالدرجة الأولى بمسافة 600 كلم بطاقة تصريف 15 مليون طن سنويا (غير أن الكمية الفعلية لا تصل إلى هذا المستوى). بينما قناة عين أمناس- سخيرة فكانت تعتمد على أربع محطات للمعالجة والمراقبة. بينما الأنابيب الثانوية فتتمثل في الأنابيب التي تربط بين الحقول والخزانات وبين أكبر نقطتي توزيع أهمها الأنابيب التي تربط بين حقول عجيلة، زرزايين، تينفوي والتي تصب في خزان حوض الحمراء، والأنابيب التي تصل بين حقول القاسي (El Gassi) Ohanet, Rhourd El Baguel، وتصب في حوض عين أمناس.(1)

3- بعد تأسيس سونطراك:

بعد استمرار الاكتشافات البترولية في الجزائر وزيادة الطلب العالمي على الثروات الطاقوية ومن أجل رفع تنمية البلاد خصوصا بعد خروجها من أزمة استعمارية صعبة ووضعية اقتصادية جد مزرية، أصبح من الضروري استغلال المحروقات أحسن استغلال ورفع الطاقة الإنتاجية للبلاد وهذا ما أدى إلى ضرورة البحث عن تسيير أمثل لنقل المحروقات، وجاء هذا تماشيا مع نشأة سونطراك التي أعطيت لها في البداية فقط مهمة نقل وتوزيع المحروقات إذ أن أول إنجاز قامت به شركة سونطراك هو إنجاز أنبوب البترول الرابط بين حوض الحمراء وأرزيو.

(1)L'archive de la société édité par la direction des relations publiques de la Sonatrach, Alger

الأنابيب الرئيسية:

1- أنبوب حوض الحمراء – أرزيو على بعد 805 كلم وهوأول عمل قامت به سونطراك بمساهمة 16 شركة أجنبية أخرى تقدر طاقة حمولته ب 22 مليون طن سنويا. (1)

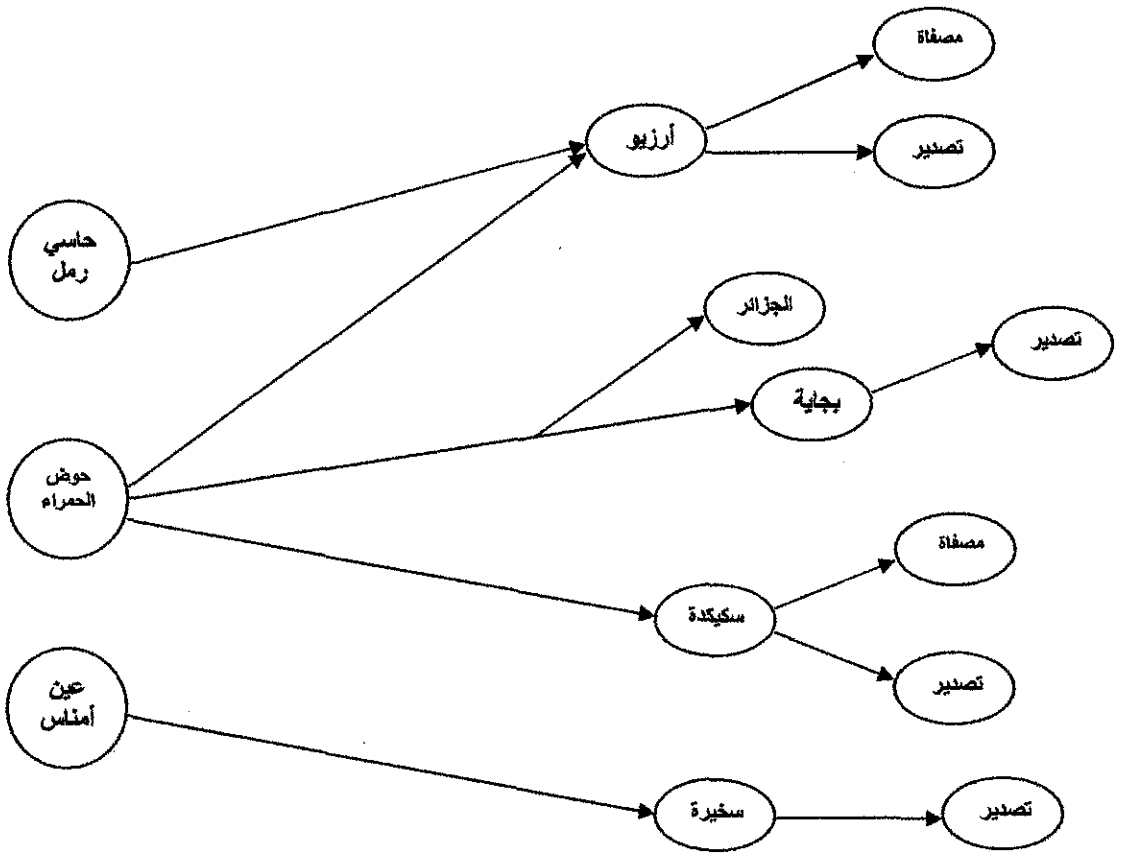
2- أنبوب حوض الحمراء – بجاية بطاقة تصريف تقدر ب18 مليون طن. (2)

3- أنبوب حوض الحمراء – سكيكدة بطاقة تصريف 30 مليون طن سنويا.(3)

4- الأنبوب الممتد إلى مصفاة الجزائر انطلاقا من تفرعه من أنبوب **حوض الحمراء-بجاية**

من خلال نشاط النقل عبر الأنابيب تقوم سونطراك بإدارة عمليات نقل مختلف المنتجات والبترول الخام والمكثفات نحو المرافيء البترولية ومناطق التخزين التابعة للمجموعة حيث يتم النقل من مراكز الإنتاج في كل من حاسي رمل، حوض الحمراء، عين أمناس إلى مراكز التخزين في أرزيو، بجاية، سكيكدة من أجل تصدير كمية تقدر بحوالي 123 مليون طن سنويا إضافة إلى تغذية محطات التكرير والمصافي بحوالي26 مليون طن أهمها مصفاة أرزيو بطاقة تقدر ب2.8 م طن، مصفاة الجزائر بطاقة تقدر ب7.5 م طن، مصفاة سكيكدة بطاقة تقدرب 15.7 م طن، هذا إضافة إلى موانيء التصدير والتي تقدر طاقة تصديرها بحوالي 120 مليون طن سنويا.

شبكة النقل الرئيسية:



(1) (3) Mustapha Mekideche, le secteur des hydrocarbures , Office des publications universitaires Algérie 1983 p 81 (2) L'archive de la société édité par la direction des relations publiques de la Sonatrach, Alger

من خلال هذا المخطط يتضح أن المشكل المطروح هو تحديد الكمية القصوى التي يمكن تمريرها عبر شبكة الأنابيب الأساسية والتي تقدر طاقة حمولتها ب 120 مليون طن سنويا انطلاقا من مراكز الانتاج الثلاث إلى محطات التخزين أو التصفية. وبالتالي فالهدف الأساسي في هذه الحالة هو تعظيم التدفقات البترولية من الجنوب إلى الشمال تحت قيد طاقات الانتاج وطاقات مراكز الاستقبال.

للإجابة على هذا المشكل سوف نحاول اللجوء لأسلوب البرمجة الخطية ثم استعمال نظرية الشبكات حيث سوف نبرز في كل حالة سبب استعمال الطريقتين وذلك لتحقيق التدفق الأعظمي تحت قيد الشروط المفروضة.

1- استخدام البرمجة الخطية :

نلاحظ من خلال المسألة المطروحة أننا نحاول تحقيق هدف واحد تحت قيد مجموعة من الشروط، كما أننا نستطيع تمثيل الشروط المتاحة في شكل معادلات خطية وهذا ماجعلنا نحاول اللجوء لهذه الطريقة. وبالتالي فلنفرض أن دالة الهدف تعبر عن تعظيم التدفقات البترولية من مراكز الجنوب إلى الشمال، أما القيود فقد حاولنا إدراجها في طاقات الإنتاج، طاقة حمولة الشبكة وكذا حاجيات المصافيء وطاقات إنتاجهاوذلك كمايلي: -أولا سنحدد متغيرات القرار حيث تتمثل في مختلف التدفقات البترولية التي تصل إلى مراكز الاستقبال حيث :

X_1: كمية التدفقات البترولية التي تصل إلى أرزيو

X_2: كمية التدفقات البترولية التي تصل إلى بجاية

X_3: كمية التدفقات البترولية التي تصل إلى سكيكدة

وهذا عبر شبكة من الأنابيب تقدر طاقة حمولتها ب120مليون طن سنويا

كما أن :

7% من المواد البترولية التي تصل إلى أرزيو تمرر إلى مصفاة أرزيو

31.25% من المواد البترولية التي تصل إلى بجاية تمرر إلى مصفاة الجزائر

52% من المواد البترولية التي تصل إلى سكيكدة تمرر إلى مصفاة سكيكدة

وهذا من أجل إنتاج كمية قصوى من المشتقات البترولية تقدر ب26 مليون طن سنويا

هذا إضافة إلى أن محطة أرزيو تستطيع استقبال حوالي 40مليون طن من المواد البترولية

محطة بجاية تستطيع استقبال حوالي 24مليون طن من المواد البترولية

محطة سكيكدة تستطيع استقبال حوالي 30مليون طن من المواد البترولية

وبالتالي فإن النموذج المحصل عليه سيكون كالتالي:

$$\text{Max } Z = X_1 + X_2 + X_3$$

$$\text{Sous :} \begin{cases} X_1 + X_2 + X_3 \leq 120 \\ 0.07\ X_1 + 0.3125\ X_2 + 0.52\ X_3 \leq 26 \\ X_1 \leq 40 \\ X_2 \leq 24 \\ X_3 \leq 30 \\ X_1\ X_2\ X_3 \geq 0 \\ \text{وحدة القياس هي مليون طن} \end{cases}$$

تفسير نموذج البرمجة الخطية:

إن الدالة الاقتصادية Z($Z = X_1 + X_2 + X_3$) الممثلة في النموذج أعلاه (والتي تبين الهدف من الدراسة) تعبر عن الهدف الذي تسعى إليه شركة سونطراك من خلال النقل عبر الأنابيب، إذ يتمثل هذا الهدف في تعظيم التدفقات البترولية التي تصل إلى كل من أرزيو، بجاية وسكيكدة وذلك بشرط أن يتم استغلال كل الثروات والإمكانيات المتاحة والمتمثلة في طاقة شبكة الأنابيب الإجمالية وطاقة التخزين من أجل تحديد الكمية القصوى الإجمالية التي يمكن نقلها وبالتالي تلبية الحاجيات.

و القيود التي يستوجب تحقيقها تتمثل أولا في طاقة حمولة الأنابيب وهو مايمثله القيد الأول ($X_1 + X_2 + X_3 \leq 120$) إذ أن أنابيب شبكة النقل لا تستطيع أن ترسل أو تتحمل أكثر من 120 مليون طن سنويا وهي الطاقة القصوى لشبكة الأنابيب.
أما القيد الثاني ($0.07\ X_1 + 0.3125\ X_2 + 0.52\ X_3 \leq 26$) فيبين أن 7% من المواد البترولية التي تصل إلى أرزيو، 31.25% من المواد البترولية التي تصل إلى بجاية، 52% من المواد البترولية التي تصل إلى سكيكدة تستعمل لإنتاج 26 مليون طن من المشتقات البترولية لتلبية الحاجة الداخلية.
بينما القيود المتبقية فهي تعبر عن احتياجات كل محطة حيث: أرزيو تقدر احتياجاتها ب40 مليون طن، بجاية تقدر احتياجاتها ب24 مليون طن وسكيكدة تقدر احتياجاتها ب30 مليون طن.

الحلول:

$$Z = 94\ ,\quad X_1=40\ ,\ X_2=24\ ,\ X_3=30$$

بعد حل هذا النموذج باستخدام طريقة السمبلكس (المبينة في الملحق) نتحصل على النتائج التالية قيمة دالة الهدفZ =94 مليون طن والتي تتمثل في قيمة الكميات البترولية

-القوسDS يمثل طاقة مصفاة أرزيو
-القوسES يمثل طاقة مصفاة الجزائر
-القوسFS يمثل طاقة مصفاة سكيكدة

-القوسEH يمثل طاقة تخزين محطة بجاية
-القوسDG يمثل طاقة تخزين محطة أرزيو
-القوسFI يمثل طاقة تخزين محطة سكيكدة

GS يمثل الكمية المصدرة من ميناء أرزيو
HS يمثل الكمية المصدرة من ميناء بجاية
IS يمثل الكمية المصدرة من ميناء سكيكدة
JS يمثل الكمية المصدرة من ميناء سخيرة

برنامج Grin:

سوف نقوم بحل هذا النموذج باستعمال برنامج Grin إذ يساعد على رسم الشبكة المراد تمثيلها وتحديد مختلف مكوناتها من عقد وروابط وقيمها، كما أنه يساعد على تحديد التدفق الأعظمي والمسار الأمثل في حالة مشكل تحديد أمثل مسارومختلف مشاكل الشبكات.
وباستعمالنا لهذا البرنامج نتمكن إضافة إلى تحديد أعظم تدفق من تحديد كمية التدفق التي سوف تمر عبر كل أنبوب مع احترام طاقات الإنتاج وطاقات الاستقبال من مختلف المحطات، وهذا مايميز هذا البرنامج إذ يعطينا في تقرير الحل كل النتائج النهائية ويبرز مختلف الأسهم المشبعة.

باستعمال Logiciel Grinنتحصل على النتائج التالية:

Maximal Flow
Time : 23:23:52
Date : 24-05-2005
NetWork : Colors
Type : dirNet
Number of Points : 12
Number of Edges : 18

Source = 1 Sink = 12
Value of the Maximal Flow is equal to
93700
Values of the Edges Flow:

Flow(1, 2)= 12000;	**Flow(1, 3)= 70000;**	**Flow(1, 4)= 11700;**
Flow(2, 5)= 12000;	**Flow(3, 5)= 22000;**	**Flow(3, 6)= 18000;**
Flow(3, 7)= 30000;	**Flow(4,11)= 11700;**	**Flow(5, 8)= 31200;**
Flow(5,12)= 2800;	**Flow(6, 9)= 10500;**	**Flow(6,12)= 7500;**
Flow(7,10)= 14300;	**Flow(7,12)= 15700;**	**Flow(8,12)= 31200;**
Flow(9,12)= 10500;	**Flow(10,12)= 14300;**	**Flow(11,12)= 11700;**

Red Edge : Flow = Mark
Blue Edge : Flow >= Mark/2
Green Edge : Flow <= Mark/2
Silver Edge : Flow = 0

نلاحظ أن كلا من خزانات حوض الحمراء، حاسي رمل، عين أمناس قد أصرفت كل منتوجاتها ويتبين ذلك من خلال الشكل وذلك بتشبيع كل من الأسهمOA, OB, OC

كما نجد أنه لم تصدر كل الكميات، حيث يتم تمرير التدفقات البترولية إلى المصافيء قبل التصدير والمقصود بذلك تلبية الحاجة الداخلية أولا ويظهر هذا جليا في الحل النهائي الشكل 6-4 حيث أن الأسهمFS, HS, ESكلها مشبعة،بينما أحواض مواني التصدير فلازالت بها طاقات إضافية للتخزين غير مستغلة.
وبالتالي نلاحظ أنه بعد تواجد عدة بدائل تمثلت في كميات المواد التي يمكن نقلها وشروط تغذية المصافيء وتلبية الحاجات الداخلية والخارجية، والبحث في تحديد الكمية الإجمالية اللازم نقلها وجد أنه يستحسن نقل 93700 ألف طن كما يستحسن نقل المواد ليس حسب طاقة الأنابيب فحسب وإنما يستوجب احترام حاجات محطات التصدير وطاقات مراكز الإنتاج. ومن هنا فإن القرار اتخذ بواسطة الطريقة العلمية بناء على حالات مؤكدة.
كما ينبغي اتخاذ قرار بإنجاز أنابيب إضافية ذات طاقات تصريف تلبي حاجيات المواني وتماشيا مع الإنتاج المحدد من طرف شركة سونطراك.

المطلب الثاني: التوزيع

التوزيع:

إن توزيع المنتجات البترولية قبل تأسيس سونطراك كان يتم تحت مراقبة العناصر الأجنبية وذلك لسيطرة معظمها على قطاع المحروقات وهيمنة الشركات الجزائرية، غير أنه بعد تأسيس شركة سونطراك وهي الشركة المسؤولة حاليا عن نقل وتوزيع المنتجات البترولية خاصة مع تزايد الاستهلاك الوطني للطاقة، أصبحت سونطراك هي المسؤولة عن توزيع المنتوجات باعتمادها على أسلوب النقل بواسطة الأنابيب.وبهذا فإن سونطراك أصبحت تحتوي حاليا على شبكة توزيع واسعة تتضمن 1723 نقطة بيع وتسيطر على أكثر من 50٪ من السوق الوطنية وذلك نتيجة للإنجازات الهامة التي تمت في مجال المحروقات كتصميم طرقات جديدة ومراكز التخزين ودعم المركبات البيتروكيماوية(1)، وتخص هذه التدعيمات خاصة المواني‌ء البترولية التي بها أهم المصافي‌ء والتي تهدف من خلالها إلى :

- تنمية شبكة التوزيع الوطنية.
- تأسيس نقاط بيع جديدة لتلبية حاجات كل منطقة بغض النظر عن الهدف التجاري.
- خلق استثمارات جديدة في إيطار مشاريع التنمية الصناعية والسياحية.
- تحسين شبكة الطرقات.
- البحث عن أسواق جديدة للمنتوجات النهائية من أجل تلبية الحاجات المحلية.

و تهتم شركة نفطال فرع 100 % سونطراك بتلبية الاحتياجات الوطنية من المواد البترولية إذ تحاول خلق نقاط بيع جديدة وذلك بهدف تغطية كل الاحتياجات الداخلية كما يتم التوزيع بواسطة مجموعة من القنوات داخل الوطن إذ يتم التوزيع من مخازن الشركة بواسطة الحاويات أو الشاحنات ذات الحجم الكبير إلى أهم الخزانات الرئيسية في الوطن ثم إلى نقاط البيع وبالتالي إلى المستهلك النهائي. وتزامنا مع التطورات الحاصلة في الميدان الاقتصادي، تعمل نفطال على تأقلم نشاطاتها مع متطلبات الساحة الاقتصادية الحالية خاصة بانفتاح سوق المواد البترولية للخواص.
لذلك فإن المؤسسة تعمل على تركيز جهود استثمارات في تجديد وتحديث منشآت التخزين والتوزيع وإعادة تنظيم نشاطاتها لمواجهة المنافسة.

ففي مجال الشراكة قامت بمفاوضات مع عملاء خواص جزائريين وأجانب من أجل تحسين وتطوير خدماتها وترقية جهودها في السوق الوطنية والدولية.
كما قامت بالشروع في إنجاز عدة مشاريع منها خاصة مركز التعبئة بأرزيو بطاقة 50000طن/السنة بالإضافة إلى إتمام أعمال إنجاز مشاريع قنوات نقل غاز البترول المسال وكذا قنوات متعددة المواد.
ومنذ المصادقة على المرسوم التنفيذي 97-437 في نوفمبر 1997 الذي ينص على فتح

(1) http://www.oapecorg.org/images

نشاطات نقل، تخزين، وتوزيع المواد البترولية للمستثمرين الخواص والأجانب لمواجهة الطلب المتزايد عليها قامت وزارة الطاقة والمناجم حتى نهاية 2004 بإصدار:
43 رخصة لإنجاز مراكز التعبئة منها9 تعمل.
431 رخصة لإنجاز محطات خدمات منها 143 تعمل في الخدمة.
168 رخصة تمديد نشاط محطات الخدمات لتشمل توزيع وقود غاز البترول المسال منها70في الخدمة.
8 رخص لإنجاز مراكز توزيع البنزين منها 3في الخدمة.

آفاق تطور صادرات الطاقة:

نظرا للتطور السريع للطلب العالمي على الطاقة، تسعى الجزائر إلى تنمية قدرات صادراتها لتصل إلى 172 مليون طن معادل نفطي سنة 2010، من جهة أخرى تبنت سياسة الطاقة المتبعة في البلاد ضرورة رفع حصة الاستهلاك الوطني من الغاز الطبيعي بغية تخفيض استهلاك المحروقات السائلة التي من المتوقع أن تصل صادراتها إلى 55% سنة 2010 عكس المواد الغازية التي ستمثل 45%من مجمل الصادرات.
كما تراجعت الصادرات نحو أمريكا الشمالية والتي كانت تمثل 46%سنة 1980 فقد تراجعت نحو 24%سنة 2004 بينما ارتفعت الصادرات نحو أوربا بأكثر من 56%من إجمالي العائدات السنوية.

2- الموانيء البترولية والنقل البحري:

يتم تصدير المحروقات عبر ثلاث موانيء بترولية رئيسية وهي أرزيو، سكيكدة وبجاية(1) ومن أجل تطويرها، تم في سنة 2004 إنشاء شركة تسيير واستغلال الموانيء البترولية بين الشركة الوطنية سونطراك وشركة تسيير الموانيء، وقد شرع في أعمال تكييف الموانيء البترولية مع ارتفاع الكميات المنقولة. كما تم إبرام عقد في 2004 بقيمة 239 مليون دولار مع الشركة الأمريكيةFMCمن أجل إنجاز 5 محطات شحن المحروقات السائلة في أعالي البحار من صنفSPM (2بأرزيو، 2بسكيكدة و1ببجاية)
فالمشاريع السالفة الذكر ستسمح ب:(2)
1- رفع طاقة الشحن من 000 900 برميل في اليوم إلى 1.5 مليون برميل/اليوم.
2- رفع كمية تصدير الغاز بحوالي 25 مليار متر مكعب لتصل إلى 85 مليار متر مكعب
3- رفع طاقة معالجة المحروقات ب 6 مليون طن.
وفي ميدان النقل البحري للمحروقات تم استلام باخرتين لنقل الغاز الطبيعي السائل في 2004، الأولى بسعة 138000 $م^3$ والثانية بسعة 145445 $م^3$ بالإضافة إلى استلام باخرتين لنقل غاز البترول السائل بطاقة نقل إجمالية 59000 $م^3$.

(1) **www.sonatrach-dz.com Transport par canalisation**
(2) **L'archive de la société édité par la direction des relations publiques de la sonatrach, Alger**

الخاتمة:

من خلال دراستنا هذه وجدنا أن النقل يلعب دورا هاما في التنمية الاقتصادية ككل، فهو بالإضافة إلى دوره في الحياة الاجتماعية وذلك بنقل الأفراد من مكان إلى آخر بغية اقتناء الحاجة، يساهم في إنجاح العديد من المؤسسات وتوسيع استراتيجياتها لاسيما في الوقت الحالي مع ظهور العولمة ومحاولة الانفتاح على الأسواق الخارجية واشتداد حدة المنافسة.

إن النقل يساهم أولا في تحويل الموارد الطبيعية أو الأولية إلى مناطق الإنتاج ومن ثم إلى مراكز التصدير أو التوزيع، كما نجده عاملا فعالا في نجاح العملية التوزيعية، إذ يلبي رغبات الزبائن وذلك بتحقيقها في الزمان والمكان المناسبين خاصة إذا توفرت وسائل نقل ذات رفاهية وكفاءة وجودة عالية. غير أن تطور وسائل النقل لا يبقى العامل الوحيد في كفاءة عملية النقل مما يستوجب تسييرا جيدا للنقل يخفض التكاليف أقل ما يمكن ويعظم الأرباح ويرسل الطلبيات حسب الحاجة مع استغلال أمثل لكل الموارد المتاحة كاستغلال طاقات التخزين، طاقات وسائل النقل المتاحة.....وبالتالي تحديد المثولية.

وللوصول إلى المثولية في تسيير النقل اعتمدنا تقنيات ونماذج بحوث العمليات التي تكتسي الطابع الكمي والرياضي وباللجوء إلى برامج الإعلام الآلي والتي تساعد على تحديد المثولية والمساعدة في اتخاذ القرار الأمثل. ومن بين هذه التقنيات وجدنا أن نظرية الشبكات إضافة إلى البرمجة الخطية لها دور كبير في تحديد المثولية في نقل المنتجات والتي نقصد بها إرسال الكميات حسب الطلب أو تعظيم إرسال الكميات بناء على البقاء في السوق في حال تعلقت السلعة بمنتوج مماثل

كما وجدنا أن البرمجة الخطية لا تبقى الأسلوب الوحيد المساعد في تحديد مثولية تسيير النقل (إما تعظيم الأرباح أو تدنئة التكاليف) وإنما تتعدى ذلك إلى البحث في كيفية إرسال أكبر كمية ممكنة أو البحث عن أقصر مسار أو تغطية مجموعة من المراكز [اقل التكاليف أو أعظم العوائد، ونجد هذه المسائل خاصة في شبكات النقل بالأنابيب

وبالتالي فإن مشاكل النقل عديدة ومتنوعة لا تقتصر على تعظيم الأرباح أو تدنئة التكاليف ولكل مشكلة أسلوب أو نموذج مساعد من أجل تحديد المثولية

وهذا بهدف بلوغ الغايات وتلبية الحاجات خاصة في شركة ذات استراتيجية عالية مثل شركة سونطراك التي تستوجب اتصالا دائما ومستمرا ليس بين الوحدات أونقاط الإنتاج داخل الشركة فحسب وإنما الربط وتوسيع الشبكة بين الشمال والجنوب. وبهذا ونظرا لارتفاع عمليات حفر الآبار واكتشاف آبار جديدة مع ارتفاع عملية الإنتاج وزيادة الطلب على هذه المادة الطاقوية من قبل السوق الخارجية فإنه يستحسن بالشركة إنجاز أنابيب جديدة تغطي الحاجات وتربط بين مراكز التصدير وخزانات الجنوب إضافة إلى إشباع الحاجات الداخلية وتوسيع شبكة الغاز والبترول وهذا ماسوف يساهم في تخفيض تكاليف المخزون إضافة إلى رفع مستوى المبيعات وبالتالي ارتفاع عائدات التصدير واستغلال كل الموارد المتحة بصفة عقلانية.

المراجع:

-عبد الجبار منديل أسس التسويق الحديث الجامعة الهاشمية 2002

-مجلة الإقتصاد والمناجمنت: السياسات الاقتصادية واقع وآفاق، منشورات كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان

- نهال فريد مصطفى،جلال إبراهيم العيد:إدارة اللوجستيات جامعة الاسكندرية 2004 -2005

-عبد الغفار حنفي: إدارة المواد والإمداد جامعة السكندرية 2002

-تفيدة علي هلال: إدارة المواد والإمداد جامعة الإسكندرية1998

-محمد راتول بحوث العمليات ديوان المطبوعات الجامعية 2006

-محمود صادق بازرعة "إدارة التسويق" دار النهضة العربية،القاهرة 1975

-محمد فريد الصحن: التسويق الدارالجامعية للطبع والنشر والتوزيع الإسكندرية 1999

-طلعت أسعد عبد الحميد: التسويق الفعال دار الكتب المصرية 1998

- سهيلة عبد الله سعيد: الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات دارالحامد للنشر والتوزيع

- سمير بيباوي، محمد صبري العطار: بحوث العمليات في المحاسبة القاهرة مصر

- حنفي محمود سليمان: المنهج المتكامل في الإدارة دار الجامعات المصرية الاسكندرية

- د فريد عبد الفتاح زين الدين كلية بحوث العمليات وتطبيقاتها في حل المشكلات واتخاذ القرارات التجارة جامعة الزقازيق 1996

- د سليمان محمد مرجان بحوث العمليات الجامعة المفتوحة طرابلس

- أستاذ اليمين فالتة بحوث العمليات جامعة محمد خيضر بسكرة كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير 2006

- د فتحي رزق السوافيري مدخل معاصر في بحوث العمليات تطبيقات باستخدام الحاسب كلية التجارة جامعة الإسكندرية الدار الجمعية 2004

- د. ابراهيم أحمد مخلوف التحليل الكمي في الإدارة جامعة الملك سعود الرياض 1990

-د. نبيل محمد مرسي: أساليب التحليل الكمي، كلية التجارة جامعة الاسكندرية2006

-محمد اسماعيل بلال: بحوث العمليات، استخدام الأساليب الكمية في صنع القرار، دار الجامعة الجديدة الاسكندرية 2005

-فتحي خليل حمدان، رشيق رفيق مرعي: مقدمة في بحوث العمليات، دار وائل للنشرعمان الأردن 2004

-حسين عطا غنيم: بحوث العمليات، جامعة القاهرة

- عبد الرسول عبد الرزاق الموسوي: مدخل لبحوث العمليات،دار وائل عمان الأردن2006

- عبد الحي مرعي: المعلومات المحاسبية في اتخاذ القرار

-أحمد فهمي جلال: مقدمة في بحوث العمليات

- عبد الرحمن بن محمد أبو عمة، محمد أحمد العش: البرمجة الخطية

- محمد صالح الحناوي، محمد توفيق الماضي : بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج

-عبد الحميد مصطفى أبو غانم إدارة المشروعات الصغيرة

-الطالب تربش محمد، رسالة ماجستير بعنوان "سياسة توزيع السلع الجاهزة بالمؤسسات الإنتاجية" تحت إشراف الدكتور بن حبيب عبد الرزاق ،جامعة تلمسان 2005

-الطالب بن مسعود، الشراكة الأجنبية ونقل التكنولوجيا :حالة قطاع المحروقات ، تحت إشراف الدكتور بن بوزيان محمد ، جامعة تلمسان

المراجع باللغة الأجنبية:

- Claude Demeure " MARKETING " Aide mémoire 5e édition Paris 2005

- J.Haw " Distribution" Edition d'organisation Paris 1978

- P.Kotler ; B.Dubois, "Marketing management, analyse planification et contrôle", Publi- Union, 1978

- Jean-Jacques L; Ruben C; Chantal de M : Marketing stratégique et opérationnel 6e édition Paris 2005

-Buell, P. Victor, Marketing management a strategic approach

-Stantion W, Fundamentals of Marketing

-Ralph Breyer,Formation and growth of marketing channels

-Cole . D The theory of linear economics models , Mc craw hill Book Co TNC London 1969

- Harper W M Operational research macdonalds and Evans London 1975

- Markower, MS operationa research, Hddevand Stangton, London 1977

- Mohamed.Aidene ; Brahim.Oukacha; Recherche opérationnelle programmation linéaire

- Boutaleb Kouider : Théorie de la décision office des publications universitaires 2006

- José destrous : Outils d'aide à la décision Dunod paris 2003

-Nadia Benhareth recherche opérationnelle la théorie des graphes 2003

-Robert Faure, Bernard Lemaire, Christophe Picouleau : Précis de recherche opérationnelle Dunod Paris 2000

- Robert Faure, Exercices et problèmes résolus de recherche opérationnelle , Dunos

-F. Droesbeke, M. Hallin, CI. Lefevre: Les graphes par l'exemple, Paris 1987

- Robert Faure: Exercices et problèmes résolus de recherche opérationnelle, graphes: leurs usages, leurs algorithmes, Dunod 1998

-Daniel Thiel : Recherche opérationnelle et management des entreprises, economica 1990

- Alexandre K.Samii : Stratégie logistique supply chain management 3e édition Dunod

- Michel Roux : Optimisez votre plate forme logistique 2e édition , édition d organisation 1989

فهرس الأشكال

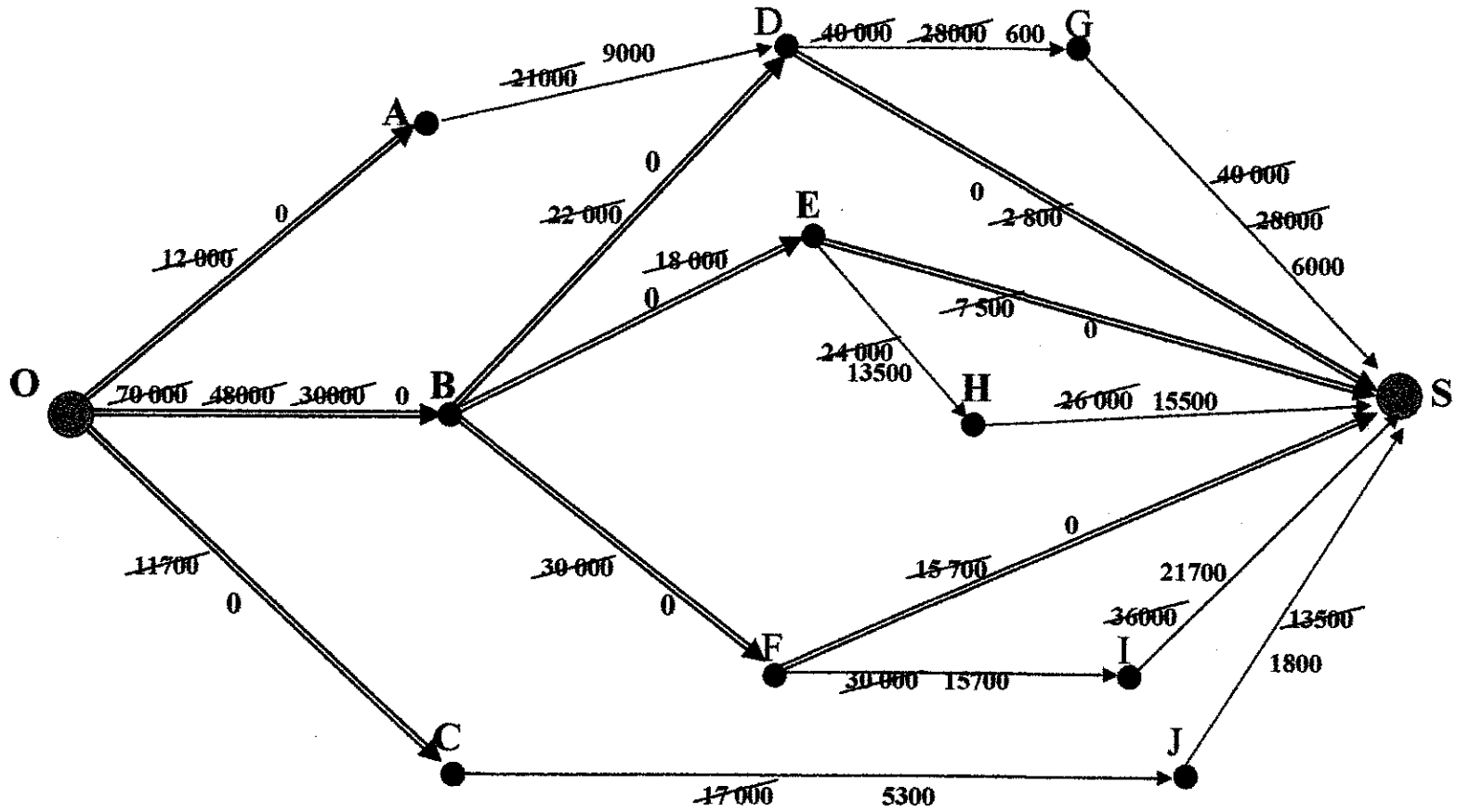
شكل 1-1 طريقة الحل بالرسم البياني للبرمجة الخطية.....49
شكل 1-2 حالة تدنئة التكاليف..... 53
شكل 1-3 حالة وجود أكثر من حل أمثل واحد.....54
شكل 1-4 حالة القيد الزائد عن الحاجة.....56
شكل 1-5 حالة عدم وجود حل على الإطلاق. 57
شكل 2-1 الشبكة.....78
شكل 2-2 (Arête)الحرف.....78
شكل 2-3 درجة العقدة 79
شكل 2-4 المسار 79
شكل 2-5 السلسلة 80
شكل 2-6 الدارة.....80
شكل 2-7 العقدة.....80
شكل 2-8 الشجرة.....80
شكل 2-9 المصفوفة البولينية.....81
شكل 2-11 مصفوفةالسعة 82
شكل 2-12 مصفوفة المساقط.....83
شكل 2-13 مصفوفة الأقواس.....83
شكل 3-4 اختبار مثوليةالحل.....93
شكل 3-5 الحل الأمثل 94
شكل 4-3 المسار الأمثل.....99
شكل 5-1 الشجرة المثلى.....107
شكل 6-1 الهيكل التنظيمي لشركة سونطراك.....116
شكل 6-2 شبكة نقل البترول الرئيسية.....124

الملحق

جدول SIMPLEX

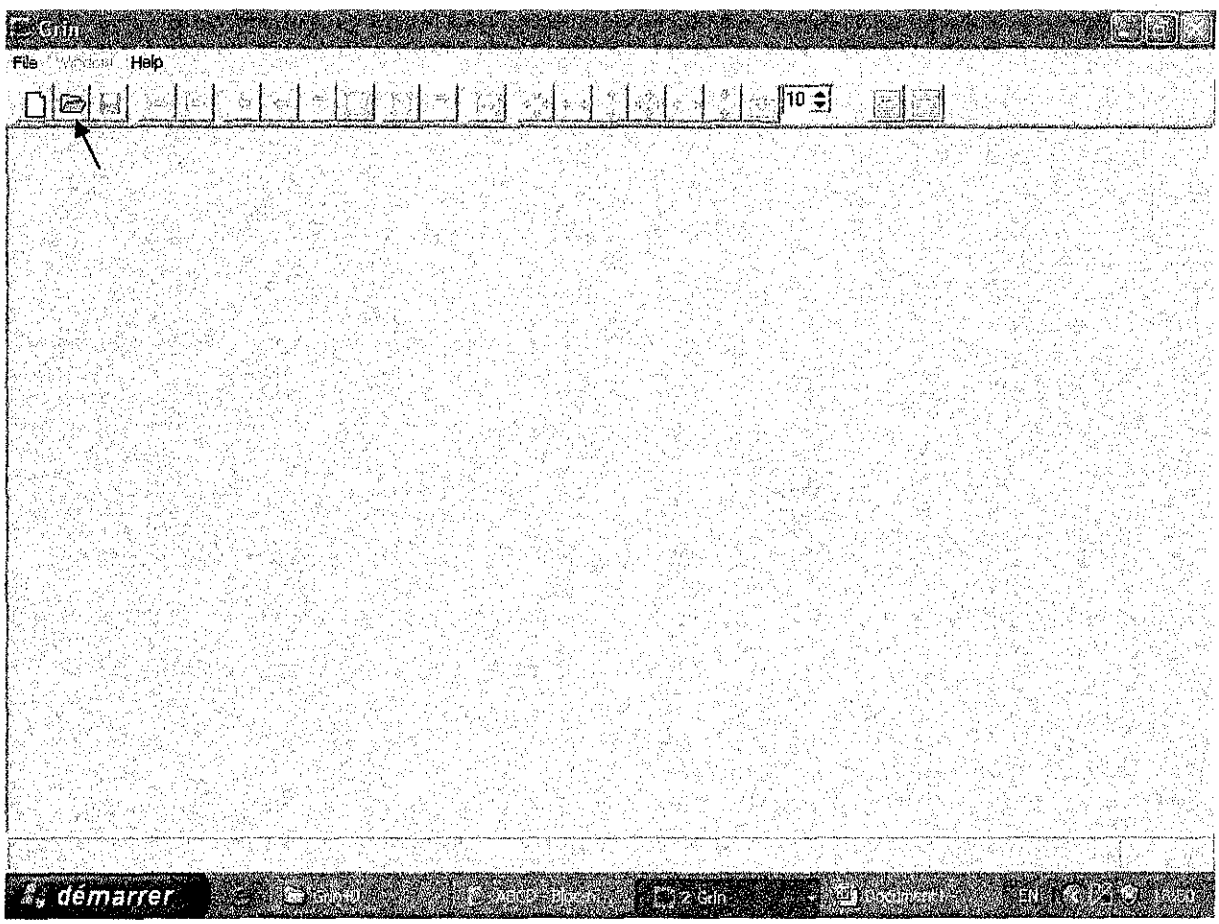
المتغيرات	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8		θ
x_4	1	1	1	1	0	0	0	0	120	120
x_5	0.07	0.3125	0.52	0	1	0	0	0	26	371.42
x_6	1	0	0	0	0	1	0	0	40	1
x_7	0	1	0	1	0	0	1	0	24	/
x_8	0	0	1	1	0	0	0	1	30	/
Z	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
x_4	0	1	1	1	0	1-	0	0	80	1
x_5	0	0.3125	0.52	0	1	0.07-	0	0	23.2	74.24
x_1	1	0	0	0	0	1	0	0	40	/
x_7	0	1	0	1	0	0	1	0	24	24
x_8	0	0	1	0	0	0	0	1	30	/
Z	0	1	1	0	0	1-	0	0	40-	
x_4	0	0	1	1	0	1-	1-	0	56	56
x_5	0	0	0.52	0	1	0.07-	0.3125-	0	15.7	30.19
x_1	1	0	0	0	0	1	1-	0	40	/
x_2	0	1	0	1	0	0	1	0	24	/
x_8	0	0	1	0	0	0	0	1	30	30
Z	0	0	1	0	0	1-	1-	0	64-	
x_4	0	0	0	1	0	1-	1-	1-	26	26
x_5	0	0	0	0	1	0.07-	0.3125-	0.52-	0.1	0.1
x_1	1	0	0	0	0	1	1-	0	40	40
x_2	0	1	0	0	0	0	1	0	24	24
x_3	0	0	1	0	0	0	0	1	30	30
Z	0	0	0	0	0	1-	1-	1-	94-	

شكل 4-6

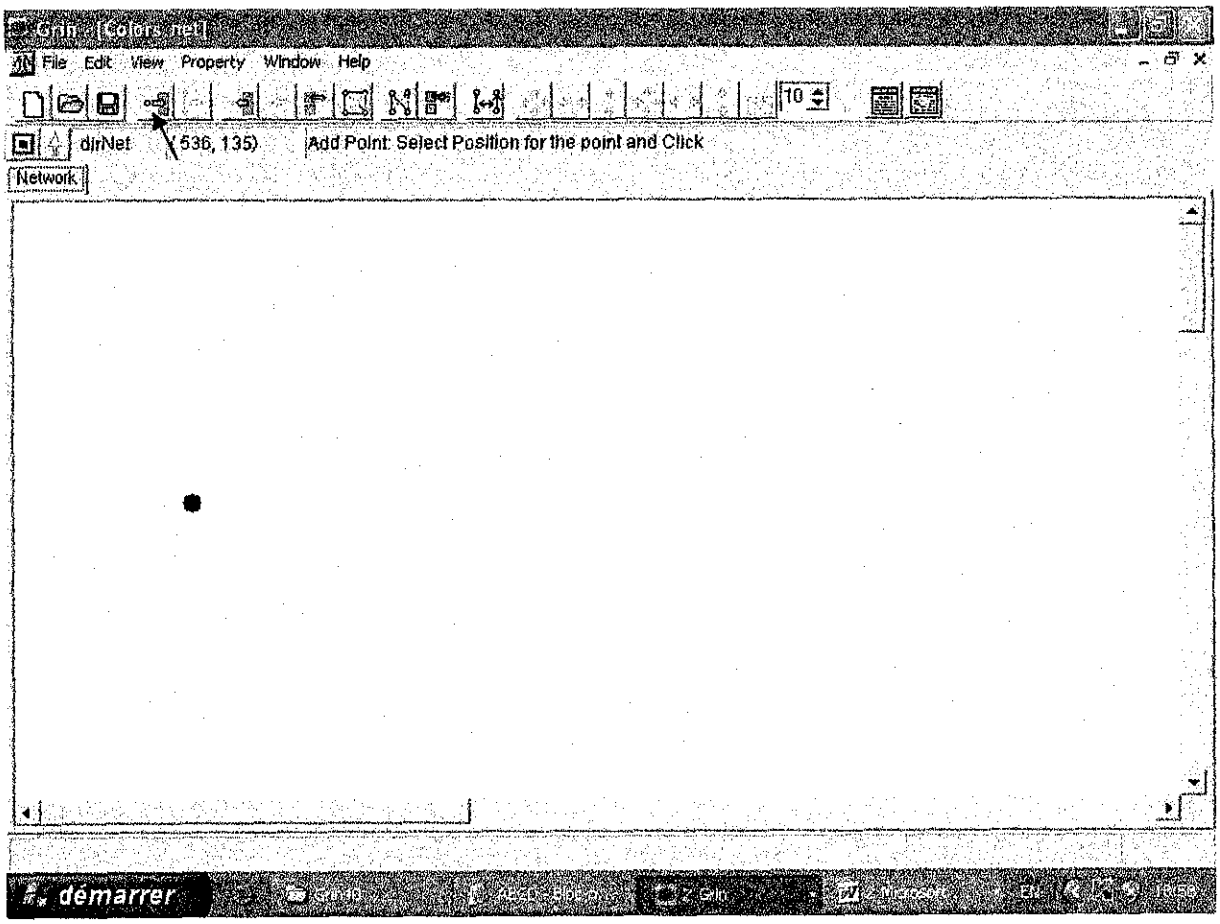


الحل الأمثل

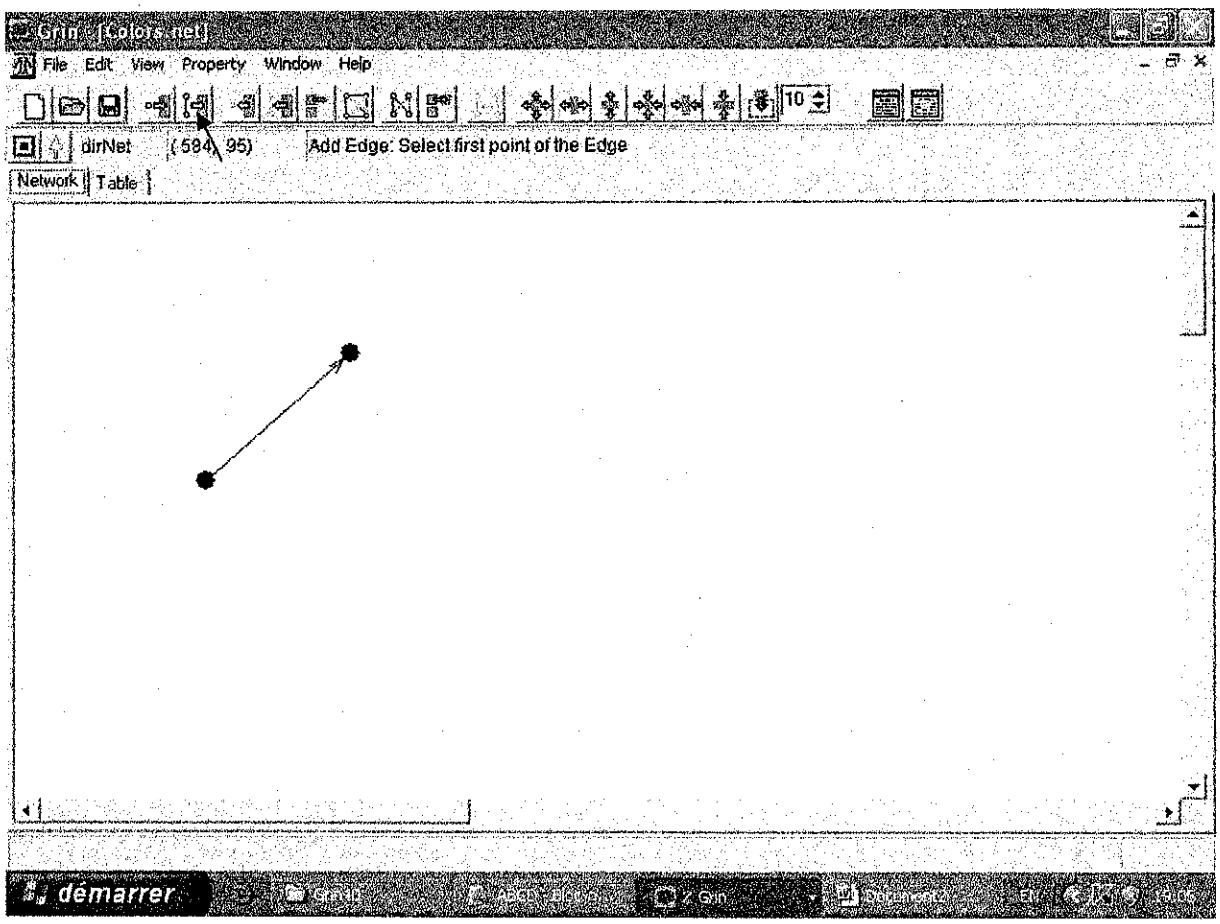
الوحدة 1000طن



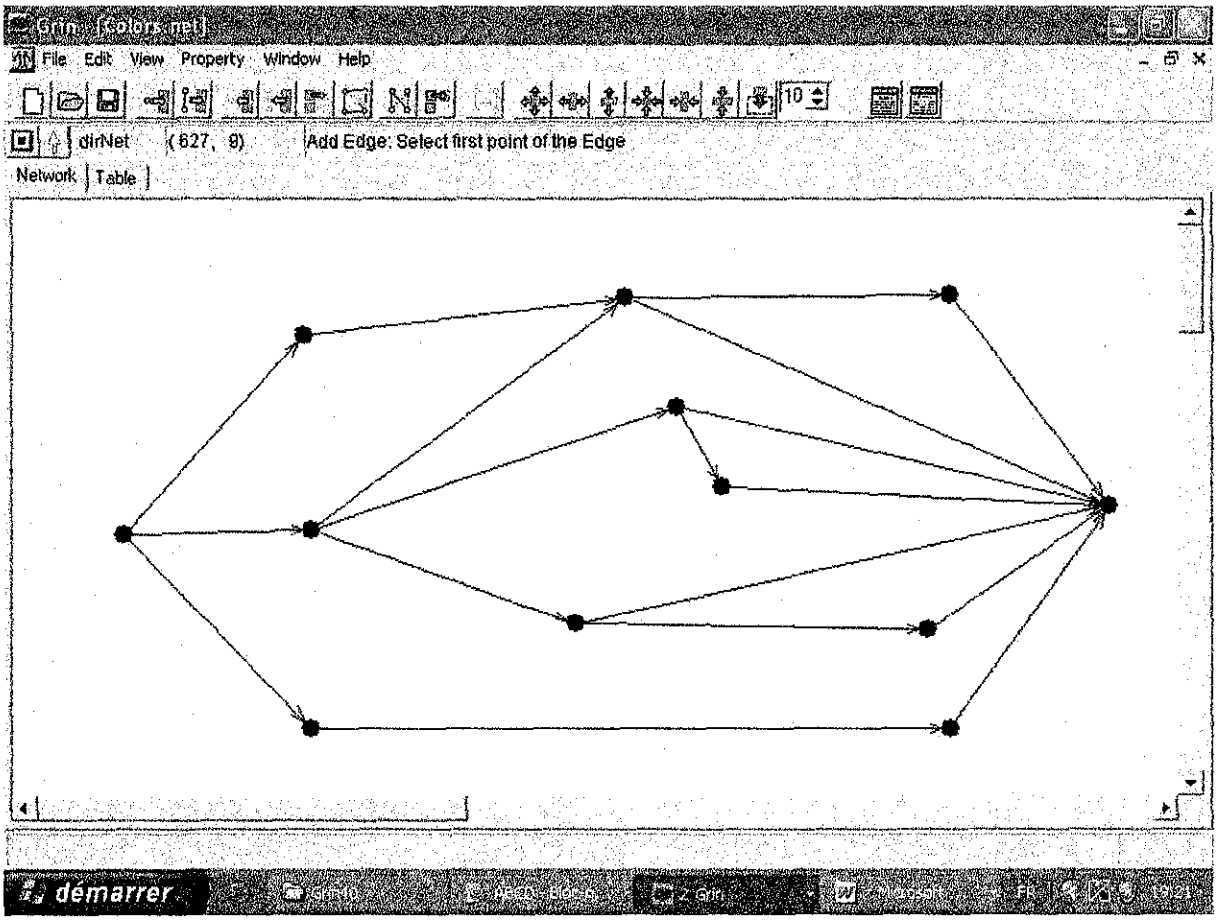
بعد فتح البرنامج اضغط علىopenحسب السهم أعلاه ثم اضغط على Colors,net كما في الصفحة الموالية



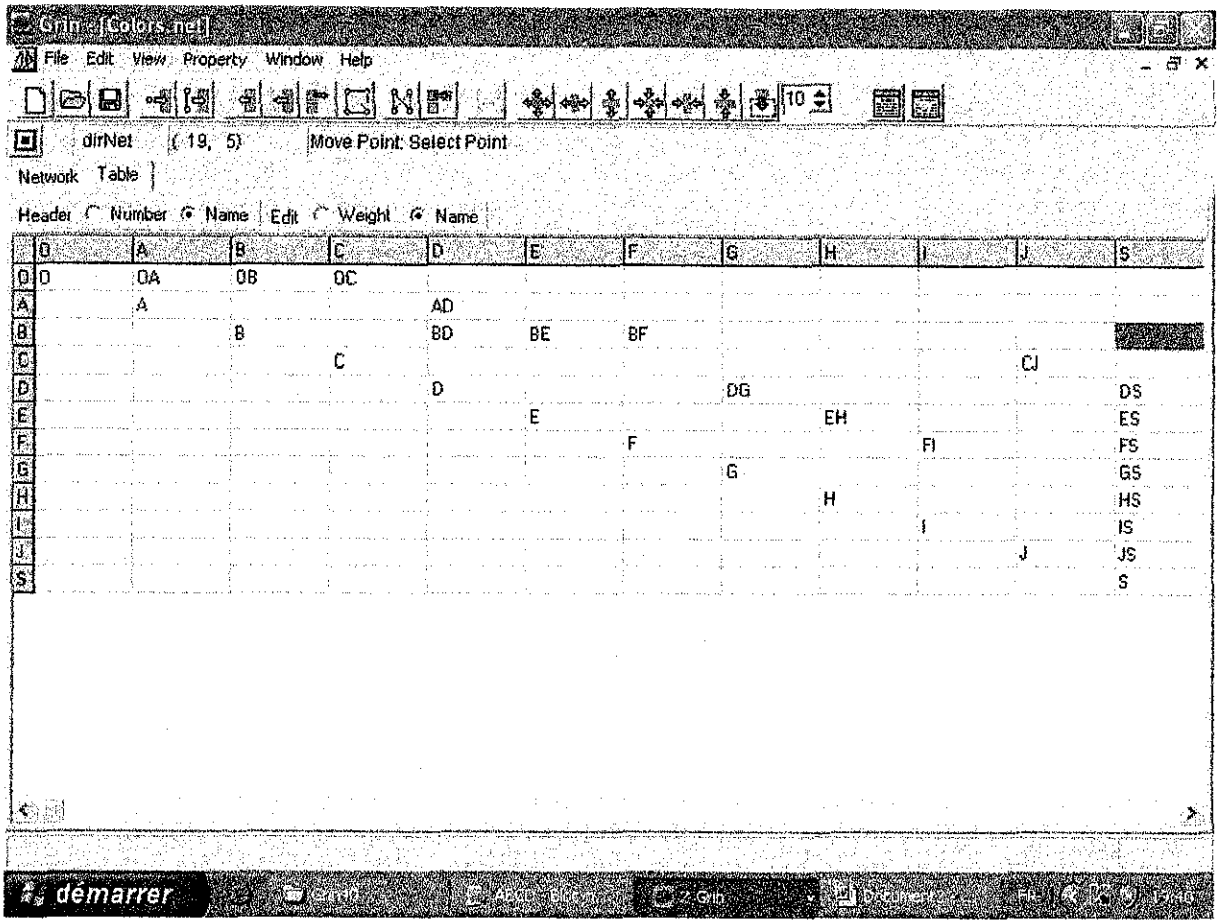
بعد فتحColors,net نضغط علىAdd,point كما في الشكل وذلك لرسم النقاط أو العقد وذلك حسب السهم أعلاه



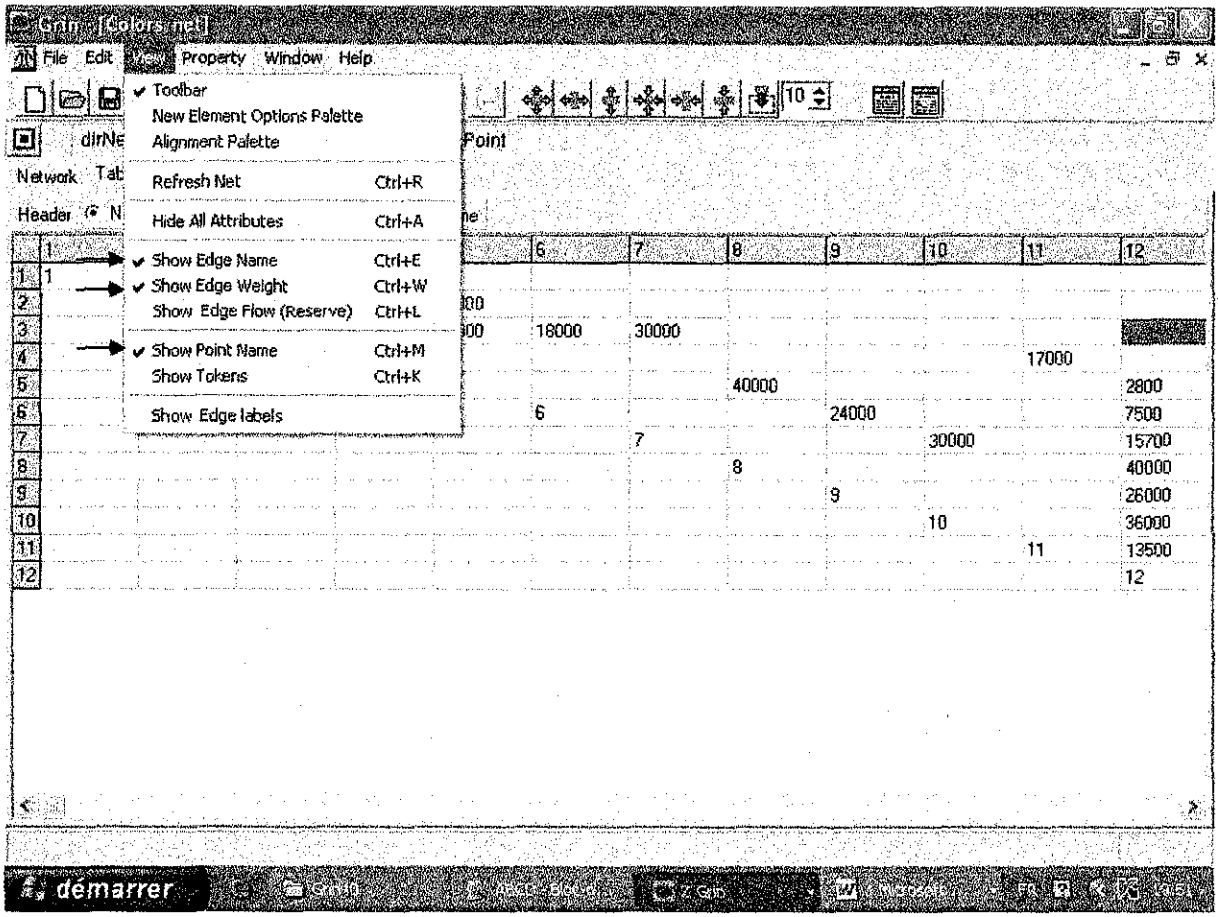
من أجل رسم سهم أو رابط بين نقطتين، نضغط علىAdd,Edge ثم نضغط في الشكل على النقطتين اللتين يتم الربط بينهما وذلك حسب السهم أعلاه



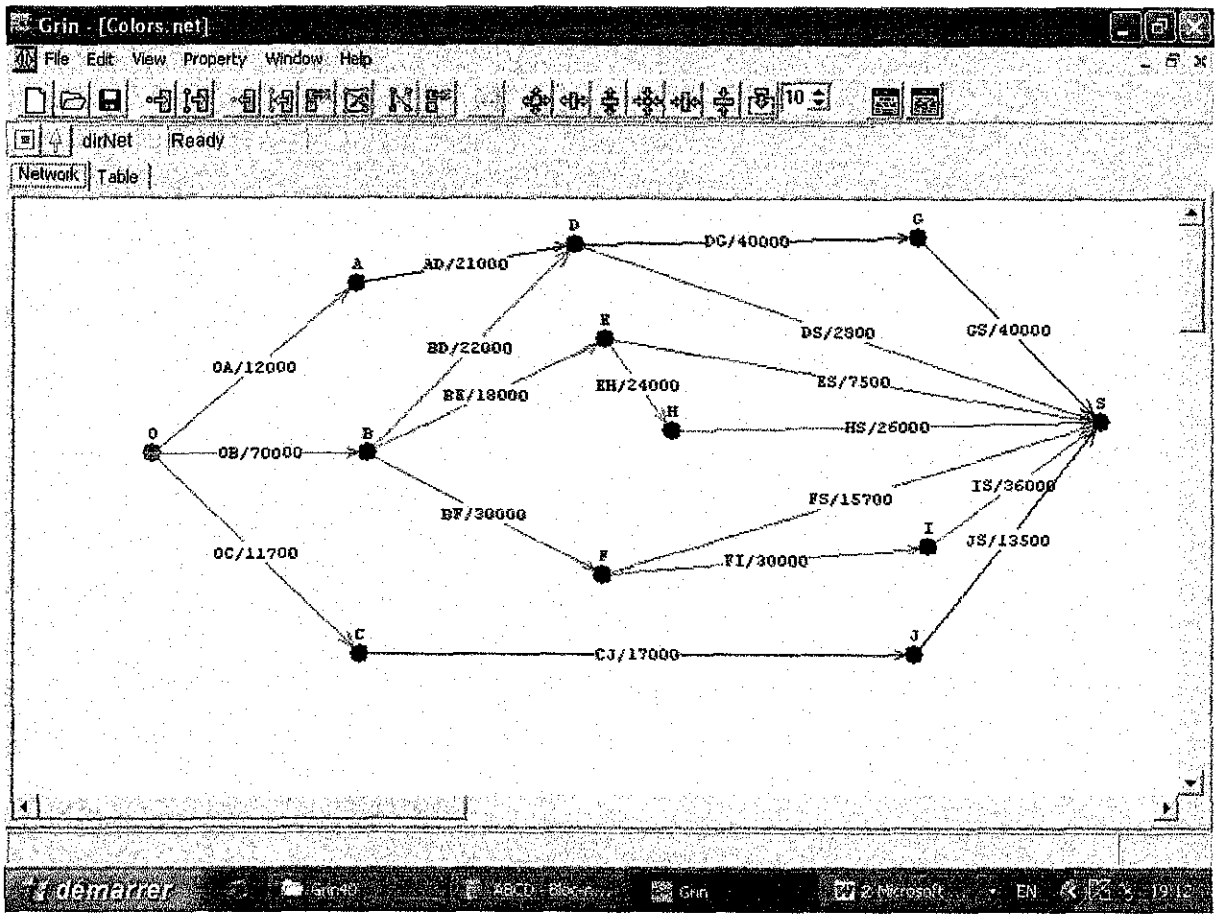
بعد تطبيق الخطوات السابقة نتحصل على الشكل أعلاه



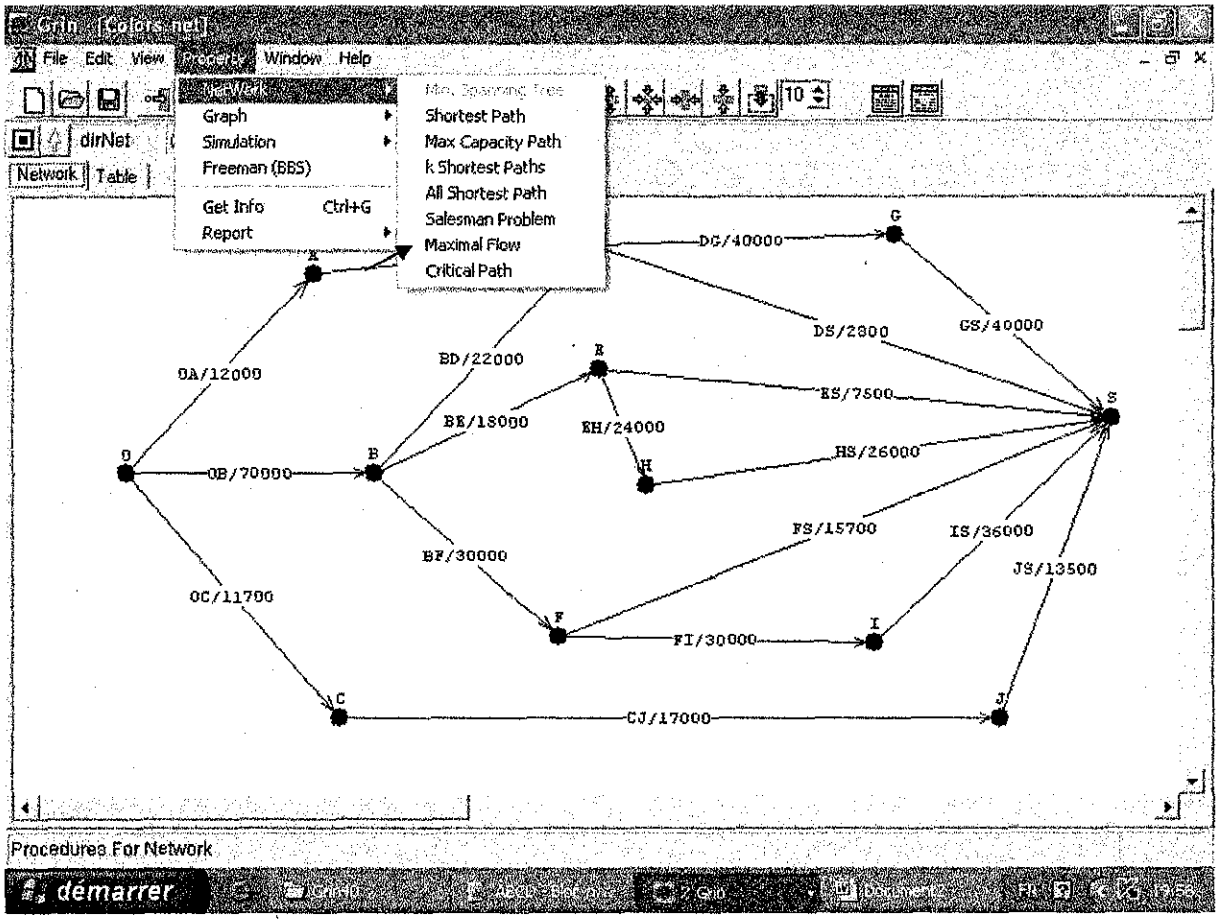
لتسمية النقاط والروابط نضغط علىTable ونكتب في كل خانة الرمز المناسب(الحرف)



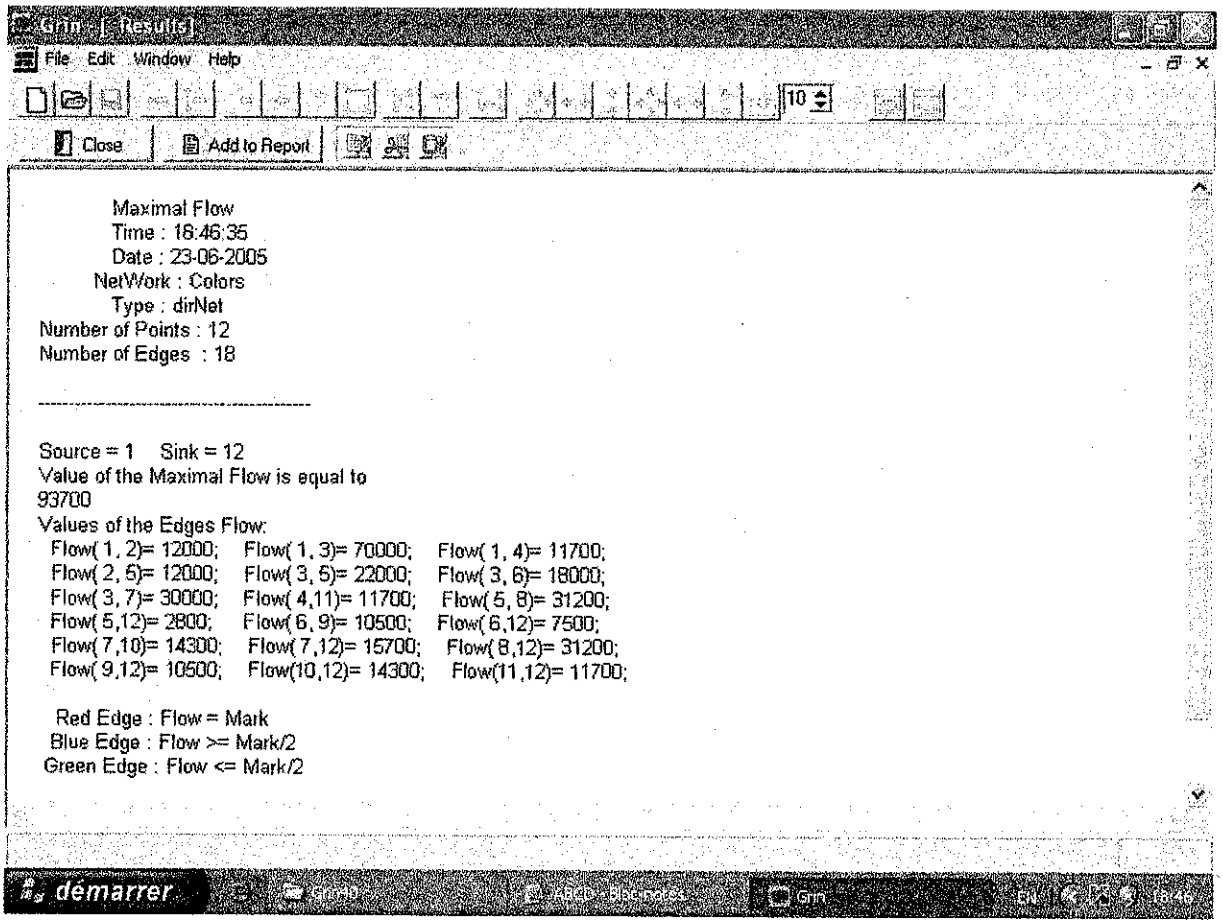
بينما لتبيان قيم الجدول في الشبكة نضغط على View ثم نضغط حسب الأسهم أعلاه



بعد تطبيق الخطوات السابقة نتحصل على الشكل أعلاه والذي يبين مختلف تدفقات ونقاط الشبكة



لتحديد التدفق الأعظمي نتبع الخطوات الموجودة في الشكل


Grin - [Results]
File Edit Window Help
Close
Add to Report
Maximal Flow
Time : 18:46:35
Date : 23-06-2005
NetWork : Colors
Type : dirNet
Number of Points : 12
Number of Edges : 18
Source = 1 Sink = 12
Value of the Maximal Flow is equal to
93700
Values of the Edges Flow:
Flow(1, 2)= 12000; Flow(1, 3)= 70000; Flow(1, 4)= 11700;
Flow(2, 5)= 12000; Flow(3, 5)= 22000; Flow(3, 6)= 18000;
Flow(3, 7)= 30000; Flow(4,11)= 11700; Flow(5, 8)= 31200;
Flow(5,12)= 2800; Flow(6, 9)= 10500; Flow(6,12)= 7500;
Flow(7,10)= 14300; Flow(7,12)= 15700; Flow(8,12)= 31200;
Flow(9,12)= 10500; Flow(10,12)= 14300; Flow(11,12)= 11700;
Red Edge : Flow = Mark
Blue Edge : Flow >= Mark/2
Green Edge : Flow <= Mark/2
démarrer
Grin