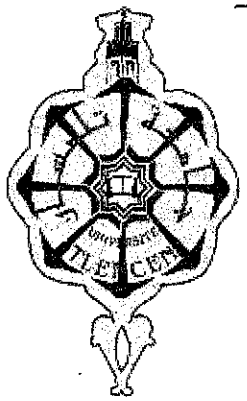
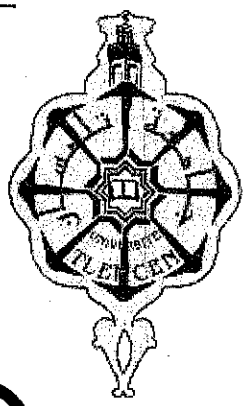
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أبو بكر بلقايد * تلمسان *
كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية





رسالة لنيل درجة الماجستير

تخصص: بحوث العمليات وتسيير المؤسسة

الموضوع:

تحديد مثولية شبكة الإنتاج والتوزيع

من إعداد الطالبة:
سرير أمينة

تحت إشراف الأستاذ البروفيسور:
بلمقدم مصطفى

أعضاء لجنة المناقشة:

د.بندي عبد الله عبد السلام:أستاذ التعليم العالي(جامعة تلمسان)....رئيسا

د بلمقدم مصطفى: أستاذ التعليم العالي (جامعة تلمسان).....مشرفا

د. ساهل سيدي محمد: أستاذ محاضر (جامعة تلمسان).....ممتحنا

د. طويل أحمد: أستاذ محاضر (جامعة تلمسان).....ممتحنا

د. بطاهر سمير: أستاذ محاضر (جامعة تلمسان).....ممتحنا

السنة الجامعية 2008/2007

تشكرات

بعد الشكر لله على ما وهبني من عقل وحسن تدبير لا يفوتني أن أنوه بكل من كان له الفضل و المساهمة من قريب أو من بعيد في إنجاز هذا العمل وأتقدم إليهم بجزيل الشكر وعرفان بالجميل على ما قدموه لي من معونة ونصح.

ممن كان له الوقع الحسن في قلبي أذكر:

- الأستاذ المؤطر البروفيسور **بلمقدم مصطفى.**
- السادة أعضاء اللجنة لقبولهم مناقشة هذا العمل المتواضع.
- السيد حساين أحمد الذي أمدني بالعون ولم يبخل علي بمجهوداته.
- السيد سرير عبد الصمد متمنية له كل التوفيق و النجاح.

الحمد لله من قبل ومن بعد، فهو ولي كل توفيق...

* محتـــويـات الفهـــرس *

مقـــدمـــة عـامّـــة .

* القسـم النظـــري :

الفصـل الأول : المفاهيم الأساسيّة للإنتاج و التوزيع

مقـــدّمـــة 01

المبحث الأوّل : المبادئ الأساسيّة للإنتاج 02

المطلب الأوّل : المبادئ الأساسيّة الإنتاج 02

1- تعريف الإنتاج 02

2- أهداف الإنتاج 02

أ- جودة المنتج 02

ب- آجال التصنيع 03

ج- التكاليف 03

ت- أنواع التكاليف 03

3- أنواع الإنتاج :..... 05

- أوّلا : تبعا لدرجة إنجازه في الوحدة الإنتاجيّة 05

- ثانيا : تبعا لدوره في القطاع الصناعي أو الاقتصاد الوطني 05

- ثالثا : درجة الأهميّة في نشاط المؤسسّة الإنتاجيّة 06

4- دورة الإنتاج 06

المطلب الثاني : النظام الإنتاجي ، تخطيط و مراقبة الإنتاج..... 08

الفرع الأوّل : النظام الإنتاجي 08

1- مفاهيم أساسيّة 08

أ – النظام 08

ب- النظام الإنتاجي 08

2- نموذج النظام الإنتاجي..... 10

الفرع الثاني : تخطيط و مراقبة الإنتاج 11

1- مفهوم التخطيط 11

2- تخطيط الإنتاج 11

3- إستراتيجيّات تخطيط الإنتاج 12

4- أنواع تخطيط الإنتاج وفق الأساس الزمني 12

5- المراقبة على الإنتاج 13

• أهداف وظيفة تخطيط و مراقبة الإنتاج 13

المبحث الثاني : سياسات التوزيع 14
تمهيد 14
المطلب الأوّل : المبادئ الأساسيّة للتوزيع 15
1- تعريف التوزيع 15
2- أهميّة التوزيع 15
3- أهداف التوزيع 16
4- فعاليّة التوزيع 16

المطلب الثاني : إستراتيجيّات التوزيع 17
أوّلا : إستراتيجيّات التوزيع 17
- متجر التجزئة التابعة للمنتج 17
- الطواف بمنازل المستهلكين و مكاتب المشترين الصناعيين..... 17
- البيع بالبريد..... 18
- البيع الآلي 18
ثانيا : إستراتيجيّات التوزيع غير المباشر 18
- التوزيع الشامل 18
- التوزيع الانتقائي..... 19
- التوزيع الوحيد 19

المبحث الثالث : نظريّة إتخاذ القرار في التسيير 21
مقدمة 21
المطلب الأوّل : مفهوم إتخاذ القرار 22
1- تعريف القرار 22
2- أنواع القرارات..... 23
أوّلا : التصنيف القانوني 23
ثانيا : التصنيف الشكلي 23
ثالثا : بنية القرار الإداري 24

المطلب الثاني : إتخاذ القرار في مجالي الإنتاج و التوزيع... 27
أوّلا : مراحل عمليّة إتخاذ القرار 27
ثانيا : قرارات الإنتاج 27
ثالثا : قرارات التوزيع 28

* الفصل الثاني : طرق تحديد مثولية الشبكة.
مقدمة 30
* المبحث الأوّل : البرمجة الخطيّة..... 33

- المطلب الأوّل : مفهوم البرمجة الخطيّة 33
1- مفاهيم أساسيّة..... 33
أ- النمذجة..... 33
ب – النمذجة الرياضيّة..... 33
ج – الدالة الاقتصادية..... 34
2- تعريف البرمجة الخطيّة..... 34
3- خصائص البرمجة الخطيّة..... 36
4- استخدامات البرمجة الخطيّة..... 36

- المطلب الثاني: حلّ نموذج البرمجة الخطيّة..... 38
* الفرع الأوّل : بناء نموذج البرمجة الخطيّة 38
أ- حالة التعظيم..... 38
ب- حالة التدنئة..... 40
- أمثلة عن نماذج البرمجة الخطيّة..... 42
- مسائل تخطيط الإنتاج..... 42
- تنظيم النقل..... 42
- توزيع نفقات الإنتاج..... 43
- توزيع السّلع..... 43
* الفرع الثاني : حلّ نموذج البرمجة الخطيّة 45
- أوّلا: الحلّ البياني (أهمّ الخطوات + مثال) 45
- ثانيا: * الطريقة المبسّطة (أهمّ الخطوات + مثال) 49
* المتغيّرات الاصطناعية..... 53
- طريقة M الكبرى..... 54
- طريقة المرحلتين..... 56
- ثالثا: برنامج Lindo 58
حالات خاصّة في البرمجة الخطيّة..... 60
أ – الإحلال..... 60
ب – تعدد الحلول المثلى 62
ج – منطقة الحلول غير محدودة..... 63
د – عدم توفر الحلّ..... 64
ملخص مخطط أنواع حلول البرمجة الخطيّة..... 65
حالات القصور في البرمجة الخطيّة 66

* المبحث الثاني : نظريّة الشبكات 67
- المطلب الأوّل : مفاهيم أساسيّة في نظريّة الشبكات 68
1 – تعريف الشبكة 68
2- التقديم المصفوفي للشبكة 70
أوّلا : المصفوفة البولونيّة 70
ثانيا : مصفوفة السعة 72
ثالثا : مصفوفة المساقط للشبكة الموجهة 73
رابعا : مصفوفة الأقواس 74
3- تقديم الشبكة على شكل جداول 74
4- بعض العمليّات على الشبكات 75
1- وصل شبكتين منفصلتين 75
2- الشبكة الجزئيّة 75
3- الشبكة التحتيّة 76
4- الشبكة المختزلة 76
- المطلب الثاني : الأمثليّة في نظريّة الشبكات 77
* الفرع الأوّل : نظريّة المسارات المثلى 77
أوّلا : خوارزميّة فورد 77
أ – البحث عن أقصر مسار 77
ب - البحث عن أطول مسار 83
ثانيا : طريقة الفحص التتابعي 88
أ – البحث عن أقصر مسار 88
ب – البحث عن أطول مسار 90
ثالثا : طرقة المصفوفات 93
* الفرع الثاني : نظريّة التدفق الأعظمي 102
- خوارزميّة فورد فولكرسن 102
خوارزميّة الحلّ 102
1- رسم البيان 102
2- البحث عن أمثل تدفق 103
- قاعدة كورشوف 103
3- إختبار الحلّ و تحسينه 107
* الفرع الثالث : نظريّة الشجرة المثلى 110
أوّلا : حالة الشجرة الدنيا 111
أ – خوارزميّة كريسكال 111
ب – خوارزميّة سولان 113

ثانيا : حالة الشجرة العظمى 114
أ – خوارزميّة كريسكال 115
ب – خوارزميّة سولان 115

* المبحث الثالث : البرمجة بالأهداف" Goal Programming "... 121

مقدمة 121
- المطلب الأوّل : ماهية نموذج البرمجة بالأهداف 122
1- تعريف البرمجة بالأهداف 122
2- إستخدامات البرمجة بالأهداف 122
3- المقارنة بين البرمجة بالأهداف و البرمجة الخطيّة 123
4- صياغة نموذج البرمجة بالأهداف 124
- مثال توضيحي 126

- المطلب الثاني : متغيّرات نموذج البرمجة بالأهداف 129
أوّلا : النموذج العادي (البرمجة بالأهداف العادية) 129
ثانيا : البرمجة بالأهداف المرجحة " Goal Programming pondère" 131
ثالثا : البرمجة بالأهداف المعجمي "Lexicographique Goal Programming "..135
رابعا: البرمجة بالأهداف بتدنيّة أعظم إنحراف " Goal Min Max " 141
خامسا: البرمجة بالأهداف الكمبرومازيّة "Compromise Goal Programming" 141

- المطلب الثالث : حالات القصور في البرمجة بالأهداف وطرق التغلب عليها 144

مقدمة 144
* الفرع الأوّل : إمكانيّة الحصول على الحلّ غير الفعّال 145
طرق التغلب على الحلّ غير الفعّال 145
أوّلا : طريقة " HANNAN " 146
ثانيا : طريقة النقطة المرجعيّة 146
ثالثا : طريقة " Reenes , Hedin " 147
رابعا : طريقة " Tamiz , Jones " 147
* الفرع الثاني : وحدات القياس المتعلّقة بالأهداف 148
- مثال توضيحي 148
- طرق توحيد موحدات القياس 150
أوّلا : طريقة التوحيد الإقليدي 150
ثانيا : طريقة التوحيد النسبي المئوي 151
ثالثا : طريقة التوحيد صفر- واحد 151
رابعا: طريقة التوحيد باستخدام الانحرافات النسبيّة 152

* القسم التطبيقي :

دراسة حالة على مستوى شركة " ALZINC "

مقدمة 156

* المبحث الأوّل : تقديم المؤسسّة 157

1- موقع المؤسسّة 157

2- دوافع إختيار الموقع 157

3- أهداف المؤسسّة 157

4- المسار التسلسلي الذي عرفته المؤسسّة 158

5- عدد العمال 158

6- الإمكانيّات الماديّة للمؤسسّة 160

7- الإمكانيّات التقنيّة 161

* المبحث الثاني : الإنتاج و التوزيع في المؤسسّة 162

- المطلب الأوّل : الإنتاج في المؤسسّة 162

1- منتوجات " Alzinc " 163

2- الطريقة الإنتاجيّة 164

أهمّ الإستثمارات للتقليل من الأضرار 165

- المطلب الثاني : التوزيع في مؤسسّة " Alzinc " 167

1- نشاط التوزيع في المؤسسّة 167

2- الوسائل المستعملة في التّوزيع 168

3- مزايا عمليّة التوزيع في " Alzinc " 169

4- أهمّ الشركات المتعاملة معها 169

* المبحث الثالث : إستخدام نموذج البرمجة بالأهداف كأسلوب رياضي للوصول إلى المثوليّة 171

أوّلا : الهدف من الدّراسة 171

ثانيا : الأهداف التي تسعى " Alzinc " لتحقيقها من خلال الخطّة الإنتاجيّة 171

ثالثا : صياغة المسألة على شكل نموذج البرمجة بالأهداف 172

1- تحديد متغيّرات القرار للنموذج الرياضي 172

2- قيود الموارد المتاحة 172

3- قيود الأهداف 174

رابعا : الصياغة الرياضيّة للنموذج الرياضي على شكل البرمجة بالأهداف 178

* خلاصة القسم التطبيقي 180

* الخلاصة العامة 181

المقـــــدمة العـــــامة

يقاس تقدم الأمم بمستوى معيشة أفراده و مدى قدرتها على تحسينه والرفع منه، تعتمد في ذلك أساسا على قدرة منظماتها المختلفة على إشباع حاجات و رغبات مستهلكيها، بل إن قدرة الدولة في الحصول على مركز متقدم بين الدول يعتمد على مدى كفاءة هذه المنظمات المختلفة في الترويج بمنتجاتها إلى الأسواق العالمية والوصول إلى أبعد زبون ممكن وبأقل تكلفة ممكنة وبالجودة المطلوبة..

ولا يتأتى ذلك إلا بالاعتماد على فعاليات التنمية الاقتصادية والصناعية خصوصا بآفاقها الواسعة من خلال تحقيق أكبر استفادة من الموارد والطاقات.

وبنظرة فاحصة متأملة إلى الجزائر من حيث القوى البشرية ووفرة الأموال وما يوجد بها من ثروات طبيعية كافية نجد أن كل ذلك متوفر مما لا يدع مجالا للشك أو التراجع.

يعتبر النشاط الإنتاجي الدعامة الرئيسية التي تقوم عليها التنمية الاقتصادية والاجتماعية في العصر الحديث لأنه الوسيلة لاستغلال الثروة القومية.

وتتوق الجزائر كباقي البلدان العربية أو بالأحرى النامية إلى بناء نهضة صناعية بكل الامكانات وتحت شتى الظروف، وهذا لا يتأتى إلا عن طريق توافر وتطبيق جملة من السياسات والعمليات التي تهدف إلى الاستغلال الأمثل للموارد والامكانات و بالتالي رفع الإنتاجية للمؤسسة الاقتصادية مع الحفاظ على الجودة المطلوبة ثم التوزيع الأمثل لهذه المنتجات حتى تصل إلى أبعد ما يمكن وبأقل ما يمكن، فتصل المنتجات إلى مستهلكيها في الوقت المناسب وبالسعر المناسب وبالجودة المطلوبة، تستطيع المؤسسة الاقتصادية من خلال ذلك تحقيق أكبر الأرباح لمواجهة العقبات المستقبلية والمنافسة.

و لن تصل مؤسساتنا إلى هذا إلا عن طريق تحقيق التكامل بين نشاطها الداخلي و جميع التزاماتها بمحيطها الخارجي، وبطريقة تضمن لها التسيير الأمثل لمواردها المتاحة والمحدودة (البشرية، المادية، الزمنية..) حتى تتمكن من الوفاء بمتطلبات و رغبات جميع عملائها وزبائنها، كل هذا في سبيل الرفع من درجة فاعليتها على تحقيق جميع أهدافها وتحسين أدائها وتقوية مكانتها التنافسية.

ففي مجال الإنتاج والذي يعتبر جملة من العمليات التي تهدف من ورائها المؤسسة إلى خلق منتجات عن طريق استخدام وتحويل مجموعة من الموارد، يكون هدف مدير الإنتاج الأساسي فيها هو الوصول إلى تحقيق نظام إنتاجي فعّال من خلال الإنتاج بأقل قدر ممكن من المدخلات مع احترام الجودة المطلوبة والحفاظ عليها، ولا يتأتى هذا إلا من خلال عملية التخطيط الإنتاجي للمدى المتوسط تتضمن الكميات الواجب إنتاجها من كل منتوج من منتوجات المؤسسة، إضافة إلى ضبط الطاقات الإنتاجية السنوية اللازمة لإنتاج الكميات المطلوبة من كل منتوج والمتمثلة أساسا في عوامل الإنتاج من يد عاملة، المادة الأولية،...

بإتباع خطة إنتاجية سنوية مدروسة تصل المؤسسة إلى تحقيق جميع أهدافها في هذا المجال، لكن يبقى أمامها عبء توزيع هذه المنتجات إلى مستهلكيها، والتي يلزمها دراسة دقيقة هي الأخرى فالمسلك الذي يفصل المؤسسة عن مستهلكيها قد يكون صعبا و خاصا نوعا ما، الأمر الذي يدفع بالمؤسسة للجوء إلى الوسطاء وهذا ما يساعدها على التركيز أكثر فأكثر على مهمتها الأساسية المتمثلة في الإنتاج.

قد تضطر المؤسسة إلى البحث عن القنوات التوزيعية المناسبة لأهداف استراتيجياتها التسويقية، وهذا ما يعطي طابعا استراتيجيا للتوزيع وبالتالي يجب أن يحظى بأهمية بالغة وعلى المؤسسة أن تختار الاستراتيجية التوزيعية التي تتلاءم تماما مع الفرص المتاحة أمامها والتحديات التي

تواجهها، اختيار الأسلوب التوزيعي الذي يمكن المؤسسة من ضمان وصول منافع و فوائد المنتوج في الوقت والمكان، وبالكمية المناسبة حيث المستهلك والسوق المستهدف في ترقبها.

حتى تصل المؤسسة إلى أهدافها لابد من تحقيق الأهداف في كل من الإنتاج والتوزيع دفعة واحدة من خلال الربط بينهما ويمكن أن نسمي العلاقة التي تربط الإنتاج والتوزيع بشبكة الإنتاج والتوزيع، يمثل الإنتاج بأهدافه وموارده المتاحة مدخل هذه الشبكة، ويمثل التوزيع بأهدافه وقيوده مخرج الشبكة، كل هذا يجعل إيجاد ذلك الحل الأمثل الذي يحقق مثالية جميع الأهداف أمرا في غاية التعقيد وبالتالي فالإشكالية المطروحة هي:

ما هي الطريقة الناجعة التي يمكن أن تعتمد عليها المؤسسة حتى تصل إلى المثولية في شبكة الإنتاج والتوزيع؟

لمعالجة الإشكالية يمكن طرح التساؤلات التالية:

- هل تحقيق الأمثلية في شبكة الإنتاج والتوزيع يقتصر على تحقيقها في مجال الإنتاج باعتباره أهم نشاطات المؤسسة و يغني عن السعي لتحقيقها في مجال التوزيع ؟
- هل الربط بين مجالي الإنتاج والتوزيع وتحقيق أهدافهما دفعة واحدة تمكننا من الوصول إلى المثولية في شبكة الإنتاج والتوزيع؟
- ما هو الأسلوب الرياضي الأنجح الذي من شأنه حل هذا النوع من المسائل؟

الهدف من البحث:

إن الهدف هو الحالة أو الوضع الذي ترغب المنشأة في تحقيقه و الذي يتحدد عادة قبل البدء بالعمل، وهو الذي يحدد المسار أو الإتجاه الذي تتمحور حوله عمليات ونشاطات المؤسسة، و هو الذي يعطي لها المشروعية لدورها في السوق، فالمنشآت لا تعمل في فراغ و إنما في بيئة مجتمعية وضوابط بيئية سوقية. تحديد الهدف يساعد على التخطيط و التنسيق الداخلي للوحدة الاقتصادية الإدارية حيث ينظم وينسق النشاطات المتعددة للمنشأة، وتحديد الهدف على المستوى الكلي للمؤسسة يتضمن تحديد أهداف على مستوى النشاطات في المؤسسة والتي من أهمها نشاطات الإنتاج والتوزيع.

والهدف من هذه الدراسة هو البحث عن الأسلوب الرياضي المساعد على اتخاذ القرار والوصول للمثولية في شبكة الإنتاج والتوزيع لتحقيق الهدف الذي تسعى إليه المنشأة.

المنهج المستخدم في البحث:

إن الطابع الكمي المميز لإشكالية البحث جعلنا نعتمد على منهج التحليل الكمي الرياضي من خلال عرض أهم الأساليب الرياضية لبحوث العمليات باعتبارها من العلوم التطبيقية التي أحرزت تقدما كبيرا ومتسارعا في السنوات الأخيرة والتي تستخدم كأساس ومنهج في الدراسة والبحث.

خطة البحث:

تنقسم خطة البحث إلى قسمين قسم نظري و قسم تطبيقي.

القسم النظري مكون من فصلين, الفصل هو فصل تمهيدي خصص لإعطاء نظرة شاملة وفاحصة لأهم نشاطات المؤسسة المتمثلة في الإنتاج و التوزيع و أهم المفاهيم المتعلقة بها والمتمثلة في المبادىء الأساسية للإنتاج, النظام الانتاجي، تخطيط و مراقبة الإنتاج من جهة، ومن جهة أخرى المبادىء الأساسية للتوزيع، باعتباره نظاما يجب إدارته وتطويره في إطار

تطور المؤسسة والسوق، وأهم استراتيجيات التوزيع المتاحة أمام المؤسسة وعليها أن تختار الاستراتيجية التي تمكنها من الوصول إلى أهدافها.

ثم حاولنا إعطاء فكرة عامة حول نظرية اتخاذ القرار من خلال التطرق إلى عملية اتخاذ القرار في مجالي الإنتاج والتوزيع.

أما الفصل الثاني فيتضمن أهم الطرق المساعدة في الوصول إلى المثولية في كل من الإنتاج والتوزيع والتي تعتمد على المنطقية والموضوعية الرياضية في التحليل المتمثلة في طرق بحوث العمليات.

في البداية تنطلق من البرمجة الخطية باعتبارها الأسلوب الرياضي المصمم لغرض مساعدة المديرين للتوصل إلى التخصيص الأمثل للموارد المالية ويعتبر نموذج البرمجة الخطية أبسط وأسهل أنواع النماذج الرياضية، وسنتطرق إلى كيفية بناء نموذج البرمجة الخطية وإدراج طرق حل هذا النموذج والتي تتمثل أساسا في الحل البياني، طريقة الجداول (simplexe)، ونذكر حالات القصور في البرمجة الخطية.

نلقي الضوء على نظرية من أهم النظريات ذات الفعالية لحل الكثير من المسائل القرارية التي تدرسها بحوث العمليات وهي نظرية الشبكات la théorie des graphes أملا في تحقيق مثولية الشبكة وسنطرق إلى مختلف النظريات في هذا المجال ومن أهمها : نظريات المسارات المثلى (chemin optimaux) ، نظرية التدفق الأعظمي (les flots maximaux) ، نظرية الشجرة المثلى (l' arbre optimal).

وأخيرا سنتطرق إلى الأسلوب الرياضي الذي يستخدم في اتخاذ القرارات التسييرية ذات الطابع الكمي المتعدد الأهداف والمتمثل في نموذج البرمجة بالأهداف Goal Programming ونعرض نبذة مختصرة عنه تتضمن فكرة عامة لمقصوده ثم صياغته المعيارية ثم نتطرق إلى أهم متغيراته في الظرف التحديدية. وفي الأخير نطرح بعض النقائص والمشاكل التي تظهر على متغيرات نموذج البرمجة بالأهداف وبعض طرق معالجتها.

أما الجانب التطبيقي فنحول من خلال بحث مدى إمكانية استخدام الأسلوب الرياضي الأنجح للوصول إلى الأمثلية في شبكة الإنتاج والتوزيع على مستوى شركة التحليل الكهربائي للزنك ALZENG بالغزوات.

القسم النظري

الفصل الأوّل : المفاهيم الأساسيّة للإنتاج والتوزيع

الفصل الثاني: طرق تحديد مثولية الشبكة

الفصل الأول

المفاهيم الأساسيّة للإنتاج والتوزيع

مقدمة:

مما لاشك فيه أن محور النشاط الإنساني في مجمله هو عملية صنع القرارات ويشكل يومي في مجالات الحياة المختلفة، ومن أجل حل المشاكل التي تواجه المؤسسات الاقتصادية في الوقت الحاضر خاصة بعد التحولات والتطورات المذهلة التي عرفتها من حيث اتساع حجمها، وتنوع فروعها ومصالحها وزبائنها، و كثرة ارتباطاتها الداخلية والخارجية والتي أدت إلى تعقد عملية القرار في كل مجالات العمل في المؤسسة والتي يعتبر الإنتاج أهمها وكدا التوزيع. فالإنتاج يعتبر أحد أهم نشاطات المؤسسة والتي تسعى لتحقيقه بالجودة المطلوبة وبأقل التكاليف، وذلك لضمان وفاء الزبائن.

ولنفترض أن المؤسسة توصلت إلى قرارات ناجحة مكنتها من تحقيق الأهداف الموجودة في الإنتاج، تبقى إذن عملية توزيع المنتجات والتي تلعب الدور الأكبر في تحقيق أهداف المؤسسة بالشكل المطلوب المتمثلة في توفير السلع والمنتجات في الوقت المناسب والمكان المناسب وبالجودة المطلوبة.

تسعى المؤسسة إلى توزيع سلعها بأقل تكلفة ممكنة على أساس الوقت المستغرق والمسافة.

وبالتالي يعتبر كل من الإنتاج والتوزيع أهم نشاطات المؤسسة، واتخاذ القرارات السليمة في هدا المجال يعتبر سر نجاح أي مؤسسة حيث باعتباره القلب النابض للعملية التسييرية على مستوى المؤسسة والتي تضمن لها الدوام.

وسنتطرق في هذا الفصل إلى كل من نشاطي الإنتاج والتوزيع بشيء من التفصيل مبينين أهمية كل نشاط على مستوى المؤسسة.

المبحث الأول: عموميات عن الإنتاج

المطلب الأول: المبادئ الأساسية للإنتاج

1- تعريف الإنتاج:

"إن مهمة الإنتاج لا تستقر على مسمى بعينه حيث يختلف المسمى من موقع لأخر [1]...وقد يتخذ الإنتاج مفهوما ضيقا وشائعا وهو ما يكون في محيط الصناعة التحويلية والذي يؤدي إلى توفير السلع و المنتجات المصنوعة وقد يتسع مفهوم الإنتاج ليشمل توفير السلع وتقديم الخدمات".

ويمكن تعريف الإنتاج بأنه عملية تحويل مدخلات مادية معينة إلى مخرجات بهدف الاستهلاك المباشر أو غير المباشر[2].

إن الإنتاج هو مجموع الأنشطة والفعاليات المتعلقة بالعملية التكنولوجية التي يتم بمقتضاها إجراء تغيير أو تحويل شكل المادة إلى شكل أخر عن طريق تحويل المدخلات إلى مخرجات[3].

2- أهداف الإنتاج:

تسعى أي منشأة في عمليتها الإنتاجية إلى تحقيق جملة من الأهداف تتمثل أساسا في:

أ* جودة المنتج:

يتوقف معنى الجودة على طريقة النظر إليها يمكن أن نميز بين ثلاث وجهات نظر مختلفة[4]:

1- جودة التصميم:

يتم تحديدها عند تصميم المنتج لذا سميت جودة التصميم، وهي بعض الخصائص المعينة الملموسة وغير الملموسة في تصميم المنتج أو الخدمة، وقد تأخذ الجودة المرتفعة في التصميم شكل استخدام مادة خام أفضل كاستخدام الجلد الطبيعي بدلا من الجلد الصناعي في صناعة الأحذية.، كذلك الجودة المتميزة قد تعني الاعتماد على طريقة إنتاج أفضل لتحقيق دقة أكبر ومظهر أفضل للسلعة.

2- جودة الأداء:

وهي ترتبط بشكل مباشر بقدرة السلعة على القيام بالوظيفة المتوقعة منها وهو ما اصطلح على تسميته بدرجة إعتيادية و يقصد قدرة السلعة على الأداء المرضي تحت ظروف التشغيل العادية ولمدة معينة، عادة ما تكون جودة الأداء محكومة بجودة التصميم

---

[1] : جاسم مجيد، التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية،مؤسسات شباب الجامعة-الإسكندرية-2004. ص90

[2] : سعيد أوكيل، وظائف ونشاطات المؤسسة الصناعية-الديوان الوطني- 1992. ص 8

[3] :عبد الستار محمد علي، إدارة الإنتاج و العمليات،ص 24

[4] : محمد توفيق الماضي، إدارة الإنتاج و العمليات-الدار الجامعية-الإسكندرية،ص 371

3- جودة الإنتاج:

على الرغم من أن جودة الأداء والتصميم تعتبران هدفا تسعى المؤسسة إلى تحقيقه أثناء العملية الإنتاجية إلا أنه قد يصعب من الناحية العملية تحقق كل منهما بشكل كامل، وجودة الإنتاج هي الجودة الناتجة عن ظروف الإنتاج الفعلية، وتتوقف على مدى تلاؤم التصميم مع القدرات التكنولوجية المتاحة في العملية الإنتاجية لدى المنشأة.

إن التطابق الجيد بين قدرات العملية الإنتاجية ومجموعة المواصفات الموضوعة للمنتج قد تؤدي إلى جودة مطابقة ممتازة على الرغم من أن المواصفات الموضوعة للمنتج تكون أصلا في مستوى متوسط.

ب*آجال التصنيع:

تعني في معظم الأحيان آجال التسليم للزبائن، حيث تعتبر خدمة الزبون مقياسا تجاريا من الدرجة الأولى [1].

تعني آجال التصنيع أيضا القدرة على التلبية السريعة لطلب الزبون.

إن هذه الآجال مرتبطة بعدة عوامل منها:

- تموين وحدات التصنيع.
- وقت الانتقال من مرحلة التصميم إلى مرحلة التصنيع في حالة منتوج جديد.
- التنظيم العام وتقنيات الإنتاج المستعملة التي تحدد إنتاجية المؤسسة.

ج*التكاليف:

إن التكلفة والإنتاج عنصران مرتبطان [2] ،حيث أن الإنتاج الصناعي التحويلي هو خلق السلع و الخدمات من خلال عملية تحويل تجرى لمستلزمات الإنتاج والتي تضم مواد خام وسلع نصف مصنعة وسلع تامة الصنع وذلك بمساعدة عوامل الإنتاج مثل: رأس المال، العمل...الخ. وأن القيمة النقدية لكل هذه المستلزمات تسمى " تكاليف الإنتاج".

تلعب التكاليف دورا مهما في اتخاذ القرارات الاستثمارية والإنتاجية والتسويقية، لأنها تمثل الجانب المقابل للإيرادات وأي زيادة في التكاليف تؤدي إلى انخفاض الأرباح.

الأرباح = الإيرادات – التكاليف

إن من أهم أهداف المؤسسة تخفيض التكاليف لأنها تعتبر المؤشر عن مستوى كفاءة الإنتاج، كما أنها عنصر مهم له التأثير في تحديد أسعار المنتجات وبالتالي مستوى الأرباح.

*** أنواع التكاليف**

يمكن تلخيصها في ما يلي [3]:

I / التكاليف المحاسبية والتكاليف الاقتصادية:

أ* التكاليف المحاسبية:

هي إنفاق فعلي لشراء مستلزمات الإنتاج وهي تسجل في السجلات العائدة للمؤسسة.

---

[1] : GILLES BRESSY, CHRISTIAN KONKYNT "ECONOMIC DENTREPRISE " 7EME EDITION-2004-P163

[2] : مدحت القريشي" الاقتصاد الصناعي" دار وائل للنشر-الطبعة الثانية-2005- ص159-160

[3] : مدحت القريشي، نفس المرجع- ص 161

ب*التكاليف الاقتصادية:

تمثل تكلفة الفرصة المهملة حيث تمثل التضحية بعوائد البدائل التي تم الاستغناء عنها بسبب إنتاج السلعة المعنية.

مثال:إذا كانت عوائد المؤسسة محدودة ولا تكفي لإنتاج السلعتين A , B معا فقررت المؤسسة إنتاج إحداهما فقط مثلا A فإنها سوف تضحي بالسلعة B

B ← البديل المضحى به، وبهذا فإن تكلفة إنتاج السلعة B تمثل تكلفة الفرصة المهملة.

الفرق بين التكلفتين يتمثل في نوع التضحية التي تتحملها المؤسسة.

II / التكاليف التاريخية والتكاليف الاستبدالية:

أ* التكاليف التاريخية:

للأصل الثابت هي مقدار الإنفاق الذي تم عند شراء ذلك الأصل، إن معظم الحسابات المالية للأصول تجرى بواسطة هذه التكاليف، وتسمى أيضا القيمة الدفترية أي القيمة التي سجلت في سجلات المنشأة عند الشراء.

إن هذه القيمة لا تمثل القيمة الحقيقية للأصول في الوقت الحالي بسبب التغيرات الكبيرة الحاصلة في الأسعار.

ب*التكاليف الاستبدالية:

تمثل مقدار الإنفاق الذي تتحمله المنشأة عند قيامها بشراء ذلك الأصل في هذا اليوم.

الفرق بين التكلفتين ينتج عن التغيرات الحاصلة في الأسعار خلال الفترة الزمنية

III / التكاليف الخاصة والتكاليف الاجتماعية:

أ* التكاليف الخاصة:

هي التكاليف التي تتحملها المؤسسة ذاتها من جراء العملية الإنتاجية

ب*التكاليف الاجتماعية:

وهي التكاليف التي يمثلها المجتمع ككل، وتمثل معظم التكاليف مضافا إليها الأضرار التي تنجم عن نشاط المؤسسة بالنسبة للمجتمع مثلا تلويث الجو.

IV / التكاليف المادية والتكاليف النقدية:

أ* التكاليف المادية:

تشير إلى كمية السلع و الخدمات المستخدمة في عملية الإنتاج وتقاس بالوحدات المادية.

ب* التكاليف النقدية:

تمثل قيمة السلع والخدمات الداخلة في عملية إنتاج السلع النهائية، ونحصل على قيمة هذه التكاليف من خلال ضرب كمية السلع في أسعارها.

V / التكاليف قصيرة الأمد والتكاليف طويلة الأمد:

أ* التكاليف قصيرة الأمد:

الأمد القصير في الاقتصاد هو الفترة التي لا تسمح بتغيير أحد عوامل الإنتاج (على الأقل) مثل الآلات و المعدات، بقية العوامل مثل العمل والمواد الخام فهي تتغير مع تغير حجم الإنتاج.

إن التكاليف الإجمالية في هذه الفترة تشمل نوعين من التكاليف:

2- الإنتاج الوسيط: هو الإنتاج الذي ينتج لغرض استخدامه في إنتاج سلع ومنتجات أخرى، ولا يمكن استهلاكه بشكل مباشر، مثلا: الجلود في صنع الأحذية

ثالثا: درجة الأهمية في نشاط المؤسسة الإنتاجية :

1- الإنتاج الرئيسي: ويمثل الإنتاج الأساسي للمنشأة مثل إنتاج الإسمنت في مصنع الإسمنت
2- الإنتاج المساعد: ويمثل الإنتاج الثاني من حيث الأهمية مثل إنتاج أكياس الإسمنت
3- الإنتاج العرضي: ويمثل نشاطا هامشيا بالنسبة للمنشأة الإنتاجية.

4- دورة الإنتاج :

يمكن تعريفها على أنها الدورة التي تستهل عملها بدراسة طلبات المستهلكين وتنتهي بتحقيق الإشباع لديهم وتتكون هذه الدورة مما يلي[1]:

1* تقوم إدارة المبيعات بدراسة قابلية السوق للمنتج وانعكاس ذلك على المستهلكين من حيث تصميم المنتجات الجديدة.

2* تقوم إدارة المبيعات بفحص المعلومات وتحليلها واستنادا لهذه التحليلات تنشئ جداول توضح أرقام المبيعات المتوقعة شهريا بالنسبة لكل منتج وذلك لفترة مستقبلية تكون في العادة عاما كاملا.

3* تعد الإدارة المالية بالمشاركة مع إدارة الإنتاج ميزانية الإنتاج عن طريق الدراسة لما يتوقع من أرقام المبيعات وبتقصي ميزانية الإنتاج وفحصها يمكن إدراك الكمية المطلوب تصنيعها شهريا أو سنويا.

4* يتم إعلام القسم الهندسي كي يجهز الرسومات وقوائم المواد التي تحتاجها المهمة التشغيلية.

5* يتقلد رئيس الإنتاج سلطته للبدء في العملية التصنيعية، كما يتلقى قسم التخطيط والرقابة التعليمات اللازمة لتحديد الكميات وإعداد الجداول.

6* ترسل الرسومات التي يتولاها القسم الهندسي إلى قسم التخطيط.

7* يتولى قسم التخطيط مهمة تصميم خطة الإنتاج وإعداد الجداول التفصيلية لمهام التشغيل.

8* دراسة مستوى المخزون من المواد المطلوبة وتوجيه التعليمات لإعداد ماهو ضروري من المواد التي لا توجد بما يفي بالحاجة.

9* فحص واختبار للمواد عند الاستلام من الموردين ووضعها في المخازن إلى أن يأتي موعد استلامها.

10* يرسل قسم التخطيط المعلومات التفصيلية الخاصة بطرق الإنتاج إلى قسم المراقبة.

11* يصدر قسم الرقابة على الإنتاج التصريح اللازم بالمواد و الآلات المطلوب التعامل معها.

12* يتلقى قسم التصنيع الأوامر التفصيلية من قسم الرقابة على الإنتاج حيث يتحدد فيها كيف ومتى وأين تجرى العملية التصنيعية، كما يقوم بإجراء الوظائف الرقابية أثناء العمليات الصناعية ومقارنة الأداء الفعلي بالخطة الموضوعة وإدخال التعديلات اللازمة كلما احتاج الأمر إلى ذلك.

13* يتقدم قسم التخطيط و الرقابة على الإنتاج بتقرير يوضح مستوى التقدم في العمل إلى نائب المدير لشؤون التصنيع وإلى الإدارة المالية لدراسته.

---

[1]: جاسم مجيد" التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية"- مرجع سابق- ص 140

يتولى قسم الرقابة دراسة المعلومات الواردة من الأقسام الصناعية بشأن مقدار وقت تعطل الآلات و الأفراد وسبب ذلك، ومدى تأرجح حجم الكميات المصنعة من يوم لآخر.

14* تودع المنتجات التي تم تصنيعها في المخازن.

15* تعرض المنتجات للبيع وعادة ما يقارن المستهلك بين هذه المنتجات و المنتجات المنافسة قبل القيام بعملية الشراء، وهذا ما يتطلب دراسة السوق للتعرف على وجهة نظر المستهلك إلى المنتج وما انعكاس ذلك عليه.

يتضح من خلال ما سبق أن إجراءات الإنتاج تحتاج بالضرورة إلى تعاون جدي وتنسيق متكامل من كل الإدارات والأقسام الرئيسية بالمؤسسة الصناعية.

المطلب الثاني: النظام الإنتاجي، تخطيط ومراقبة الإنتاج

الفرع الأول: النظام الإنتاج

1 ◊ مفاهيم أساسية:

أ- النظام:

يستخدم لفظ النظام SYSTEME للتعبير عن تجميع الأشياء أو الأجزاء بحيث تكون كلا واحد[1].

من خلال هذا المفهوم يتضح أن هناك علاقات متداخلة بين الأجزاء المكونة للنظام،وأن هذه الأجزاء أو العناصر ترتبط مع بعضها البعض بعلاقات منطقية تحقق لها التوازن فيما بينها وبالشكل الذي يحقق أهداف النظام ككل وليس الأهداف الخاصة بكل جزء.

إن كل نظام أساسي يعتبر كنظام فرعي في نظام أكبر منه، فمراقبة الجودة ومراقبة المخزون وجدولة الإنتاج وغيرها هي نظم فرعية من نظام الإنتاج و الذي يعتبر بدوره نظاما فرعيا من الصناعة التي ينتمي إليها.

ب- النظام الإنتاجي:

يمكن تعريف النظام الإنتاجي بأنه عبارة عن مجموعة من الأجزاء أو الأنشطة المتداخلة و التي ترتبط بيعضها البعض بعلاقات منطقية تضمن لها التكامل و التناسق فيما بينها وفي أداء مهمتها الأساسية و التي تتمثل في تحويل المدخلات إلى المخرجات المرغوب فيها.

1 – المدخلات:

تمثل العنصر الحيوي للنظام الإنتاجي[2]، تتمثل أساسا في المواد الأولية والأجزاء والمكونات و التجهيزات الآلية والمعدات والقوى البشرية و الكفاءات الإدارية وما يلزم من أموال لفعالية النظام، ليس من اللازم أن تبدأ العملية للإنتاجية بكافة المدخلات، قد تعتمد عليها بطريقة مرحلية حسب طبيعة الصناعة و طريقة الصنع، فمثلا في الصناعات المعدنية و التجميعية يتكون المنتج من عدد كبير من الأجزاء يتم شراؤها جاهزة.

2 – التحويل الإنتاجي:

هو مجموع العمليات اللازمة والضرورية لتحويل المدخلات إلى المخرجات المطلوبة، تحتوي العملية الإنتاجية على عدة عمليات فرعية متوالية تستجيب لها المدخلات من المواد والأجزاء والمكونات عن طريق ممارسة العنصر البشري والآلي (المهارات الفردية، التجهيزات الآلية) ليتم الحصول على منتجات وسيطة، أو نهائية.

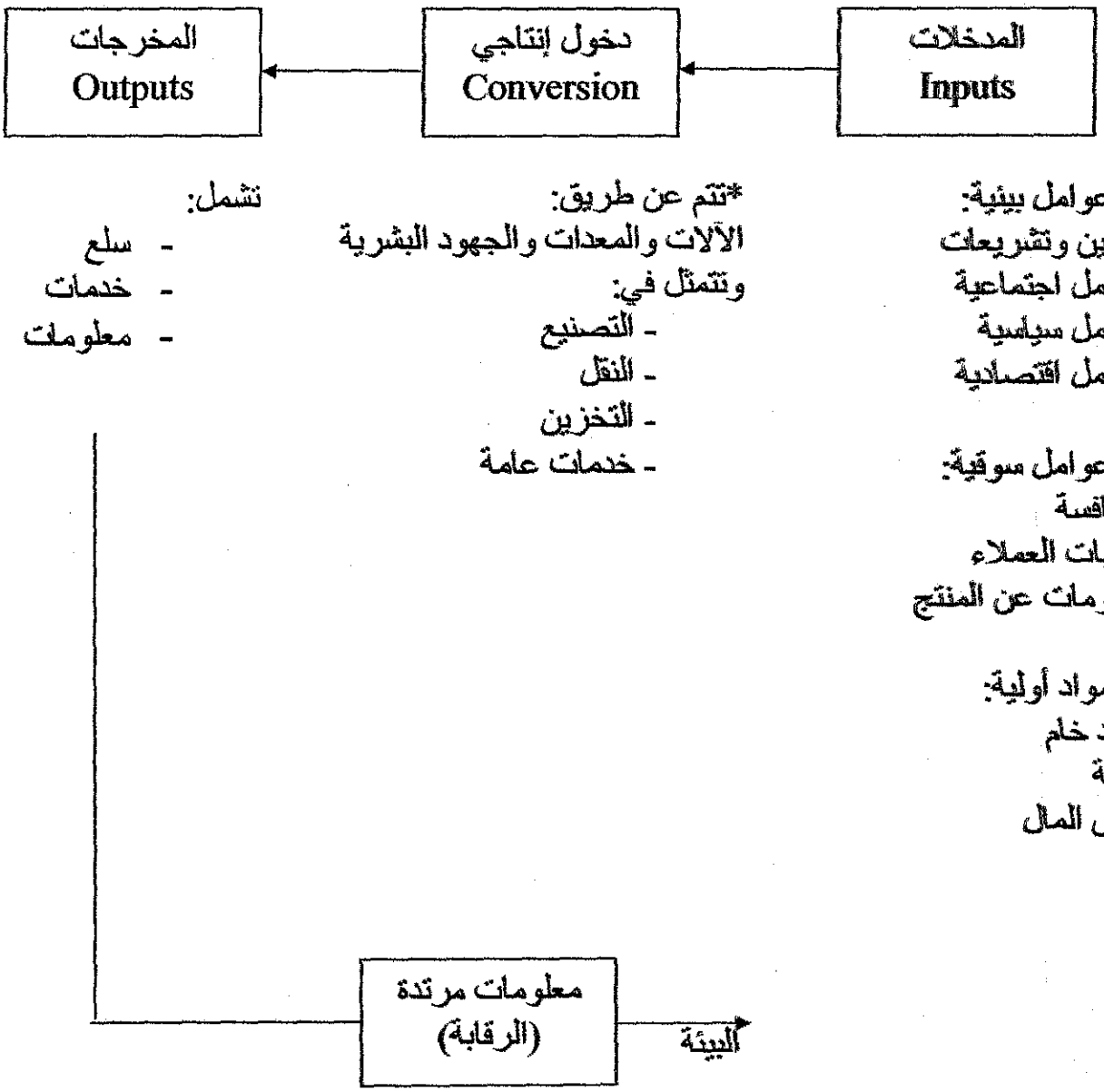
3 – المخرجات:

هي ما ينتج بصفة نهائية من العملية الإنتاجية، وهي منتجات تختلف مواصفاتها واستعمالاتها عن خصائص المواد التي دخلت في صنعها وتركيبها، وإن كانت تتأثر بهذه الخصائص حيث يتحدد مستوى جودة مدخلاتها. إن المخرجات هي العنصر الذي يضمن وجود المؤسسة وبقاءها فهي عرض المؤسسة وهدفها.

---

[1] : محمد إسماعيل بلال" إدارة الإنتاج والعمليات-مدخل كمي-" دار الجامعة الجديدة- ص 23

[2] : جاسم مجيد "التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية"- مرجع سابق – ص90،91

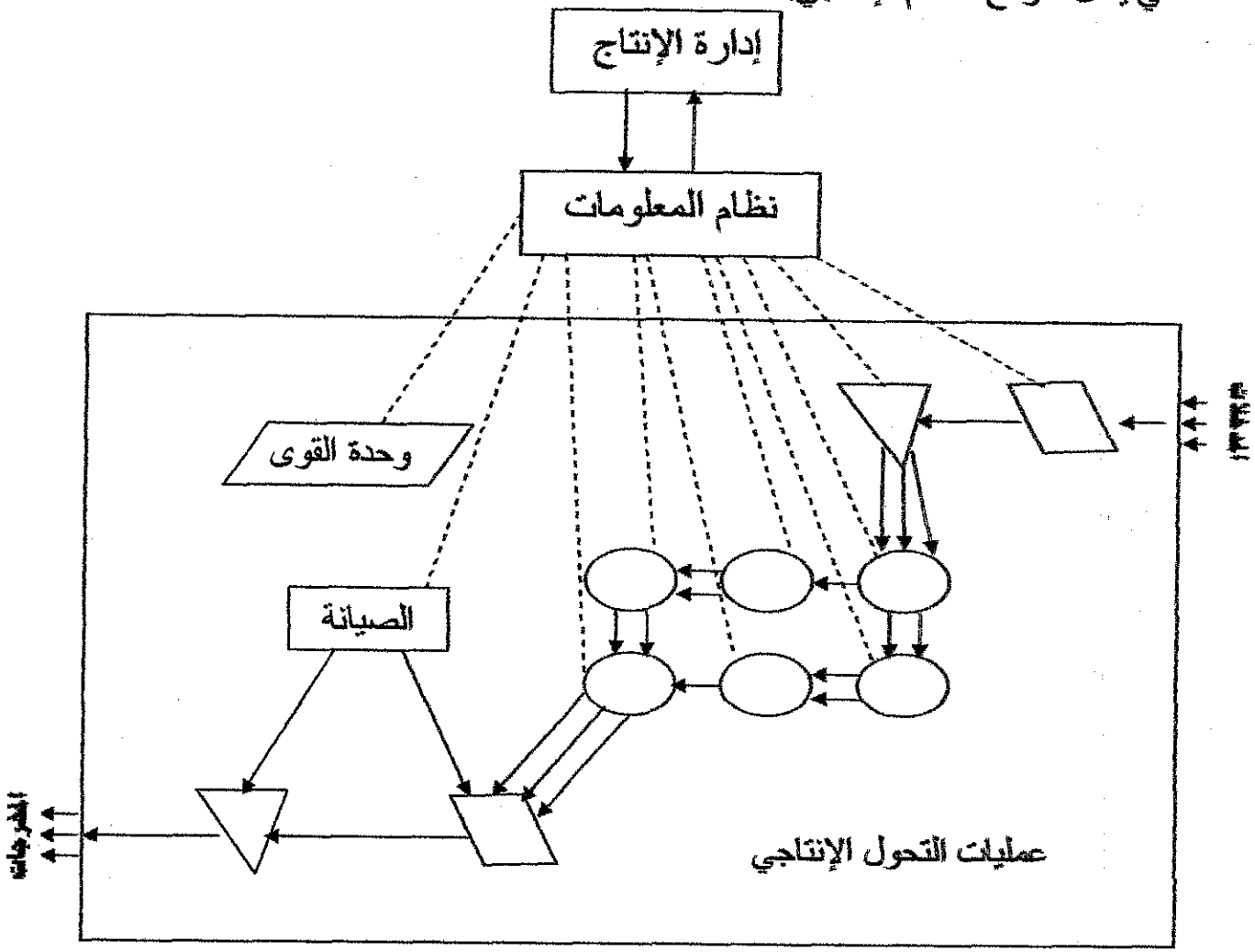


شكل (1-1) عناصر النظام الإنتاجي

المصدر: د.محمد إسماعيل بلال " إدارة الإنتاج والعمليات ــ مدخل كمي- " ص25

2◊ نموذج النظام الإنتاجي:

إن نجاح أي مشروع مرهون بمدى كفاءته في تحويل المدخلات إلى مخرجات الشكل التالي يمثل نموذج النظام الإنتاجي:



○ عمليات إنتاجية

▭ فحص وضبط الجودة

▽ تخزين مؤقت

----- سير المعلومات في الإتجاهين

نموذج النظام الإنتاجي
شكل (1-2)

المصدر: د.فريد عبد الفتاح زين الدين "تخطيط ومراقبة الإنتاج مدخل إدارة الجودة" ص 17

الفرع الثاني: تخطيط ومراقبة الإنتاج

1- مفهوم التخطيط:

* إن التخطيط هو أحد الوظائف المهمة في الإدارة، تعتمد عليه كل الوظائف الإدارية الأخرى،تعتبر تلك العملية التي تقوم المؤسسة من خلالها بدراسة بيئتها و إمكانيتها الخاصة واختيارها لاستراتيجية ما مع توضيح أهدافها ومن تحديد الوسائل المادية والبشرية لتحقيقه.

* عرف التخطيط بأنه الوظيفة المسؤولية عن عملية تحديد الأعمال الواجب أن تتم خلال مدة معينة في كل قسم من أقسام المنشأة[1].

* التخطيط هو تلك الوظيفة التي تحدّد الكيفية التي يمكن أن تؤدي بها الأعمال التي يكلف بها كل قسم من أقسام المنشأة[2].

من خلال هذه التعاريف يمكن أن نستخلص أن التخطيط هو الوظيفة المسؤولة عن تحديد الأهداف النهائية التي تسعى المؤسسة لتحقيقها، أيضا الأهداف الجزئية الخاصة بالوحدات التي يضمها الهيكل التنظيمي للوصول إلى كل هذه الأهداف تقوم وظيفة التخطيط بتحديد الأعمال اللازمة لتحقيقها وكذلك حجم ونوع الإمكانيات المطلوبة لتنفيذ هذه الأعمال كذلك وضع الجدول الزمني لتتابع العمليات وتحديد المواعيد التي يجب أن تنتهي فيها كافة هذه الأعمال.

2- مفهوم تخطيط الإنتاج:

يعرف تخطيط الإنتاج بأنه "القيام بالتنبؤ لوضع خطة مقدما لجميع تتابع العمليات بالطريقة التي يمكن بها تحقيق الأهداف الإنتاجية[3]".

إن وظيفة تخطيط الإنتاج هي الوظيفة التي تتولى مسؤولية تحديد أهداف الإنتاج وتطوير المنتجات، وللتعرف على المبيعات لتقدير كميات الإنتاج وإعداد برامجها وتقدير كافة الاحتياجات المطلوبة كمّا ونوعا واللازمة لتنفيذ برامج الإنتاج الموضوعة وإعداد الإنتاج وتخفيض المستثمر في المخزون إلى أقل حدّ ممكن، ووضع الجداول الزمنية لتنفيذ الإنتاج بالكميات المطلوبة وفي المواعيد المحددة للتسليم وبالمواصفات المطلوبة[4].

---

[1] : فريد عبد الفتاح" تخطيط ومراقبة الإنتاج "-مرجع سابق-ص 18

[2] : المرجع نفسه.

[3]: محمد الحناوي، علي الشرقاوي"إدارة النشاط الإنتاجي في المشروعات الصناعية"- الدار الجامعية -ص 435

[4] : فريد عبد الفتاح، مرجع سابق، ص 19

3- استراتيجيات تخطيط الإنتاج:

عملية وضع خطة الإنتاج تعتمد على المفاضلة بين استراتيجيتين أساسيتين وهما[1]:

أ◊ الاستراتيجية الأولى: ثبات مستوى الطاقة

تعتمد المنشأة على تقديم معدل ثابت ومنتظم من إنتاج خلال الفترات الزمنية المختلفة ومواجهة التقلب في مستوى الطلب بين فترة وأخرى من خلال خيارات متنوعة يحددها مدير الإنتاج.

ب◊ الاستراتيجية الثانية: مقابلة مستوى الطلب

تحقق من خلال هذه الاستراتيجية المنظمة مستوى الإنتاج الذي يضمن الوفاء بحجم الطلب المتوقع خلال كل فترة زمنية، وتعديل مستوى الطاقة الذي يضمن الوصول إلى هذا الهدف.

4- أنواع تخطيط الإنتاج وفق الأساس الزمني:

يمكن التمييز بين ثلاثة أنواع أو مستويات من تخطيط الإنتاج وهي [2]:

أولا: التخطيط الطويل المدى

ويتضمن القرارات التي تؤثر على المشروع لفترة زمنية طويلة قد تصل إلى 5 سنوات أو أكثر، فهي خطط تزيد مدتها عن العام وتنطوي على إنفاق مبالغ ضخمة مثل:اختيار موقع المشروع، التخطيط الداخلي للمصنع، تصميم المنتج...يمكن شرحها فيما يلي:

1- قرار الموقع:

يعتبر من القرارات الهامة التي تتخذها إدارة المؤسسة سواء في المؤسسة الصناعية أو الخدماتية، تجد المنشأة نفسها أمام عدة بدائل(مواقع)وعليها اتخاذ القرار السليم الذي يوفر عليها الكثير من التكاليف والتي قد يصعب الرجوع فيها كتكلفة إعادة البناء، ...

2- التخطيط الداخلي للمصنع:

ويقصد به التحديد المسبق لنظام العمل داخل الورشات الإنتاجية واختيار مواقع محطات التشغيل، مراكز الإنتاج، مراكز الانتظار والتخزين.

إن التخطيط الداخلي للمصنع هو تحديد أنسب للمواقع الملائمة للتجهيزات الإنتاجية والخدماتية داخل المصنع بالشكل الذي يضمن الاستغلال الأمثل للطاقة الإنتاجية المتاحة.

3- قرار اختيار تصميم المنتج:

إن رضا المستهلك لن نصل إليه إلا عن طريق تقديم منتج مطلوب ذو جودة عالية، وبتكلفة تنافسية، وفي وقت الحاجة إليه.

إن تصميم النظام الإنتاجي ككل يتوقف بشكل مباشر على نوع المنتج الذي تم اختاره والتصميم الذي تم التوصل إليه، الشيء الذي يدل على أهمية هذا القرار.

ثانيا: التخطيط متوسط المدى

يتم تخطيط الإنتاج لمدة زمنية معينة تتراوح ما بين 6 إلى18 شهرا، تتضمن هذه الخطة تقديرات إجمالية للإنتاج و العمالة والمخزون في كل فترة من الفترات التخطيطية.

---

[1] : محمد إسماعيل بلال "إدارة إنتاج وعمليات-مدخل كمّي-" مرجع سابق- ص 78

[2]: مقيدش "التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية" أطروحة لنيل شهادة الماجستير تحت اشراف بروفيسور بلمقدم مصطفى- ص 04

ثالثا: التخطيط قصير المدى

يركز التخطيط قصير الأجل على الجوانب التفصيلية للإنتاج ومراقبة المخزون ومراقبة الجودة وقياس الأداء الفعلي.

5-الرقابة على الإنتاج:

تعرف الرقابة على الإنتاج على أنها الوظيفة التي يتم على إثرها القيام بالعمل التصحيحي للتأكد من أن الأهداف قد تم إنجازها كفاءة وفعالية ممكنة

تهدف الرقابة للتأكد من أن الأداء الفعلي يسير حسب الخطط الموضوعة، ومن ثم فهي تنطوي على عمليات متابعة وتعديل الأنشطة التنظيمية إتجاه الأهداف.

***أهداف وظيفة تخطيط ومراقبة الإنتاج:**

توجد علاقة تكامل بين التخطيط والرقابة فهما وجهان لعملة واحدة، فالتخطيط بدون رقابة يكون غير فعال والرقابة بدون تخطيط ليس لها معنى، لأنها في هذه الحالة تفتقر إلى المعايير التي تستخدم كأساس للتقييم والمتابعة.

تسعى وظيفة التخطيط ومراقبة الإنتاج إلى تحقيق عدة أهداف و هي[1]:

- العمل على الوصول برقم المخزون مختلف أنواعه سواء كان مواد أولية، سلع تامة الصنع،...إلى الحد الأدنى وذلك بهدف تخفيض رأس المال المستثمر في السلع المستخدمة للتشغيل أو البضائع المعدة للبيع.
- الحد من ساعات تعطيل عناصر الإنتاج المستخدمة، واستعمال الخرائط الزمنية لهذا الغرض، لأن أي تعطيل يؤدي بدوره إلى عجز المشروع عن إنجاز الكمية المطلوبة في مواعيدها فضلا عن تحملها لتكاليف هذا التعطل.
- ضمان توفير الإنتاج بمستوى الجودة المحدد بما يحافظ على سمعة المؤسسة في السوق.
- استخدام الإمكانيات المتاحة أفضل استخدام ممكن.
- تقييم الأداء واتخاذ الإجراء التصحيحي الملائم.

[1] : فريد عبد الفتاح "تخطيط ومراقبة الإنتاج "-مرجع سابق-ص 20

المبحث الثاني: سياسات التوزيع

تمهيد:

زاد الاهتمام في الآونة الأخيرة على دراسة وتطبيق المفاهيم التسويقية نتيجة العديد من الأسباب كاتساع الأسواق، بعد المسافة بين المنتجين والمستهلكين..وغيرها من العوامل التي غيرت النظرة إلى النشاط التسويقي إلى كونه يقوم بإشباع حاجات المستهلك عن طريق دراسة سلوكه ودوافع شرائه، لتقديم السلع والمنتجات في الأماكن المناسبة له و بأسعار تناسب له وبأسعار تناسب قدراته وفي الوقت المناسب له.

ويعتبر بعض المختصين أن عنصر التوزيع لوحده يمثل نصف التسويق، كما يربط البعض الآخر فشل سياسة التسويق بفشل سياسة التوزيع، فإذا كان هناك شيء ساهم في جعل تصريف السلع سهلا وميسرا ما بين أماكن إنتاجها إلى أماكن استهلاكها وبالأوضاع و الأوقات المناسبة فهو" المؤسسات التسويقية" أي عنصر التوزيع، فهي مسؤولة عن تحقيق ذلك وحتى أبعد منه، فالتأثير الذي تخلقه المؤسسات التسويقية لا ينحصر في هذا المجال فحسب بل يمتد إلى أبعاد متعددة ومتباينة في أحيان أخرى.

المطلب الأول: المباحث الأساسية للتوزيع

1- تعريف التوزيع:

يمكن تعريف التوزيع على أنه "المرحلة الاقتصادية التي تلي مرحلة الإنتاج وتتضمن جميع الأنشطة التي تسمح بوضع السلع والخدمات المنتجة في متناول المستهلكين [1]".

نجد فريقا يعرف التوزيع بأنه: "العمل على نقل المنتجات من حالة إنتاجها إلى حالة تملكها واستهلاكها ولذا يجب حملها إلى المواقع المطلوبة وبالكميات الكافية مع الاختيار المناسب [2]".

يرى فريق آخر أن التوزيع له معنى واسع وهو: "مجموع النشاطات التي تلبي صنع المنتج، هدفها وضع المنتجات تحت تصرف المستهلك[3]".

يمكن أن نستخلص مما سبق تعريفا للتوزيع، على أنه مجموع الأعمال والنشاطات التي تمارس على المنتوج ابتداء من اللحظة التي يكون فيها مهيأ للاستعمال عند المنتج - بعد الانتهاء من إنتاجه وتعبئته وتغليفه وتسعيره – إلى اللحظة التي يستلمه فيها المستهلك النهائي.

2- أهمية التوزيع:

إن أي سلعة مبتكرة ومتميزة ومعلن عنها وتباع بسعر جذاب قد لا تعني أي شيء للمستهلك، إلا إذا كانت متاحة له في المكان والزمان الذي يطلبها فيه، لكن عمليا هناك العديد من الفواصل بين المنتج والمستهلك وهنا تبرز أهمية التوزيع في القيام بالوظائف و الأنشطة المختلفة من أجل كسر هذه الفجوات وتحقيق المنافع التي وجدت من أجلها السلعة، وتكمن منافع التوزيع في[4]:

أ- المنفعة الشكلية:

" هي القيمة التي يدركها المستهلك في السلعة أو الخدمة عندما تأخذ شكلا أو وضعا معينا"، ولا تقتصر المنفعة الشكلية على المنتجين فقط عن طريق تغيير شكل المادة الأولية، بل تتعداها إلى الوسطاء حيث يضيفون المنفعة الشكلية للسلعة عن طريق تجزئتها وبيعها في عبوات صغيرة وعرضها في أماكن تساعد العملاء على رؤيتها.

ب- المنفعة الزمانية:

"وهي القيمة التي يدركها المستهلك في السلعة أو الخدمة نتيجة توفرها في الوقت الذي يطلبها فيه"، وتنشئ هذه المنفعة عن طريق قيام المنتجين والوسطاء بعملية التخزين لحين حاجة المستهلك.

---

1 : j.Haw,"distribution"édition d organisation, paris 1978 ,p8

2 : J.lendrevie, D.LinDO, R lanfer, "théorie et pratique de marketing ".Dalloz gestion, 2ieme edition_1979.p191

3 : J P Flipo. "Pratique de direction commercial marketing",Paris ,1981. p253

4 :هاني حامد الضمور"طرق التوزيع"، دار وائل للنشر عمان الأردن-ص27، 28

ج* المنفعة المكانية:

هي القيمة التي يدركها المستهلك في السلعة أو الخدمة نتيجة توفرها في المكان الذي يريده دون تنقل أو سفر.

د* المنفعة الحيازية:

ويقصد بها القيمة التي يدركها المستهلك نتيجة تملكه السلعة أو حيازته لها، وهذا النوع من المنافع يدل على انتهاء الصفقة و امتلاك السلعة وحرية استخدامها قانونيا من قبل المالك الجديد.

3- أهداف التوزيع:

إن للتوزيع عدة أهداف تبرر وجوده، نذكر منها مايلي:

- توزيع الأخطار بين المتعاملين في السلعة أو الخدمة.

وتتمثل هذه الأخطار أساسا في فقدان السلعة لقيمتها سواء جزئيا أو كليا، فتصبح غير قادرة على تلبية حاجات ورغبات الزبائن، لكن بوجود عدة متعاملين ووسطاء تتوزع هذه الأخطار فيما بينهم حتى لا تثقل كاهل أحد هذه الأطراف، ويستفيد من هذه الميزة المنتج بالدرجة الأولى.

- مساعدة المنتج في الاقتراب من الأسواق المستهدفة وتقليص الفجوة المكانية بين المنتج والمستهلك الذي يكون عادة بعيدا عنه.
- تطوير وتوسيع سوق المنتجات عن طريق إيصالها إلى أسواق جديدة لم يسبق للمؤسسة أن قدمت سلعتها فيها.
- رفع كفاءة التوزيع لأنه يعتبر نشاطا متكاملا تتدفق من خلاله المعلومات إلى الأمام وإلى الخلف لغاية تتمثل في رضا المستهلك.

4- فعالية التوزيع:

نقصد بفعالية التوزيع الفرق بين الخدمات التي يقدمها المنتج أو الوسيط والتكاليف التي يتحملها كل منهما، لإيصال السلعة إلى المستهلك النهائي.

تحدد فعالية التوزيع بتحليل التكاليف المتحملة من قبل المنتج أو الوسيط من جهة و التي تتم عن طريق الاعتماد على المحاسبة التحليلية والتي تقسم التكاليف هذه إلى:

- تكاليف ثابتة: كالحراسة، الإضاءة، أجور العاملين...
- تكاليف متغيرة: النقل، التخزين، ...

ومن جهة أخرى مقارنتها بمستوى الخدمة المقدمة للمستهلكين، والتي تأخذ عدة أشكال:

- السرعة في معالجة الطلبيات.
- تلبية طلبات المستهلكين من المخزون المتوفر(عدم وجود انقطاع).
- تقديم معلومات عن السلعة واستخداماتها ومدة صلاحيتها(معلومات صحيحة).
- خدمات ما بعد البيع(الضمان..).
- نقل السلعة إلى مقر المستهلك.

إن فعالية السوق تعتمد أساسا على طبيعة السلعة و السوق والقدرة المالية والسياسة التسويقية للمنتج أو الوسيط.

المطلب الثاني: استراتيجيات التوزيع

قبل دراسة استراتيجيات التوزيع تجدر الإشارة أولا إلى أن التوزيع نوعين:

*- **التوزيع المباشر**: ويعني التوزيع بدون استخدام الوسطاء حيث يكون التوزيع من المنتج إلى المستهلك الأخير أو المشتري الصناعي مباشرة.

توزيع مباشر ← المنتج ← المستهلك النهائي

*- **التوزيع غير المباشر**: ويعني التوزيع باستخدام الوسطاء.

توزيع غير مباشر ← المنتج ← تاجر الجملة ← تاجر التجزئة ← المستهلك النهائي

أولا: إستراتيجيات التوزيع المباشر:

ويعني قيام المنتج بتوزيع منتجاته مباشرة إلى المستهلك دون اللجوء إلى الوسطاء وتتلخص هذه الاستراتيجيات فيما يلي[1]:

1)متاجر التجزئة التابعة للمنتج:

وهي متاجر مملوكة للمنتج يتم فيها بيع المنتجات للمشترين، يلجأ المنتج إلى هذه الاستراتيجية في حالة إنتاج:

- سلع سريعة التلف.
- سلع تتميز بالتغير المستمر في الموضة.
- سلع تتطلب صيانة وخدمة مستمرة ودائمة.
- سلع تتطلب جهود بيعية كبيرة مثل سلع الإنتاج.

*** مزايا وعيوب هذه الاستراتيجية:**

المزايا: تمكن المنتج من الاتصال بالعملاء والتعرف على رغباتهم واحتياجاتهم.

العيوب:

- تحمل المنتج نفقات استئجار أو تملك متاجر التجزئة في مختلف المناطق البيعية.
- العمل على توفير رجال البيع المناسبين وتدريبهم وتحفيزهم...

2)الطواف بمنازل المستهلكين ومكاتب المشترين الصناعيين:

تستخدم هذه الطريقة عند تقديم سلع جديدة للسوق لأول مرة حتى يتعرف عليها المستهلك وكذلك عند تقديم بعض السلع، كمستحضرات التجميل، مواد التنظيف...

تعتمد هذه الإستراتيجية على رجال البيع التابعين للمنتج والذين يقومون بزيارة المستهلك وإقناعه باتخاذ قرار الشراء.

- **مزايا وعيوب هذه الاستراتيجية:**

المزايا: من مزايا هذه الاستراتيجية

- تمكن من إتمام عملية البيع في نفس وقت الزيارة.
- إمكانية إقناع العميل بالسلعة لعرضها أمامه.
- معالجة مشاكل المستهلك الخاصة بالسلعة المباعة.
- التعرف على احتياجات المستهلك.

---

[1] :عصام الدين أبو علفة، " التوزيع- المفاهيم الإستراتيجيات والعمليات-النظرية والتطبيق"ص 22

العيوب: يعاب على هذه الإستراتيجية مايلي:
- ارتفاع التكلفة الخاصة برجال البيع وتدريبهم و الإشراف عليهم ومراقبتهم.
- احتمال مضايقة المستهلكين نتيجة المرور عليهم في أوقات غير مناسبة.
- تتطلب مهارات بيعية عالية.

3)البيع بالبريد:

يقوم المنتج بإعداد دفاتر مصورة وملونة بها كافة البيانات **"les catalogue"** الخاصة بالسلع التي يقوم بإنتاجها ثم إرسالها إلى المشترين، وتسلم البضائع بعد ذلك سواء بالبريد أو عن طريق شحنها في أي وسيلة من وسائل النقل.

لكن تتطلب هذه الطريقة نظام كفء للبريد ونظم فعالة لدى المنتج لتسليم الطلبات وفحصها وتنفيذها وتحصيل قيمتها بالسرعة المطلوبة.

ويؤخذ على هذه الطريقة ما يلي:
- عدم وجود اتصال شخصي بين البائع و المشتري
- عدم قدرة المستهلك على معاينة وفحص السلعة قبل الشراء.

4)البيع الآلي:

تتناسب هذه الطريقة مع بعض السلع فقط كالمشروبات الغازية، القهوة، ...حيث يتم هذا البيع عن طريق آلات أوتوماتيكي مملوكة من طرف المنتج بها يتم دفع قيمة السلعة واستلامها.

يواجه هذا البيع الآلي بعض المشاكل:
- يجب اختيار الأماكن المناسبة لوضع بعض الماكينات وصيانتها.
- تزويد هذه الآلات بصفة مستمرة وتجميع ما تحصل منها
- تلاعب بعض المستهلكين ومحاولتهم الحصول على السلعة دون دفع قيمتها.

ثانيا:استراتيجيات التوزيع غير المباشر:

تتضمن استراتيجيات التوزيع غير المباشر مل يلي[1]:
- التوزيع غير المباشر الشامل
- التوزيع غير المباشر الوحيد
- التوزيع غير المباشر الانتقائي

1- التوزيع الشامل:

التوزيع الشامل يعني استغلال واستخدام كل منفذ متاح يتوقع أن يذهب إليه المستهلك، عن طريق توزيع السلعة في أكبر عدد ممكن من المتاجر التي يتردد إليها المستهلكين داخل المنطقة البيعية الواحدة، أو بيع السلعة في جميع مراكز التوزيع الصالحة لعرض السلعة وبيعها. وبالتالي تحقيق التغطية الواسعة للسوق.

تتلاءم هذه السياسة عادة في حالة توزيع السلع الميسرة الواسعة الانتشار حيث يفضل المستهلكون الحصول عليها من أقرب مكان وبذل أقل جهد ممكن.

---

[1]:عصام الدين أبو علفة " التوزيع- المفاهيم الإستراتيجيات والعمليات-النظرية والتطبيق"مرجع سابق ص19، 20، 21

يجب على المنتج أخذ الاعتبارات التالية:
- القيام بحملات ترويجية واسعة النطاق من أجل تحفيز العملاء.
- القيام بدراسة دورية للسوق للتأقلم مع التغييرات التي تحدث في العادات الشرائية للمستهلكين.
- التحقق من وجود السلع بالمخزون الكافي وفي كل مكان وفي كل وقت يتوقع أن يسأل فيه المستهلك على السلعة.

من عيوب هذه الاستراتيجية أنها تكلف أموال ضخمة قد تؤثر على سعر البيع النهائي للسلعة.

2- التوزيع الانتقائي:

يقوم المنتج باختيار عددا محددا من الموزعين لتوزيع منتجاته، لكن تطبيق هذه الاستراتيجية يتوقف على طبيعة السلعة، وتصلح هذه السياسة في حالة سلع التسوق أو السلع الخاصة. مثل الملابس والأجهزة الإلكترونية.

ويتم اختيار الموزعين تبعا لعدد من العوامل منها:
- سمعة الموزع، قدرته على خدمة السلعة.
- التزامه بالإعلان والترويج.
- التزامه بالسعر الذي يحدده المنتج.
- إمكانياته المادية والمكانية.

قد تلجأ المنشأة إلى إتباع هذه الاستراتيجية نتيجة المشاكل التي واجهتها من خلال التوزيع الشامل ككثرة أوامر التوريد صغيرة الحجم، عدم السداد النقدي من جانب بعض العملاء والأداء المنخفض الخاص ببعض الوسطاء.

لهذه الاستراتيجيات إيجابيات نذكر منها[1]:
- قلة التكاليف للتوزيع المادي التي يتحملها المنتج نظرا لقلة عدد الوسطاء.
- قلة احتمال حدوث المضاربة في أسعار السلع بين الوسطاء.
- قدرة المنتج على السيطرة والرقابة في توزيع السلعة ودراسة السوق دراسة دقيقة.

3- التوزيع الوحيد:

يقوم المنتج باختيار وكيل وحيد أو ممثل له في كل منطقة بيعية، وتتم الوكالة عن طريق عقد قانوني ملزم لكل من المنتج والوكيل.

إن إتباع هذه الاستراتيجية يلزم تاجر الجملة أو التجزئة عدم التعامل مع المنتجات المنافسة كما أنهما قد يكونان (تاجر الجملة + تاجر التجزئة) على استعداد للترويج للمنتج لأن العائد سيكون على كل منهم فقط.

وتصلح هذه السياسة في حالة:
- السلع الخاصة مثل الملابس باهضة الثمن.
- السلع المعمرة كالسيارات، الآثاث المنزلي، الأجهزة الكهربائية، . . .

مزايا وعيوب هذه الاستراتيجية:

* المزايا: من مزايا إتباع هذه الاستراتيجية من قبل المنتج مايلي:
- قدرة المنتج على الرقابة المسلطة على الموزع.

---

[1] :Jaque Vigny, "distribution " Dalloz 3ème edition,2000.p118

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

* العيوب: يعاب على هذه الاستراتيجية ما يلي:
- مواجهة المنتج لمشاكل عند عدم اهتمام الموزعين الوحيدين بخدمة أسواقهم كما ينبغي.
- عدم التغطية لكل الأسواق.
- تبعية السلع المنتجة إلى الموزع الوحيد.

ملاحظة:

إن اختيار هذه الاستراتيجيات يتوقف إلى حد كبير على طبيعة السلعة وكبيعة الأسواق التي يتم التعامل معها وطبيعة المنافسة.

استراتيجيات التوزيع:

استراتيجيات التوزيع / أوجه الاختلاف	INTENSIVE	SELECTIVE	EXCLUSIVE
الانتشار الجغرافي	الشامل	الانتقائي	الوحيد
التغطية	أعلى تغطية	محدودة	وحيد
عوامل القوة	توجد المنتجات في كل مكان	- اختيار أفضل من يمكن التعامل معهم - تجنب احتكار الوكيل الوحيد.	- التعامل مع منفذ توزيع وحيد. - تكلفة أقل - تحدد السوق المرتقبة بوضوح
عومل الضعف	- تكلفة عالية - عدم دعم المتاجر للمنشأة	- صعوبة في تتبع المنافسة	-مخاطر الاعتماد على موزع واحد.
عدد المنافذ	كافة المتاجر في منطقة جغرافية واحدة	- عدد محدود من الأشخاص في منطقة جغرافية واحدة	- شخص واحد في منطقة جغرافية واحدة.
ما يناسب السلع	السلع الميسرة ذات الاستهلاك الواسع	- سلع التسوق - السلع الخاصة	- السلع المعمرة. - السلع الخاصة.

- جـدول (1 – 1): إستـراتيجيّـات التـوزيـع.

المصدر: د. عصام الدين أمين أبو علفة «التوزيع" (المفاهيم، الاستراتيجية، العمليات) "النظرية والتطبيق" ص 28

المبحث الثالث:نظرية اتخاذ القرار

مقـدمـة:

يتضمن السلوك الإنساني في أي مجتمع اتخاذ العديد من القرارات سواء على مستوى الفرد أو على مستوى التنظيم، فعلى مستوى الفرد يتخذ كل منا قرارات يومية كقرار اختيار وسيلة النقل مثلا...
أما التنظيم فيتمثل في مجموعة من الأفراد يجمع بينهم هدف مشترك فإذا كان الهدف تحقيق الربح يسمى التنظيم وحدة اقتصادية وقد يكون الهدف تقديم الخدمة لمجموعة من الأفراد كما في حالة الوحدات الحكومية والجمعيات الخيرية، لكن هناك سمات مشتركة بين مختلف هذه التنظيمات وتتمثل في وجود إدارة للتنظيم تسعى لتحقيق الأهداف وتعتمد في ذلك على اتخاذ قرارات مختلفة تتعلق باستخدام الموارد المتاحة والتنظيم بأفضل صورة ممكنة.
إن المشكلة الأساسية في اتخاذ القرار سواء على مستوى الفرد أو على مستوى التنظيم هي أن القرارات قد لا تعكس مدى معرفة متخذيها وتفهمهم لعملية اتخاذ القرار ذاتها. ففي بعض الأحيان قد تكون أمام الإدارة قرارات هامة يجب اتخاذها ومع الرغم من ذلك قد تؤجل إلى أن تضطر إلى اتخاذها دون أدنى تفكير لعدم توفر الوقت الكافي..
إن القرارات في الوقت الحالي لم تعد ضربا من ضروب الحظ والتخمين أو أسلوبا من أساليب التجربة والخطأ بل أصبحت تعتمد على أسلوب علمي سليم يهدف للوصول إلى قرارات أكثر دقة ومنطقية لتساهم في حل المشاكل معتمدة في على تحليل المعلومات تحليلا كميا يتفق مع سير الإدارة.

المطلب الأول: مفهوم اتخاذ القرار

1- تعريف القرار:

إن اتخاذ القرار هو نشاط إنساني مركب حيث تبدأ عملية اتخاذ القرار بشعور بالشك وعدم التأكد من جانب متخذ القرار حول ما يجب عمله حيال مشكلة ما وتنتهي باختيار أحد الحلول التي تساعد في الوصول إلى حل المشكلة المطروحة.

يتفق الباحثون على أن عملية اتخاذ القرار تنطوي على اختيار بديل واحد من بديلين على الأقل ويشير هذا التعريف إلى:

- ضرورة وجود أكثر من بديل واحد متاح للتصرف حيث أن وجود بديل واحد يعني عدم وجود مشكلة ومن تم لا توجد عملية الاختيار أو المفاضلة ولا توجد أي حاجة لعملية اتخاذ القرار.
- يجب أن تكون البدائل محتملة الحدوث، لأن ظروف التأكد تجعل عملية الاختيار عملية شكلية ومن ثم لا يتحقق جوهر عملية اتخاذ القرار.

يمكن تعريف اتخاذ القرارات بأنها عملية اختيار بديل من بين بدائل التصرف الممكنة لحل مشكلة أو تحقيق هدف معين، إن الاختيار في هذا التعريف يمثل العنصر الحاسم في عملية اتخاذ القرار، ومن ناحية أخرى يتم في ضوء بعض المعايير بعضها كمي والآخر كيفي.

يتكون القرار من ثلاث عناصر وهي:

أ- الاختيار:

يشتمل أي قرار ضمنيا على فكرة الاختيار، وأن الاختيار هو مبدأ نسبي يختلف باختلاف الظروف التي يتم فيها فنجد أن الاختيار في ظروف قهرية يختلف بكثير عن الاختيار في ظروف عادية، ويتأثر الاختيار عادة بشخصية متخذ القرار وخبرته وخلفيته العلمية، كما قد يتأثر ببعض الظروف التي تسببها العجلة في اتخاذ القرار.

ب- البدائل:

القرار هو الاختيار بين مجموعة من البدائل، هذا لا يعني أن جميع البدائل تكون معروفة لدى الإدارة، وبالتالي فإن عملية اتخاذ القرار تتضمن خطوة أساسية تتمثل في تحديد البدائل الملائمة و يمكن اعتبار أن عنصري الوقت والتكلفة قيدان على عدد البدائل التي يمكن أخذها بعين الاعتبار.

ج- الأهداف:

إن أي قرار ينبع من أهداف أو حوافز معينة وذلك لأن القرارات نفترض فيها أنها تؤدي دائما إلى تحقيق الأهداف المحددة و بطريقة فعالة وبدرجة من الكفاءة.

2- أنواع القرارات:

هناك عدة تصنيفات وهي:

أولا: التصنيف القانوني

ويمكن تقسيم القرارات فيه إلى أربعة أقسام:

أ- مدى القرار وعموميته:

تنقسم القرارات وفق هذا المعيار إلى " قرارات ذات طابع تنظيمي" فهي تتضمن قواعد عامة وموضوعية ملزمة تطبق على عدد غير محدود من الأفراد مثل اللوائح، و " قرارات فردية " تصدر بشأن فرد أو مجموعة من الأفراد مثل قرارات التعيين.

ب- تكوين القرار:

وتنقسم فيه القرارات إلى قرارات بسيطة ذات كيان مستقل و قرارات مركبة يدخل في تركيبها نواحي قانونية متعددة مثل إجراءات المناقصة و المزاد.

ج- أثر القرار على الأفراد:

نجد من خلال هذا التصنيف قرارات ملزمة وقرارات غير ملزمة..

د- قابلية القرار للإلغاء أو التعويض:

نجد أن هناك قرارات يمكن معارضتها أو المطالبة بإلغائها ومنها من لا يخضع لذلك كالقرارات التي يصدرها مجلس الإدارة.

ثانيا: التصنيف الشكلي

يمكن تقسيم القرار في هذا التصنيف إلى ثلاثة أقسام وهي:

أ- القرارات الأساسية والروتينية:

القرارات الأساسية تستعمل هذه القرارات لحل المشاكل المعقدة، وهذا ما يتطلب القيام بعدة إجراءات لاتخاذها، وهي لا تتكرر باستمرار.

أما القرارات الروتينية فهي تتكرر باستمرار و بالتالي لا تحتاج إلى دراسة أو جهد.

ب- القرارات التنظيمية والفردية:

القرارات التنظيمية تتعلق مباشرة بعمل المنظمة وتتخذ من قبل المدير ويكون مصدر قوة هذه القرارات السلطة الرسمية.

أما القرارات الفردية فهي قرارات ذات صفة شخصية تعكس آثارها على الفرد نفسه.

ج- القرارات المخططة وغير المخططة:

القرارات المخططة تقوم بإتباع برنامج محدد تسير وفقا له، أما الثانية وهي غير المخططة فتتميز بأنها ذات طبيعة هامة ومعقدة وتعالج حالت جديدة ذات آثار بعيدة على المنظمة، كالتحول في سياسات الإنتاج مثلا من الإنتاج المستمر إلى الإنتاج حسب الطلب.

ثالثا: بيئة القرار الإداري

يقسم القرار حسب تأثيرات البيئة المحيطة به إلى:

أ- **القرار في حالة تأكد:**

إن القرار في هذه الحالة يتميز بعدم وجود تأثير للعالم الخارجي على النتائج المنتظرة أي أن متخذ القرار متأكد من أي خطوة يقوم بها، فيكون لديه المعلومات الكافية حول المشكلة موضوع البحث والبدائل المتوقع أن تكون حلا لها.

إن اتخاذ القرارات الاستثمارية يتطلب تحويل المعلومات المتوفرة ضمن المشروع الاستثماري فالتدفقات النقدية يعبر عنها بقيم محددة وهي الأساس في اتخاذ القرارات الاستثمارية في هذه الحالة، ومن أهم الطرق المستخدمة في تقييم المشروعات واتخاذ القرارات الاستثمارية:

* فترة الاسترداد: وهي من أسهل الطرق وتعتمد على المدة التي يجب أن يسترد فيها المشروع رأس ماله المستثمر.

*متوسط الإيراد السنوي العائد المتوسط للأموال المستثمرة:وهي النسبة أو العلاقة بين متوسط للإيراد السنوي المنتظر تحقيقه من الاستثمار ورأس المال المستثمر.

$$\text{معدل العائد على الاستثمار} = \frac{\text{متوسط الإيراد السنوي}}{\text{الأموال المستثمرة}}$$

*القيمة الحالية الصافية VAN:

يقوم متخذ القرار بحساب القيمة الحالية الصافية لعدة تدفقات نقدية تتحقق في فترات زمنية متتابعة فإذا كانت النتيجة موجبة تكون عائدات المشروع كافية لتغطية تكاليفه وبالتالي يكون اتخاذ القرار بالقبول أما إذا كانت سالبة فيرفض المشروع، وفي حالة ما كانت مساوية للصفر فلا ينصح بالاستثمار.

* معدل المردود الداخلي tri:

وهو المعدل الذي يحقق المساواة بين القيمة الحالية للإيرادات والقيمة الحالية للمصاريف، ولاتخاذ القرار المناسب يجب أن يقارن المستثمر أو متخذ القرار بين تكلفة رأس المال المستثمر ونرمز لها ب (k) وبين معدل المردود الداخلي ونرمز له ب(r)، فإذا كان $k < r$ فإن الاستثمار يكون مقبول.

ب- القرار في حالة عدم تأكد (المخاطرة):

تتميز هذه المرحلة بتوفر معلومات جزئية غير كافية لكنها تتيح لمتخذ القرار معرفة المستقبل على درجة الاحتمال. إن لكل استثمار درجة خطر ترتبط به وتؤثر على الخطر العلم في المؤسسة وبالتالي القرار يتأثر ويتغير مع تغير البيئة المحيطة بالمشروع كالتقدم التقني،تطور السوق،الحوادث الطبيعية،السياسات الاقتصادية...

تلعب قدرة متخذ القرار على تقدير الاحتمالات دورا أساسيا في فعالية القرارات المتخذة في هذه الحالة، حيث نعتمد في اتخاذ القرار الأمثل على قاعدة الأمل الرياضي أو أسلوب القيمة المتوقعة.

$$Eai= \sum_{i}^{n} \sum_{j}^{m} X(gij).p(\theta j)$$

حيث:

Ai: تمثل البدائل المتاحة.

Θj: تمثل حالات الطبيعة التي يمكن أن تؤثر على الفعل المختار.

X (gij): العائد المترتب عن اختيار الفعلAi إذا تحققت الحالة الطبيعيةθj .

p(θj) :يمثل احتمال تحقق كل حالة من حالات الطبيعة.

$i=1...n$

$j=1...m$

عند حساب الأمل الرياضي نختار أكبر قيمة في حالة الربح وتسمى بالربح المتوقع وأصغر قيمة في حالة التكاليف وتسمى التكاليف المتوقعة.

ج- القرار في حالة عدم التأكد التام:

تعد هذه الحالة من أصعب الحالات و أكثرها واقعية وأهمية في عالم التجارة وعلى الرغم من تطور نظام المعلومات إلا أنها لا تزال معقدة ولا تتوفر على معلومات أكيدة، يعتمد متخذ القرار في هذه الحالة على تقديراته الشخصية وخبراته السابقة ويلجأ لاستعمال المعايير الشخصية حيث:

Ai: تمثل البدائل المتاحة.

Θj: تمثل حالات الطبيعة التي يمكن أن تؤثر على الفعل المختار

gij :العائد المترتب عن اختيار البديل Ai.

1- معيار لابلاس:

يعتبر هذا المعيار أن المستقبل مجهول تماما أمامه وليس لديه القدرة على تمييز أي حالة من حالات الطبيعة وبالتالي فإن كل حالات الطبيعة متكافئة الاحتمال.

2- المعيار المتفائل Max i -max j:
يفترض متخذ القرار حدوث أفضل الحالات والظروف، وبالتالي سيحصل على العوائد الأعلى لكل بديل مرافق لكل حالة من حالات الطبيعة.

3 - المعيار المتشائم Maxi-min j :
يصعب على متخذ القرار تحديد احتمال كل حالة من الحالات،وبالتالي يلجأ إلى تجنب الخسارة المحتملة عن طريق تحديد العوائد الدنيا لكل فعل مرافق لحالات الطبيعة ثمك يختار البديل الذي يحقق العائد الأعلى من بين هذه العوائد الدنيا.

4- معيار Hurwicz:
يجمع هذا المعيار بين النزعتين المتفائلة والمتشائمة
Maxi {α max gij+ (1-α) Min gij}
α معيار التفاؤل ويتراوح ما بين 0،1

5- معيار Min i Max j: savage
ينظر متخذ القرار نظرة تشاؤمية إلى الظروف والمتغيرات والبيئة المحيطة به والمؤثرة على قراراته.

المطلب الثاني: اتخاذ القرار في مجالي الإنتاج والتوزيع

أولا: مراحل عملية اتخاذ القرار:

تمر عملية صنع القرار بعدة مراحل تتمثل في الآتي:

1- تحديد المشكلة:

يعتبر تحديد المشكلة والتعريف بها بمثابة الظروف التي يجب أن يسير عليها متخذ القرار وهي أمر في غاية الأهمية حيث يرى البعض أن التحديد الدقيق للمشكلة يمثل نصف الطريق إلى الحل كما أن التحديد الخاطئ لها يجعل جميع الجهود تضيع سدى.

2- تحديد البدائل:

نقصد بهذه المرحلة تحديد كل الطرق والمسارات التي يمكن أن يسير فيها متخذ القرار للوصول إلى حل للمشكلة التي سبق تحديدها.

3- تقييم البدائل واختيار أفضلها:

يتم تقييم البدائل وفق المعايير و الأسس الموضوعية من أجل تبيان مزايا وعيوب كل بديل، وعند المفاضلة تيم اختيار البديل الذي يتمتع بأكثر المزايا وأقل العيوب.

4- تنفيذ القرار ومراقبته وتعميم نتائجه:

تنطوي هذه المرحلة على وضع البديل الأمثل أو القرار موضع التنفيذ عن طريق التعاون مع الآخرين ومتابعة ومراقبة التنفيذ والتأكد من سلامة التطبيق وفعالية القرار.وأخيرا يجب تعميم القرار أو التركيز عليه بواسطة الترغيب أو الترهيب.

ثانيا: قرارات الإنتاج

تتمثل قرارات الإنتاج أساسا في تحقيق الأهداف المتعلقة بالكميات، الجودة، التكلفة وأغلبها قرارات فنية قابلة للقياس.

تحاول إدارة الإنتاج التفرقة بين مستويات اتخاذ القرارات الإنتاجية على مستوى الإدارة العليا وقرارات تتم على مستوى إدارة الإنتاج.

يمكن تحسين قرارات الإنتاج عن طريق مراجعة وتقييم القرارات الماضية للاستفادة من الخبرة السابقة، ومن المفروض أن يتم اتخاذ القرار الإنتاجي عن طريق التفكير العقلاني الذي يبحث عن أقصى ربح ممكن وأقل تكلفة وخسارة ممكنة بالجودة المطلوبة وفي الوقت المناسب.إن متخذ القرار يبحث دائما على القرار الأمثل من خلال:

*استخدام وسيلة أو معيار لتقييم الحلول واختيار أفضلها.

*البحث عن الحل المثالي للإنتاج أو الوقت أو التكلفة أو الأجور أو الجودة وتتأثر طرق اتخاذ القرار بمستوى تطلعات وطموحات إدارة الإنتاج.

ثالثا: قرارات التوزيع

تتمثل قرارات التوزيع أساسا في مايلي:

أول قرار تتخذه المنظمة هو السياسة التوزيعية المتبعة هل تعتمد على البيع الشخصي أم ستعتمد على الوسطاء وتجار الجملة والتجزئة أو كلا الإستراتيجيتين.

- تحديد قناة التوزيع الملائمة للسلعة، لخط المنتجات..
- تحديد الخدمات التي يمكن للموزع القيام بها نيابة عن المنظمة.
- تحديد عدد رجال البيع الشخصي وتدريبهم وتنمية مهاراتهم.
- تحديد طرق وأساليب نقل السلع من المصنع إلى منافذ التوزيع
- تحديد مستويات المخزون من السلع
- تحديد شروط التسليم
- تحديد نظم الفحص

خلاصة:

إن أغلب القرارات المتخذة على مستوى المؤسسة تختلف من حيث الأهمية فقرارات كل من الإنتاج والتوزيع تأخذ الأهمية العظمى لأنها تؤثر بالشكل الكبير على نشاط المؤسسة ككل.

إلا أن هذه القرارات قد تتميز بحالات الإبهام وارتفاع درجة المخاطرة وعدم التأكد وكذا تأثير البيئة الخارجية تجعل الوصول إلى القرار السليم أمرا نسبيا ليس مطلقا إذ يتطلب الوصول إلى القرار السليم والتخصيص الأمثل للموارد النادرة توفر جملة من المعطيات والمعلومات المساعدة عند الحاجة إليها.

في الوقت الحالي وباتساع حجم المشروعات والمؤسسات الحديثة أصبحت المشكلات الإدارات تبلغ درجة عالية من التعقيد الذي استوجب اللجوء إلى أفضل الطرق العلمية للوصول إلى القرار السليم تعرف هده الطرق بالأساليب الكمية والتي تعتمد على مجموعة من الخطوات المنتظمة تمكن من التوصل إلى القرار المناسب.

إن إحدى أقوى وأفضل الطرق العلمية بصفة عامة المستعملة لحل مشاكل الإدارة من تخطيط الإنتاج وتنظيم النقل والتوزيع هي ما يعرف ببحوث العمليات والدي يستخدم بشكل واسع في القرارات داخل المؤسسة.

الفصل الثاني

طرق تحديد مثوليّة الشبكة

مقدمة:

يتوجب اتخاذ القرارات بصورة مستمرة في عالم التجارة وإدارة الأعمال، وهناك عدد من الطرق الكمية التي يمكن للشركات استخدامها في صنع القرارات وحل المشاكل التي تظهر.

تدعى هذه الطرق بالمجمل بأساليب البحوث الميدانية أو بحوث العمليات، وتستخدم الطرق العلمية والمنطقية لاتخاذ القرار.

بحوث العمليات هي فرع من فروع الرياضيات التطبيقية تهتم بتحسين عمليات وطرق معينة، كما تعرف بحوث العمليات على أنها مجموعة الطرق و الأساليب العلمية المساعدة على اتخاذ قرارات التسيير العلمي الأمثلي في الإدارة، وهي تعتمد على القياس الكمي بمساعدة الأساليب الإحصائية و الرياضية، وجوهر ما تتناوله هو البحث عن أمثلية تسيير الموارد المادية والبشرية في مختلف المؤسسات في ظل ظروف كمية محددة [1].

ويرجع أصل هذه الكلمة إلى الميدان العسكري، فكانت البداية الحقيقية لها في الحرب العالمية الثانية حيث تكونت أول لجنة أطلق عليها أسم لجنة بحوث العمليات وهي مكونة من باحثين ومختصين في مجالات مختلفة كالرياضيات، الإحصاء، الهندسة والفيزياء... فكانت الأسئلة المطروحة من نوع:

- ما هو العدد الأنسب من السفن الحربية لحماية مجموعة السفن؟

- ما هي المساحة الأمثل للقصف لتحقيق أكبر دقة ممكنة وأقل تبعثر؟

بعد الحرب العالمية تبين بأن هذه الأساليب التي استخدمت في الحرب أي في المجال العسكري يمكن تطبيقها في الإدارة وفي العلوم الاقتصادية فسميت أيضا بالبحوث المؤسساتية.

تستخدم أساليب بحوث العمليات النماذج العملية (أي حالات العالم الحقيقي المبسطة) لتقصّي الحلول المناسبة للمشاكل التي قد تواجهها مختلف الشركات، على أن هذه النماذج تساعد فقط في عمليات صنع القرار عندما يكون لا يزال هناك حاجة لاتخاذ نفس القرار، وقد تتطلب هذه النماذج معطيات نوعية وكمية أخرى قد لا يتضمنها النموذج المستخدم.

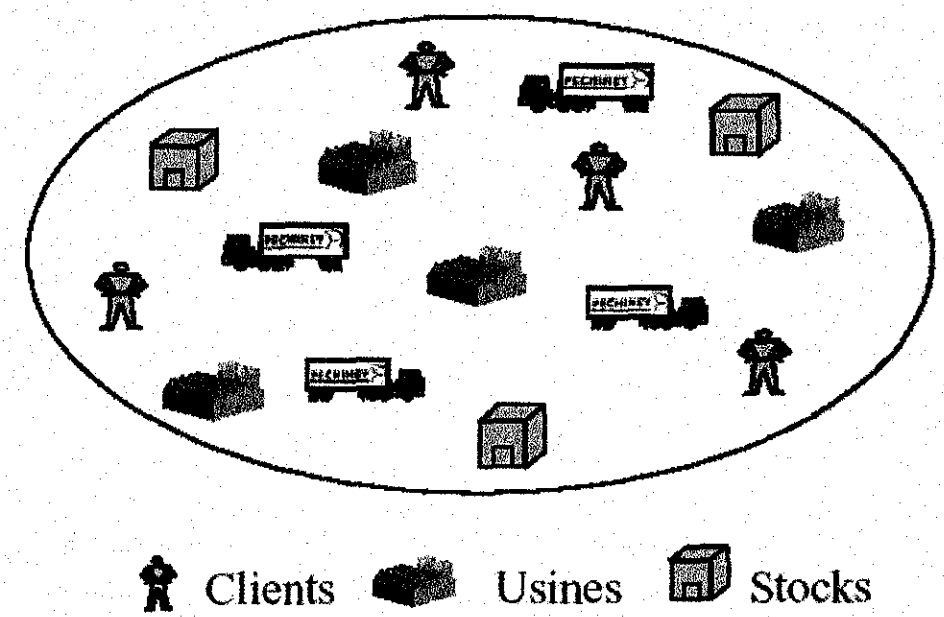
---

[1] محمد راتول" بحوث العمليات" ديوان المطبوعات الجامعية.2004-ص 4

تتضمن أنماط القرارات التي يمكن استخدام هذه النماذج فيها:

- أين يجب إنشاء مصنعنا الجديد؟
- ما الترتيب الواجب اتخاذه لتجميع المنتج الجديد؟
- ما هي طريقة التوزيع ذات نفقات النقل الأدنى؟
- كيف يجب توزيع الموارد في عملية الإنتاج؟
- كيف ينبغي تنظيم إطلاق المنتج الحديث؟
- كيف يمكن تخفيض زمن الانتظار بالنسبة للزبائن؟
- كيف نستطيع الوصول إلى الإنتاج بالكمية والجودة والسعر المحدد وفي الوقت المطلوب؟
- كيف يمكن أن نصل إلى المثولية في شبكة الإنتاج والتوزيع؟

هذا التساؤل يقودنا إلى وضع مفهوم لشبكة الإنتاج والتوزيع حتى نتمكن من الوصول إلى المتولية فيها، يمكن تلخيص هذا المفهوم و هذه العلاقة فى الشكل التالى:



Référence : Clarisse Dhaenens "optimisation d'un réseau de production et de distribution" thèse de doctorat. Paris. 1998

هناك تقنيات رياضية يمكنها حل هذه المشاكل والمتمثلة أساسا في تخفيض تكاليف الإنتاج والتخزين و إيصال المنتج إلى الزبون في الوقت المناسب و المكان المناسب، تمكن المؤسسة من زيادة الربح للحد الأقصى، و تخفيض النفقات للحد الأدنى، على أن يكون هناك سلسلة من القيود الخطية من أهمها أو ما سوف نتطرق إليه:

1- البرمجة الخطية **la programmation linéaire**
2- نظرية الشبكات **la théorie des graphes**
3- البرمجة بالأهداف **Goal programming**

المبحث الأول: البرمجة الخطية

المطلب الأول: مفهوم البرمجة الخطية

قدم جورج دانتز أول نموذج للبرمجة الخطية سنة 1947 كأسلوب ذكي يساعد على اتخاذ القرار، والبرنامج الخطي هو صيغة رياضية مشتقة من واقع معين هدفها الأساسي هو البحث عن أمثلية الاستخدام عن طريق دالة رياضية، والمقصود بكلمة أمثلية الوصول إلى أعلى قيمة للدالة الاقتصادية أو أدنى قيمة لها حسب الحالة.

1- مفاهيم أساسية:

أ* النمذجة:

النمذجة هي بالتعريف مجموعة إجراءات تتضمن عمليات معقدة مرتبطة ببعضها لإنشاء نموذج ممثل لمشكلة حقيقية. أي تمثيل المشكلة الحقيقية بشيء أبسط منها نسميه النموذج.

ويمكن أن نصنف النماذج وفق ما يأتي:

1- نماذج فيزيائية:

وهي تمثل أنظمة فيزيائية تكون تكلفة تصميمها كبيرة أو تأخذ وقتاً طويلاً .فيكون النموذج تبسيطاً لعرض هذا النظام الفيزيائي الحقيقي. و يكون الهدف من النمذجة هو تحليل سلوك النظام لمعرفة ميزاته (إذا كان النظام موجوداً) أو من أجل إيجاد أفضل تصميم له في المستقبل.

2- نماذج ذهنية:

يوجد هذا النوع من النماذج في عقل الإنسان فقط. ويتكون نتيجة لتراكم خبرات الإنسان وتجاربه. وهذه النماذج غالباً ما تكون غير واضحة وغير محددة، ولا يمكن التعبير عنها بعلاقات من أي نوع، ولكنها تساعد الإنسان على اتخاذ القرارات ورسم المخططات الضرورية لمسيرة حياته.

3 - نماذج رمزية:

و تتكون من نماذج رياضية وأخرى غير رياضية. نقصد بالنماذج غير الرياضية، نماذج لغوية (كلامية (، نماذج رسومية و مخططات ... ، أما النماذج الرياضية فهي ولعدة أسباب تعد الأهم والأكثر استخداماً من سائر أنواع النماذج الأخرى.

ب*النمذجة الرياضية:

هي التعبير عن الترابط بين المتغيرات الفيزيائية لنظام ما بعلاقات رياضية، أو بشكل آخر. النمذجة الرياضية هي صياغة مسألة ما وفق علاقات رياضية يطلق عليها اسم النموذج الرياضي. ولتكوين نماذج رياضية لأي مسألة أو مشكلة مطروحة لا بد من إتباع الخطوات الآتية:

1- دراسة المشكلة المطروحة وتحديد غايتها ومكوناتها. فيجب أن تكون هناك غاية ما يراد الوصول إليها، مثل تأمين ربح أعظمي أو تأمين كلفة صغرى أو تأمين توفير أعظمي بالوقت والجهد.

كما يجب تحديد مجاهل المسألة التي يجب إيجاد قيمها للوصول للغاية المطلوبة، يمكن أن تكون هذه المجاهل كميات إنتاج لمنتجات معينة أو ساعات عمل في مؤسسة اقتصادية أو مبالغ من المال لفعاليات معينة أو كميات منقولة على طرق معينة وغير ذلك

2- تحديد المدخلات والمخرجات في ضوء الإمكانات المتاحة، وتحديد القيود المفروضة على المشكلة، فمثلاً الشركة لا تستطيع توفير أكثر من حجم معين من المواد الأولية لأسباب قد تكون خارجة عن إرادتها.

3- بيان علاقات التأثير بين مجاهل المسألة . فمثلاً في مصنع معين ، إذا زاد إنتاج أحد المنتجات فإن ذلك سيؤدي إلى إنقاص الإنتاج من المنتجات الأخرى . كما أن هناك شروطاً يجب أن تحققها هذه المجاهل بغض النظر عن مردودها من حيث الغاية التي يجب تحقيقها. فمثلاً إذا كان أحد المجاهل ممثلاً لكمية منتجة، يشترط فيه ألا يكون سالباً، وقد يفترض فيه ألا يقل عن أو أن يزيد على كمية معينة.

4- بعد تحديد كل ما ورد أعلاه فإنه بالإمكان صياغة المسألة ضمن علاقات رياضية بمجموعها نطلق عليها اسم " النموذج الرياضي ". وهذا النموذج هو تمثيل للمشكلة بصيغة رياضية قابلة للحل باستخدام إحدى الطرق أو الوسائل المتوافرة في بحوث العمليات .

ملاحظة 1:

بشكل عام لا تكون المسألة الحقيقية سهلة الترجمة إلى نماذج رياضية. حتى لو فرضنا أنه من الممكن ترجمة أي مسألة نصية إلى نموذج رياضي، فإنه ليس من الضروري أن يكون لكل نموذج رياضي حلول .لذلك فإنه من الضروري أن نبسط المسألة أو نقربها إلى مسألة أخرى قريبة منها، وفي الوقت نفسه تكون أسهل للترجمة إلى نموذج رياضي، على أن نحافظ في أثناء عملية التقريب (التبسيط) لمسألة ما على كل الميزات الأساسية لها. فمثلاً، عند دراسة حركة كوكب، يمكن عده نقطة في الفضاء ونهمل حجمه وشكله.

ملاحظة 2:

بعد إيجاد النموذج الرياضي وتفسير نتائجه وفق طبيعة المسألة الحقيقية، فإننا نكون أمام إحدى حالتين:

- إذا كانت هذه النتائج جيدة ومُرْضية، فإننا نكون قد وفقنا بإيجاد النموذج الرياضي الذي يمثل المسألة الحقيقية .
- وإذا لم تكن النتائج مُرْضية ، فإننا نحاول إجراء بعض التعديلات والتغييرات في الفرضيات التي اعتبرناها عند تقريب المسألة ، أو أن نبحث عن هيكل آخر للنموذج الرياضي.

جـ*الدالة الاقتصادية

أو ما يسمى بدالة الهدف هي دالة رياضية تتكون من مجموعة من المتغيرات من الدرجة الأولى في وجود مجموعة من القيود تكون في شكل معادلات أو متراجحات من الدرجة الأولى.

2- تعريف البرمجة الخطية:

من خلال هذه المصطلحات يمكن أن نعطي تعريفا دقيقا للبرمجة الخطية

"إن البرمجة الخطية ليست علما مستقلا بذاته ولا فنا وإنما هي مجموعة من طرق التحليل العلمي هدفها الأساسي هو البحث عن أمثليات الاستخدام للموارد الاقتصادية على مستوى الاقتصاد الجزئي خاصة، وذلك بالاعتماد على الأساليب الرياضية" [1].

[1]: محمد راتول "بحوث العمليات" مرجع سابق ص 16

"إن البرمجة الخطية بصفة عامة هي أسلوب رياضي يمكن من الحصول على أفضل حل للمشاكل التي يكون لها عدة حلول ممكنة بديلة " [1].
ويمكن تعريف البرمجة الخطية بأنها:" أسلوب رياضي لتوزيع مجموعة من الموارد والإمكانيات المحدودة على عدد من الحاجيات المتنافسة على هذه الموارد ضمن مجموعة من القيود والعوامل الثابتة بحيث يحقق هذا التوزيع أفضل نتيجة ممكنة أي أن يكون توزيعا مثاليا"[2].
يتم استخدام البرمجة الخطية على نطاق واسع كطريقة لنموذج يمكنه حل مشاكل اتخاذ القرار ذات المتحولات العديدة.
تعطى قيم القرارات الممكنة بشكل عام من خلال مجموعة من القيود الموصفة رياضياً، ويجب أن تكون هذه القيود و دالة الهدف في البرنامج الخطي متعلقة خطياً بمتحولات المشكلة.

يمكن استخدام البرمجة الخطية في حالات عملية شديدة التنوع، ويتوجب ترجمة هذه الحالات إلى نماذج رياضية، ومن ثم يجب حل هذه النماذج إما يدوياً، أو بوساطة البرامج الحاسوبية وسنتطرق إليها بالتفصيل..

ومن الأمثلة على طرق البرمجة الخطية:

الرسم البياني (أو التمازج)	تظهر هذه التقنية للشركة كيفية توزيع مواردها على أفضل وجه، بفرض عدد من القيود. إنها تعد مشاكل الشركات على شكل سلسلة من التعبير الرياضية الخطية.
النقل	تعتبر هذه الطريقة مفيدة عندما تواجه الشركات مشاكلاً في نقل المواد من عدد من المراكز المختلفة إلى أماكن مختلفة. مثلاً، يجب على شركة توزيع أن تحدد أكثر الطرق فعالية لتوزيع البضائع من مستودعاتها إلى عدد من الزبائن
تحليل الحساسية	يتم استخدام تحليل الحساسية عندما يكون من الضروري معرفة التأثير الناجم عن التغييرات في المشكلة الأصلية، ولكن دون تكرار كامل لعملية التحليل.
أشجار القرار	تنطوي معظم القرارات على بعض المجازفة. فعندما يكون الناتج غير محدد، يمكن استخدام أشجار القرار للمساعدة على الوصول إلى قرار ما. لذا، تعتبر هذه الطريقة ناجحة لتعقب النواتج البديلة لأي قرار، ومقارنة النتائج المحتملة لهذه البدائل

[1]: كمال خليفة أبو زيد، زينات محمد محرم"دراسات في استخدام بحوث العمليات في المحاسبة" المكتب الجامعي الحديث. إسكندرية. ص 31
[2]: فتحي خليل حمدان، رشيق رفيق مرعي "مقدمة في بحوث العمليات" دار وائل للنشر الطبعة الرابعة 2004، ص 21

3 - خصائص البرمجة الخطية:

إن استخدام أسلوب البرمجة الخطية لحل مشاكل يتطلب توفر مجموعة من الشروط أو الخصائص و هي:

1- شرط الخطية: إن العلاقة بين المتغيرات التي تتكون منها المشكلة تكون خطية أو تأخذ شكل خط مستقيم.
2- ضرورة وجود هدف واحد يراد تحقيقه، وقد يكون هذا الهدف هو تحقيق أقصى ربح ممكن أو أقصى ربح ممكن أو أقصى قيمة ممكنة.ويجب أن يكون هذا الهدف واضحا و دقيقا.
3- وجود المتغيرات: يجب أن تتضمن المشكلة الاقتصادية المراد حلها عددا من المتغيرات و التي يؤدي اختيار القيمة المثلى لكل منها إلى تحقيق الهدف المراد تحقيقه،وقد تكون هذه المتغيرات وحدات منتجات أ مناطق توزيع أو أنشطة مختلفة تقوم بها المنشأة.
4- تعدد القيود:تتطلب المشكلة مجموعة من القيود التي تؤثر على حرية متخذ القرار في الوصول إلى الحل الأمثل وبالتالي يتطلب الأمر التضحية ببعض البدائل، وتكون هذه القيود متعلقة بالمدخلات مثل الطاقة، المواد الخام أو عناصر الإنتاج المختلفة..و المخرجات مثل حجم السوق المتاح أو الطلب المتوقع أو نوعية المستهلكين..كما قد تكون متعلقة بالبيئة المحيطة، أي أن متخذ القرار ليس مطلق اليدين في اختياره لقيم متغيرات القرار التي تحقق الهدف المرغوب.
5- تعدد البدائل: يجب أن يتوفر أكثر من بديل أمام متخذ القرار حتى يتمكن من اختيار أفضلها والذي يحقق له الهدف المنشود سواء كان تعظيم الربح أو تدنيه التكاليف مع مراعاة القيود.
6- ضرورة أن تكون جميع متغيرات القرار مستمرة وليس بالضرورة أن تكون قيم المتغيرات صحيحة فيمكن أن تكون كسرية.
7- توفر البيانات اللازمة:يستوجب تطبيق أسلوب البرمجة الخطية توفر كل البيانات اللازمة لإعداد النموذج وأن تكون هذه البيانات معلومة بصفة مؤكدة.

4 - استخدامات البرمجة الخطية:

يتم استخدام البرمجة الخطية على نطاق واسع كطريقة لنموذج يمكنه حل مشاكل اتخاذ القرار ذات المتغيرات العديدة، حيث تستخدم في كل المسائل الاقتصادية التي تهدف إلى البحث عن المتغيرات الاقتصادية بهدف الوصول إلى الأمثلية في الاستخدام مع احترام مجموعة من القيود المالية أو التقنية أو كلاهما.

تستخدم البرمجة الخطية في مجالات متعددة كالعلوم الاقتصادية، المالية، التجارية وغيرها من العلوم...

وأهم المواضيع التي تعالجها البرمجة الخطية في هذه العلوم نذكر:

المطلب الثاني: حلّ نموذج البرمجة الخطيّة.

الفرع الأوّل: بناء نموذج البرمجة الخطيّة.

إنّ البرمجة الخطيّة قد احتلت في الوقت الحاضر مركزا مرموقا في مجالات بحوث العمليّات و تكمن أهميتها الأساسيّة في كونها وسيلة لدراسة سلوك عدد كبير من الأنظمة [1] ، باعتبارها الأسلوب الرياضي الذي يمكّن من توزيع مجموعة من الموارد و الإمكانيّات المحدودة على عدد من الحاجيات المتنافسة على هذه الموارد ضمن مجموعة من القيود و العوامل التابعة بحيث يحقق هذا التوزيع أفضل نتيجة ممكنة ، أي أن يكون توزيعها مثاليّا ، و أهمّ خطوة في البحث عن الأمثليّة هو " بناء البرنامج الخطّي " .

و يقصد به تحويل المسألة من واقع كلامي مسرود في تعابير أدبيّة إلى شكل مسألة مصاغة في قلب رياضي واضح[2] , متكوّن من عدد من المتغيّرات ، به دالة الهدف تكون في حالة تعظيم أو حالة تدنئة،و عدد من القيود تكون إمّا شكل معادلات أو متراجحات أو هما معا .

لتشكيل نموذج البرمجة الخطيّة يجب إتّباع عدّة خطوات و التي تتمثل في[3] :

1- التعرّف على متغيّرات القرار، أي تحديد الأنشطة التي يستطيع متخذ القرار الرقابة عليها.
2- تحديد دالّة الهدف ، مع التأكد أن تكون وحدات قياس العناصر المكوّنة لدّالة الهدف متجانسة .
3- تحديد القيود المختلفة التي تتضمّنها المشكلة و التعبير عنها رياضيّا.

يمكن كتابة البرنامج الخطّي رياضيّا و ذلك حسب حالتين:

أ* حالة التّعظيم :

$$MAX : Z = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + ...c_nX_n$$

$$s/c \begin{cases} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + ...a_{1n}X_n \leq b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + ...a_{2n}X_n \leq b_2 \\ . \\ . \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + ...a_{mn}X_n \leq b_m \\ X_i \geq 0 \qquad i = \{1.....n\} \end{cases}$$

---

[1] : فتحي خليل حمدان، رشيق رفيق مرعي:"مقدّمة في بحوث العمليّات"، دار وائل للنشر، الطبعة الرابعة 2004. ص 21.

[2] : محمد راتول " بحوث العمليّات", مرجع سابق ص 17

[3] : كمال خليفة بوزيد , زينات محمد محرم " دراسات في استخدام بحوث العمليّات في المحاسبة " 2006 .ص 40 .

حيث:

*MAX : هي اختصار كلمة "*MAXIMISATION*" , و هي تعني التعظيم أي جعل الدّالة الاقتصادية Z في أعظم قيمة لها.

* $X_1 , X_2 , \ldots X_n$: هي متغيّرات البرنامج الخطّي ، هدف البرنامج الخطي هو البحث عن قيمها . و هي تعبّر عن الكميّات أساسا ، لذا يشترط عدم سلبيّتها ، كما يدّل القيد الأخير ، و هذا أمر منطقي .

* $c_1 , c_2 , c_3 \ldots\ldots c_n$:هي معاملات الدّالة الاقتصادية أو دالة الهدف .

* $\begin{cases} a_{11} , a_{12} \ldots\ldots a_{1n} \\ a_{21} , a_{22} \ldots\ldots a_{2n} \\ a_{m1} , a_{m2} \ldots\ldots a_{mn} \end{cases}$ هي تمثل معاملات القيود ، و يمكن أن تأخذ أيّة قيمة.

* $b_1 , b_2 , b_3 , \ldots\ldots b_m$: هي تمثل شعاع الثوابت و يشترط فيها أن تكون موجبة .

* s /c : تعني تحت القيود المعبّر عنها بمعادلات أو متراجحات و التي تمثل الطاقة المتاحة التي يتم تعظيم حالة الهدف في حدودها .

يمكن تحويل البرنامج الخطّي على الشكل المصفوفي كما يلي :

دالة الهدف :

$$MAX : Z = [c_1 , c_2 , c_3 , \ldots , c_n] \times \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ . \\ X_n \end{bmatrix}$$

القيود :

$$s/c \begin{bmatrix} a_{11} , a_{12} , a_{13} , \ldots\ldots a_{1n} \\ a_{21} , a_{22} , a_{23} , \ldots\ldots a_{2n} \\ . \\ . \\ a_{m1} , a_{m2} , a_{m3} , \ldots\ldots a_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ . \\ . \\ X_n \end{bmatrix} \leq \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ . \\ . \\ b_m \end{bmatrix}$$

شرط عدم السلبيّة :

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ . \\ . \\ X_n \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ . \\ . \\ 0 \end{bmatrix}$$

ب- حالة التدنئة :

في حالة التدنئة يكتب البرنامج الخطّي كما يلي :

$$MIN : Z = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \ldots\ldots c_nX_n$$

$$s/c \begin{cases} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \ldots\ldots a_{1n}X_n \geq b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \ldots\ldots a_{2n}X_n \geq b_2 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + \ldots\ldots a_{3n}X_n \geq b_3 \\ . \\ . \\ . \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \ldots\ldots a_{mn}X_n \geq b_m \\ X_i \geq 0 \qquad (\ i = \{1, 2, 3, \ldots\ldots n\}\ ) \end{cases}$$

حيث:

MIN : هي اختصار كلمة " ***MINIMISATION*** " ، و هي تعني التدنئة أي جعل الدّالة الاقتصادية في أقّل قيمة لها .

لفهم كيفيّة بناء نموذج البرمجة الخطيّة نأخذ المثال التّالي:

مثال (2 – 1) : مؤسسّة اقتصادية بها 03 ورشات لإنتاج 03 أنواع من المنتوجات :

- الورشة 1 : تجرى بها عمليّة صناعة الهياكل ، طاقة العمل القصوى بها هي 32 ساعة عمل يوميّا .

ما يعادل 4 عمّال و كلّ عامل يشتغل 8 ساعات يوميّا.

- الورشة 2 : تجرى عمليّة تركيب الملحقات ، طاقة العمل القصوى بها 24 ساعة عمل يوميّا .

- الورشة 3 :تجرى بها عمليّات الطّلاء ، التزيين و التغليف ، طاقة العمل القصوى بها هي 16 ساعة عمل يوميّا .

تسعى المؤسسّة لتحقيق أكبر ربح ممكن و لأجل هذا قامت بدراسة تقنيّة، بيّنت لها أنّ :

الوحدة الواحدة من المنتوج الأوّل تتطلب: 4 ساعات عمل في الورشة 1.
ساعتين عمل في الورشة 2.
ساعتين عمل في الورشة 3.

الوحدة الواحدة من المنتوج الثاني تتطلب: 4 ساعات عمل في الورشة 1.
4 ساعات عمل في الورشة 2.
ساعتين عمل في الورشة 3.

الوحدة الواحدة من المنتوج الثالث تتطلب: 5 ساعات عمل في الورشة 1 .
3 ساعات عمل في الورشة 2 .
ساعة عمل في الورشة 3 .

الربح الصّافي للوحدة الواحدة من كلّ منتوج هو :

- المنتوج الأوّل : 200 دج
- المنتوج الثاني : 150 دج
- المنتوج الثالث : 120 دج

إيجاد الصّيغة الرياضيّة لهذه المسألة و التي تسمح بإيجاد الكميّات الواجب إنتاجها من كلّ منتوج و الوصول إلى أكبر ربح للمؤسسّة:

تحديد متغيّرات المسألة:

هي الكميّات الواجب إنتاجها إذن نضع : X_1 : عدد الخزائن .

X_2 : عدد المكاتب .

X_3 : عدد الكراسي .

يمكن تلخيص المعطيات في الجدول التّالي :

المنتوجات / الورشات	الوقت المستغرق في كلّ ورشة بالساعات			الطاقة القصوى للورشات
	المنتوج1 X_1	المنتوج2 X_2	المنتوج3 X_3	
الورشة 1	4	4	5	32
الورشة 2	2	4	3	24
الورشة 3	2	2	1	16
ربح الوحدة الواحدة	200	150	120	

جدول (2-1)

يمكن الاعتماد كليّا على جدول المسألة من أجل بناء البرنامج الخطّي :

دالّة الهدف : $MAX \quad Z = 200X_1 + 150X_2 + 120X_3$

$$s/c \begin{cases} 4x_1 + 4x_2 + 5x_3 \leq 32 & \text{قيد الورشة 1 :} \\ 2x_1 + 4x_2 + 3x_3 \leq 24 & \text{قيد الورشة 2 :} \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 16 & \text{قيد الورشة 3 :} \\ (x_1 , x_2 , x_3) \geq 0 \end{cases}$$

و بهذا تكون المسألة قد حوّلت من شكلها الأدبي الوصفي إلى الشكل الرّياضي .

* أمثلة عن نماذج البرمجة الخطيّة:

إنّ البرمجة الخطيّة تحتل مكانة مهمّة في مختلف ميادين بحوث العمليّات المطبقة في نشاطات الإنتاج بالخصوص، و من أهمّ الأمثلة عن نماذج البرمجة الخطيّة نذكر:

1- مسائل تخطيط الإنتاج:

شروط تحقيق الإنتاج في مؤسسة صناعيّة تتمثل فيما يلي :

- توفّر عدد "m" من المواد حيث p_i ($i = 1,\ldots,m$) موجودة بكميّات d_i $(i = 1,\ldots,n)$
- عمليّة الإنتاج تسمح بتحقيق عدد "n" من المنتوجات .
- الربح الوحدي المحقق بالنسبة لكلّ منتوج بالوحدات النقديّة هو "c_j" .

تريد المؤسسة تخطيط الموارد بحيث يكون الإنتاج النهائي خلال فترة معيّنة أكبر ما يمكن.

- " a_{ij} " هي كميّة المورد المستعمل لصنع وحدة من المنتوج j .

يكتسي نموذج البرمجة الخطيّة النموذج الآتي:

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^{n} c_j \; x_{ij}$$

$$\text{s/c} \begin{cases} a_{ij} \; x_{ij} \leq d_i \\ x_j \geq 0 \; (j = 1,\ldots,n) \end{cases}$$

2- تنظيم النقل:

تعتبر مسائل النقل من الناحيّة الاقتصادية الجزء المهّم من الإنتاج ، حيث تمثل إحدى المواضيع الهامّة المدرجة في بحوث العمليّات قسم البرمجة الخطيّة ، باعتبارها تهدف للوصول إلى الأمثليّة في وجود مجموعة من القيود الخطيّة .

يتكوّن نموذج البرمجة الخطيّة المطبق في ميدان النقل ممّا يلي :

- عدد m من مراكز الإرسال p_i $i = 1,\ldots,m$
- عدد n من مراكز الإستقبال Q_j $j = 1,\ldots,n$
- الكميّة الموجودة لدى مراكز الإرسال a_i
- الكميّة الضروريّة و اللازمة لمركز الإستقبال b_j .
- الكلفة الوحديّة لنقل وحدة من المنتوج c_{ij} من المراكز p_i إلى المركز Q_j .
- x_{ij} : الكميّة من المنتوج اللازم نقلها من مركز الإرسال إلى مركز الاستقبال .

من أجل أن تكون التكاليف الكليّة للنقل أقل ما يمكن، يكتب نموذج البرمجة الخطيّة كما يلي .

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} \; x_{ij}$$

$$\text{s/c} \begin{cases} \sum_{i=1}^{n} x_{ij} = a_i \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j \\ x_{ij} \geq 0 \end{cases}$$

3- توزيع نفقات الإنتاج :

لدينا في مؤسسة ورشات Q_j $(j = 1,...,m)$ ، تصنع منتوجات بمردود مختلف p_i $(i = 1,.....,m)$.

إنّ نشاط تحقيق الإنتاج يتصّف بالمعطيّات التاليّة :

- a_{ij}: الوقت الضروري لصنع وحدة من المنتوج p_i في الورشة Q_j .
- c_{ij}: الكلفة الوحديّة لإنتاج وحدة من المنتوج p_i في الورشة Q_j .
- b_i: الكميّة المخططة من المنتوج p_i .
- t_j: وقت العمل الضروري في الورشة Q_j .
- x_{ij}: الكميّة من المنتوج p_i الواجب إنتاجها في الورشة Q_j .

حتىّ تكون تكاليف الإنتاج أقلّ ما يمكن ، يمكن أن يكون نموذج البرمجة الخطيّة لهذه المسألة كالآتي :

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} c_j x_{ij}$$

$$\text{s/c} \begin{cases} \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = s_i \\ \sum_{i=1}^{n} a_{ij} x_{ij} \leq t_{ij} \\ x_{ij} \geq 0 \\ i = (1,....,n) \, , \, j = (1,....,m) \end{cases}$$

4- توزيع السّلع :

أي وحدة تجاريّة هدفها الأساسي هو وضع مخطّط للتوزيع خلال فترة زمنيّة معيّنة، الشروط التّي يتحقق فيها التوزيع تتصّف بالمعطيات التاليّة:

p_i : السلعة من النوع i $\quad i = 1,.....,n$

a_i : الحدّ الأدنى لمخطط التوزيع لـ p_i خلال الفترة المعيّنة .

b_i : الحدّ الأعلى لمخطط التوزيع السلعة p_i خلال الفترة المعيّنة .

c_i : الرّبح الوحدي لكلّ وحدة من السّلعة .

t_i : الوقت الضروري لتوزيع وحدة من السلعة p_i .

d : المساحة الكليّة للتخزين .

t : الوقت الكلّي لتوزيع السّلع .

نرمز بـ x_i إلى كميّة السلعة p_i الموزّعة خلال الفترة الزمنيّة المعتبرة و التي يكون من أجلها الربح الحدّي الكلّي في حده الأقصى ، فيكون نموذج البرمجة الخطّيّة كالآتي :

$$\text{MAX} \quad Z = \sum_{i=1}^{n} c_i \, x_i$$

$$\text{s/c} \begin{cases} a_i \le x_i \le b_i \\ \sum_{i=1}^{n} t_i \, xi \le t \\ \sum_{i=1}^{n} d_i \, x_i \le d \\ x_i \ge 0 \quad (i = 1,\ldots,n) \end{cases}$$

4- نحدد منطقة الحلول و ذلك بتشطيب المناطق التي لا تحقق القيود و هي توجد إلى يمين المستقيم في حالة ما إذا كانت المتراجحة أصغر أو يساوي $\geq$ ، و إلى يسار المستقيم في حالة ما إذا كانت المتراجحة $\leq$.
5- نحصل في الغالب على مضلّع متعدّد الرؤوس و هو يمثل منطقة الحلّ.
6- نجعل دالّة الهدف معدومة أو نساويها للصّفر و نرسم مستقيمها على نفس المعلم .
7- نحرّك المستقيم الممثل لدالة الهدف بصفة متوازية اتجاه رؤوس المضلع، وتكون النقطة:

- التي تحقق أكبر قيمة للدالّة الاقتصادية في حالة التعظيم هي آخر نقطة يصل إليها المستقيم عند سحبه إلى الأعلى ، و هي نقطة حاصلة من تقاطع عدّة مستقيمات مولّدة و هي تمثل أبعد نقطة عن المبدأ (0 , 0) .
- التي تحقق أصغر قيمة للدالة الاقتصادية في حالة التدنئة و هي أوّل نقطة يصل إليها المستقيم في حالة سحبه إلى الأعلى.

8 - نجد إحداثيات هذه النقطة و التي تمثل الحلّ الأمثل الذي يحقق أعظم قيمة للدالة الاقتصادية في حالة التعظيم ، و أقل قيمة لدّالة الهدف في حالة التدنئة . كما يمكن إيجاد الحلّ من خلال:
إيجاد إحداثيات رؤوس المضلع و تعويضها في دالة الهدف.
النقطة التي تحقق أكبر قيمة لدالة الهدف في حالة التعظيم هي التي تمثل الحلّ الأمثل.
النقطة التي تحقق أقل قيمة لدالة الهدف في حالة التدنئة هي التي تمثل الحلّ الأمثل.
و يمكن التوضيح من خلال المثال التّالي:

مثال (2- 2):

مصنع ينتج منتوجين A , B .
كلّ منتوج يمرّ بـ 03 ورشات ، و لدينا إستهلاك الطاقة بالسّاعات اللازمة لإنتاج كلّ منتوج في كلّ من الورشات الثلاثة موضّح في الجدول التّالي :

الطاقة المتاحة	B	A	الإستهلاك
6	2	1	الورشة 1
4	1	1	الورشة 2
3	0	1	الورشة 3

جدول (2-2)

و تقدّر المؤسسة الرّبح الناتج عن كلّ منتوج.

المنتوج	A	B
الربح	2	1

الهـدف : إيجـاد الكميّـات من المنتجين A , B و التي تحقـق أقصـى ربـح ممكـن .

1- إيجـاد نمـوذج البـرمجـة الخطيّـة :

دالـة الهـدف : $MAX \quad Z = 2X_1 + X_2$

تحقـق القيـود

$$s/c \begin{cases} X_1 + 2X_2 \leq 6 \\ X_1 + X_2 \leq 4 \\ X_1 \leq 3 \\ X_1 \geq 0 \; X_2 \geq 0 \end{cases}$$

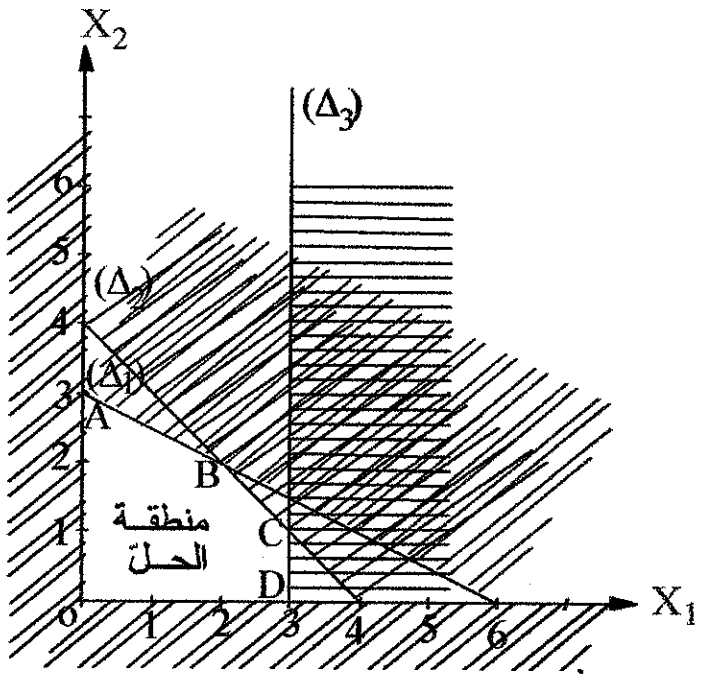
2- تحـويل المتـراجحـات إلى معـادلات و تمثيلهـا بالمستقيمـات :

$(\Delta_1) : X_1 + 2X_2 = 6$ $(\Delta_2) : X_1 + X_2 = 4$ $(\Delta_3) : X_1 = 3$

X_1	X_2
0	3
6	0

X_1	X_2
0	4
4	0

X_1	X_2
3	0



منحنى (1-2)

3- إيجاد إحداثيات رؤوس المضلّع OABCD

O : ⟵ $X_1 = 0$
$X_2 = 0$

A : ⟵ $X_1 = 0$
$X_2 = 3$

B : ⟵ $X_1 = ?$
$X_2 = ?$

لإيجاد B و التي تمثل نقطة تقاطع (Δ_1) , (Δ_2) من خلال :

$$X_1 + 2X_2 - 6 = X_1 + X_2 - 4$$
$$\Rightarrow X_2 = 2$$

بتعويض X_2 في إحدى نجد : $X_1 = 2$

و منه :

B : ⟵ $X_1 = 2$
$X_2 = 2$

C : ⟵ $X_1 = 3$
$X_2 = ?$

لإيجاد X2 نعوّض X1 في معادلة المستقيم (Δ_2)

$$X_1 + X_2 = 4 \Rightarrow 3 + X_2 = 4$$
$$\Rightarrow X_2 = 1$$

ومنه

C : ⟵ $X_1 = 3$
$X_2 = 1$

D : ⟵ $X_1 = 3$
$X_2 = 0$

4- نعوّض قيمة هذه النقط في دالّة الهدف في الجدول التّالي :

$$Z = 2X_1 + X_2$$

النقاط	X1	X2	Z
O	0	0	0
A	0	3	3
B	2	2	6
C	3	1	7
D	3	0	6

جدول (2 - 3)

نأخذ قيم X_2 , X_1 و التي تعطي أكبر قيمة لـ Z و يكون الحلّ الأمثل هو :

$$\begin{cases} X_1^* = 3 \\ X_2^* = 1 \\ Z^* = 7 \end{cases}$$

لتحقيق أكبر ربح و الذي يقدر بـ 7 وحدات نقديّة، على المؤسسّة إنتاج 03 وحدات من المنتوج A، و وحدة واحدة من المنتوج B .

ثانيا: الطريقة المبسّطة: Méthode de simplexe

تعتبر هذه الطريقة وسيلة رياضيّة ذات كفاءة عاليّة في استخراج الحلّ الأمثل لمسائل البرمجة الخطيّة بغضّ النّظر عن عدد متغيّرات المسألة.

و يعتبر الأمريكي *"George Danzig"* " سنة 1947 أوّل من طوّر استخدام طريقة *"Simplexe"* لحلّ مسائل البرمجة الخطيّة.

ونستخدم هذه الطريقة لإيجاد قيم المتغيّرات القراريّة X التي تعظّم أو تصغّر دالة الهدف بإتباع سلسلة من الخطوات المتتاليّة و المنتظمة.

و في كلّ خطوة يتمّ تقييم دالة الهدف إلى غاية مرحلة التوقف و التي من خلالها تأخذ دالة الهدف قيمة قصوى في حالة التعظيم، و قيمة دنيا في حالة التدنية.

تتمثل هذه الخطوات في:

أ- إعداد الحلّ المبدئي:

يتطلب إعداد الحلّ المبدئي مجموعة من الخطوات الفرعيّة و تتمثل فيما يلي :

1- تحويل المتراجحات إلى معادلات ماعدا القيود المتعلقة بشروط عدم السلبيّة و ذلك بإضافة متغيّرات جديدة تسمّى " المتغيّرات التكامليّة " أو كما يسميّ البعض المتغيّرات العاطلة [1]" Slack Variable "، تكون مرفقة بـ (-1) في حالة أكبر أو يساوي، و (+1) في حالة أصغر أو يساوي.

2- تعديل دالة الهدف:

يتمّ تعظيم دالة الهدف من خلال إضافة المتغيّرات التكامليّة إليها على أن يكون معامل كلّ من هذه المتغيرات مساويا للصّفر، وذلك لاستبعاد هذه المتغيّرات من الحلّ الأمثل.

3- شرط عدم السالبيّة:

يجب أن تنظّم المتغيّرات التكامليّة إلى المتغيّرات الأساسيّة لتصبح جميعها لا تأخذ قيما سالبة

4- وضع البيانات في جدول الحلّ المبدئي.

---

[1] - محمّد إسماعيل بلال "بحوث العمليّات استخدام الأساليب الكميّة في صنع القرار"، دار الجامعة الجديدة ، 2005 . ص 28 .

بعد حساب كلّ القيّم يتم اختبار الحلّ، و نواصل الحساب إلى غاية الوصول إلى الحلّ الأمثل.

و يمكن توضيح كلّ هذه الخطوات من خلال المثال التّالي:

نأخذ نفس المثال السّابق.

توصّلنا إلى النموذج التّالي:

$$MAX \quad Z = 2X_1 + X_2$$

$$s/c \begin{cases} X_1 + 2X_2 \leq 6 \\ X_1 + X_2 \leq 4 \\ X_1 \leq 3 \\ (X_1 , X_2) \geq 0 \end{cases}$$

$$MAX\ Z = 2X_1 + X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5$$

$$s/c \begin{cases} X_1 + 2X_2 + X_3 = 6 \\ X_1 + X_2 + X_4 = 4 \\ X_1 + X_5 = 3 \\ X_i \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,5) \end{cases}$$

<=

1- *تحويل المتراجحات إلى معادلات:*

$$X_1 + 2X_2 + X_3 = 6$$
$$X_1 + X_2 + X_4 = 4$$
$$X_1 + X_5 = 3$$

X_3 , X_4 , X_5 تمثل المتغيّرات التكامليّة

2- *تعديل دالة الهدف* :

$$MAX\ Z = 2X_1 + X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 0X_5$$

3- *شرط عدم السّالبيّة* :

$$X_i \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,5)$$

4- *وضع جدول الحلّ:*

* مصفوفة القيود: و لتكن :A

$$A = \begin{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 \end{matrix}$$
$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

القاعدة هي المصفوفة الأحاديّة (a_4 , a_5 , a_6) .

B	القيم الحرة b	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	$\theta = b/a_i$
		2	1	0	0	0	
a_3	6	1	2	1	0	0	6/1 = 6
a_4	4	1	0	0	1	0	4/1 = 4
a_5 ←	3	(1) pivot	0	0	0	1	3/1 =3 ←
$\Delta_j = c_j - z_j$		2	1	0	0	0	
a_3	3	0	2	1	0	-1	3/2
a_4 ←	1	0	(1) pivot	0	1	-1	1 ←
a_1	3	1	0	0	0	1	3/0 = ∞
$\Delta_j = c_j - z_j$		0	1	0	0	-2	
a_3	1	0	0	1	-2	-1	
a_2	1	1	0	0	1	-1	
a_1	3	1	0	0	0	1	
$\Delta_j = c_j - z_j$		0	0	0	-1	-1	

جدول (2 - 5)

بما أنّ $\Delta_j \leq 0$ ، نقول أنّ الحلّ الذي تمّ التوصّل إليه هو الحلّ الأمثل و نتوقف عن الحساب .

الحلّ يتمثل في : $X_1^* = 3$

$X_2^* = 1$

$Z^* = 2 \times 3 + 1 = 7$

إذن الكميّات المثلى التي تحقق أكبر ربح ممكن و الذي يقدّر بـ 7 وحدات نقديّة هي :
إنتاج 03 وحدات من المنتوج A ، و وحدة واحدة من المنتوج B .
و هي نفس النتيجة التي تمّ التوصّل إليها من خلال الطريقة البيانيّة .

ملاحظة :

في حالة ما إذا كانت القيود " أكبر أو يساوي " أو مساواة، فلا وجود للحلّ المبدئي ، لأنّ المتغيّرات التكامليّة " *Slack variable* " المضافة إلى هذا النّوع من القيود تكون ذات معامل صفري في حالة قيد المساواة .
و بالتالي لا وجود لقاعدة الأشعة الأحاديّة.

مثـال(2- 3):

$$MIN \quad Z = 4X_1 + 2X_2$$

$$s/c \begin{cases} 3X_1 + X_2 = 3 \\ 4X_1 + 3X_2 \geq 6 \\ X_1 + 2X_2 \leq 4 \\ X_1 \, X2 \geq 0 \end{cases}$$

إعداد الحـلّ المبـدئـي:

$$s/c \begin{cases} 3X_1 + X_2 = 3 \\ 4X_1 + 3X_2 - X_3 = 6 \\ X_1 + 2X_2 - X_4 = 4 \\ X_i \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,4) \end{cases}$$

المصفـوفـة المـرافقـة للقيـود A .

$$A = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ 3 & 1 & 0 & 0 \\ 4 & 3 & -1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

الحـلّ الأوّلـي عنـدمـا نضـع :

$$\begin{cases} X1 = X2 = 0 \\ Z = 0 \end{cases}$$

لا وجـود للحـلّ بالنسبـة للقيـد الأوّل لأنّ $3(0) + 0 = 3 \Rightarrow 0 = 3$

و بالتّـالـي لا يمكـن الحـلّ بـ *Simplexe العـادي*، و إنّمـا يجـب إضـافـة متغيّـرات أخـرى و هي المتغيّـرات الاصـطناعية .

*** المتغيّـرات الاصطناعية " *Les variable artificiel* " :**

عنـدمـا لا تحتـوي المصفـوفـة على قـاعـدة وحـديّـة تـوجـد طـريقـة للحصـول على حـلّ أسـاسي مبـدئي تسمّى طـريقـة القـاعدة الاصطناعية " de base artificielle " ، تتمثـل في إدخـال متغيّـرات اصطناعية في القيـود التي تكـون من الشكـل مسـاواة أو أكبـر ، حيـث يتـمّ إضـافـة متغيّـرات مـوجبـة لكـلّ معـادلـة لا تملك حـلّ أسـاسي أولي .

و المتغيّـرات الاصطناعية يجـب أن تكـون بنفـس شـروط المتغيّـرات التكـامليّـة.

لإيجاد الحلّ في مثل هذه الحالات هناك أسلوبين:

أ- طريقة M الكبرى:

خطوات حلّ النموذج الرياضيّة باستخدام المتغيّرات الاصطناعية يمكن أن نوضحها من خلال المثال التّالي:

مثال(2- 4) : لدينا النموذج الريّاضي التّالي :

$$MIN \quad Z = 109X_1 + 80X_2$$

$$s/c \begin{cases} 3X_1 + 4X_2 \geq 10 \\ 5X_1 + 2X_2 \geq 8 \\ X_1 , X_2 \geq 0 \end{cases}$$

1- إيجاد الحلّ المبدئي :

$$\text{A مصفوفة القيود} <= \begin{cases} 3X_1 + 4X_2 - X_3 = 10 \\ 5X_1 + 2X_2 - X_4 = 8 \\ X_1,X_2,X_3,X_4 \geq 0 \end{cases}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ 3 & 4 & -1 & 0 \\ 5 & 2 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$MIN \quad Z = 109X_1 + 80X_2 + 0X_3 + 0X_4$$

$$\begin{cases} Z = 0 \\ X_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad X_1 = -10 \\ X_2 = 0 \quad\quad\quad X_2 = -8 \end{cases}$$

لا يوجد حلّ أساسي، إذن لا بدّ من إضافة متغيّرات اصطناعية .

$$MIN \quad Z = 109X_1 + 80X_2 + mX_5 + mX_6$$

$$s/c \begin{cases} 3X_1 + 4X_2 - X_3 + X5 = 10 \\ 5X_1 + 2X_2 - X_4 + X6 = 8 \\ X_i \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,6) \end{cases}$$

و تكون M هي معاملات المتغيّرات الاصطناعية في دالة الهدف حيث M : عدد كبير جدّا .

2- مصفوفة القيود A' .

$$A' = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 \\ 3 & 4 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 5 & 2 & 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

القاعدة هي (a_6 , a_5) .

القاعدة هي (a_6 , a_5) .

$$L'_Z = ML_1 + ML_2 - L_Z$$

حيث :

L'_Z : دالة الهدف الجديدة .
L_1 : السّطر الأوّل من القيود
L_2 : السّطر الثاني من القيود .
L_Z : معادلة دالة الهدف القديمة .

$$L'_Z = M(3 \quad 4 \quad -1 \quad 0 \quad 1 \quad 0) + M(5 \quad 2 \quad 0 \quad -1 \quad 0 \quad 1) - (109 \quad 80 \quad 0 \quad 0 \quad M \quad M) = (8M-109 \quad 6M-80 \quad -M \quad -M \quad 0 \quad 0)$$

3 - جدول *Simplexe* :

C_B	B	b	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	θ
			109	80	0	0	M	M	
M	a_5	10	3	4	-1	0	1	0	$\frac{10}{3}$
M ←	a_6	8	(5)	2	0	-1	0	1	$\frac{8}{5}$ ←
$\Delta_j = Z_j - C_j$			8M-109	6M-80	-M	-M	0	0	
← M	a_5	$\frac{26}{5}$	0	$(\frac{14}{5})$	-1	$\frac{3}{5}$	1	$\frac{-3}{5}$	$\frac{26}{5} \times \frac{5}{14} = 1,85$ ←
109	a_1	$\frac{8}{5}$	1	$\frac{2}{5}$	0	$\frac{1}{5}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{8}{5} \times \frac{5}{2} = 4$
$\Delta_j = Z_j - C_j$			0	$\frac{14M-182}{5}$	-M	$\frac{3M+109}{5}$	0	$\frac{-8M+109}{5}$	
80	a_2	$\frac{13}{7}$	0	1	$\frac{-5}{14}$	$\frac{3}{14}$	$\frac{5}{14}$	$\frac{-3}{14}$	
109	a_1	$\frac{6}{7}$	1	0	$\frac{1}{7}$	$\frac{-2}{7}$	$\frac{-1}{7}$	$\frac{2}{7}$	
$\Delta_j = Z_j - C_j$			0	0	-13	-14	-M+13	-M+14	

جدول (2 - 6)

بما أنّ $\Delta_j \leq 0$ فإنّ الحلّ الذي تمّ التوصّل إليه هو الحلّ الأمثل.

$$\begin{cases} X_1^* = 6/7 \\ X_2^* = 13/7 \\ Z^* = 6/7\,(109) + 13/7\,(80) = 242 \end{cases}$$

ب- طريقة المرحلتين :

سميّت بطريقة المرحلتين لأنّه يتمّ تطبيق Simplexe على مرحلتين، و يعتبر هذا الأسلوب أكثر استخداما و شيوعا من " طريقة M الكبرى " ، و يمكن تلخيص المرحلتين في :

- المرحلة الأولى:

تستبدل دالة الهدف الأصليّة بدالّة هدف أخرى جديدة W و التي تعبّر عن مجموع المتغيّرات الاصطناعية، و تكون في حالة التدنئة Minimisation بغض النظر عن دالة الهدف الأصليّة و يتمّ تطبيق Simplexe حيث يجب البحث عن الحدّ الأدنى لدالة الهدف .

و نتوقف عندما تخرج المتغيّرات الاصطناعية هذا يعني أنّ المسألة غير قابلة للحلّ و بالتّالي لا يمكن الانتقال إلى المرحلة الثانيّة.

- المرحلة الثانيّة :

نستخدم في هذه المرحلة آخر جدول من المرحلة الأولى و المتمثل بالحلّ الأمثل، باستثناء دالة الهدف نستخدم دالة الهدف الأصليّة بدون المتغيّرات الاصطناعية.

ننظر إلى معاملات دالة الهدف، فيجب أن تكون معاملات المتغيّرات الأساسيّة (القاعدة) مساوية إلى الصّفر . فإذا كانت غير معدومة، يجب جعلها معدومة و يمكن توضيح هذه الخطوات في حلّ المثال السّابق بأسلوب المرحلتين.

* المرحلة الأولى:

دالة الهدف الجديدة هي : $W = X_5 + X_6$

مصفوفة القيود A' :

$$A' = \begin{array}{c} \begin{matrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} 3 & 4 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 5 & 2 & 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$L'_Z = C_{B1} L_1 + C_{B2} L_2 - L_Z$$

C_{B1} : معامل القاعدة في السّطر الأوّل .

C_{B2} : معامل القاعدة في السّطر الثاني .

C_B	B	b	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	$\theta = \frac{\delta}{a_i}$
			0	0	0	0	1	1	
1	a_5	10	3	4	-1	0	1	0	$\frac{10}{3}$
1 ←	a_6	8	5 (pivot)	2	0	-1	0	1	$\frac{8}{5}$ ←
$\Delta_j = Z_j - C_j$			8	6	-1	-1	1	1	
1 ←	a_5	$\frac{26}{5}$	0	$\frac{14}{5}$	-1	$\frac{3}{5}$	1		$\frac{26}{5} \times \frac{5}{14} = \frac{26}{14}$ ←
0	a_1	$\frac{8}{5}$	1	$\frac{2}{5}$	0	$\frac{1}{5}$	0		$\frac{8}{5} \times \frac{5}{2} = 4$
$\Delta_j = Z_j - C_j$			0	$\frac{14}{5}$	-1	$\frac{3}{5}$	1		
0	a_2	1.85	0	1	$\frac{-5}{14}$	$\frac{3}{14}$			
0	a_1	$\frac{6}{7}$	1	0	$\frac{1}{7}$	$\frac{-2}{7}$			
$\Delta_j = Z_j - C_j$			0	0	0	0			

جدول (2 - 7)

بما أنّ كلّ قيم $\Delta_j = 0$ و خروج المتغيّرات الاصطناعية من القاعدة فهذا يمثّل نهاية المرحلة الأولى و وجود حلّ ملائم.

- المرحلة الثانيّة :

دالة الهدف الأصليّة.

$$MIN \quad Z = 109X_1 + 80X_2 + 0X_3 + 0X_4$$

C_b	B	b	a_1	a_2	a_3	a_4	θ
			109	80	0	0	
80	a_2	1.85	0	1	$\frac{-5}{14}$	$\frac{3}{14}$	
109	a_1	$\frac{6}{7}$	1	0	$\frac{1}{7}$	$\frac{-2}{7}$	
$\Delta_j = Z_j - C_j$			+109	+80	0	0	

يتم جعل معاملات المتغيّرات الأساسيّة في دالة الهدف معدومة كما يلي :

	B	b	a_1	a_2	a_3	a_4	θ
+(X80)	a_2	148	0	80	$\frac{-200}{7}$	$\frac{120}{7}$	
-(X109)	a_1	93,42	109	0	$\frac{109}{7}$	$\frac{218}{7}$	
	Z		109	80	0	0	
$\Delta_j = Z_j - C_j$			0	0	-13	-14	

بعد حساب Δ_j نجد أنّ $\Delta_j \leq 0$ ، إذن الحلّ الذي تمّ التوصل إليه في المرحلة الأولى هو الحلّ الأمثل .

$$\begin{cases} X_1^* = 6/7 \\ X_2^* = 13/7 \\ Z^* = 242 \end{cases}$$

و هي نفس النتيجة التي تمّ التوصّل إليها من خلال طريقة M الكبرى.

ثالثا: برنامج LINDO:

يعتبر برنامج الإعلام الآلي LINDO أحد أهم برامج الإعلام الآلي المطوّرة و الموجّهة أساسا لحلّ الصياغات المعقدّة لنماذج البرمجة الخطيّة و التي يصعب حلّها يدويّا.

يعتمد هذا البرنامج على خوارزميّة Simplexe لحلّ نماذج البرمجة الخطيّة حيث تكتب الصياغة الرياضيّة في برنامج LINDO كما يلي:

MIN $4X_1 + 2X_2$

ST

$3X_1 + X_2 = 3$

$4X_1 + 3X_2 \geq 6$

$X_1 + 2X_2 \leq 4$

END

و قيود عدم السلبيّة تؤخذ بشكل أوتوماتيكي و بالتّالي ليس من الضروري كتابتها.

بعد كتابة النموذج على نافذة LINDO يتم حلّه مباشرة بالضّغط على " Solve "

ملاحظة: في حالة التعامل مع متغيّرات القرار مختلفة يجب إضافة تحت كلمة END على النموذج الرياضي ما يلي :

END
GINX ⟵ *Entière* أعداد صحيحة -

END ⟵ *Binaire*
INTX

الفرع الثالث: حـــالات خـــاصّـــة في البـرمجـــة الخطيّـــة

إنّ مشكلات البرمجة الخطيّة عامة و يمكن تطبيقها في مجالات واسعة و بنجاح، و لكن هناك بعض الحالات الخاصّة التي يجب مراعاتها من بينها [1]:

1- الإحلال
2- تعدّد الحلول المثلى.
3- الحلول غير محدودة .
4- عدم وجود حلّ ملائم .

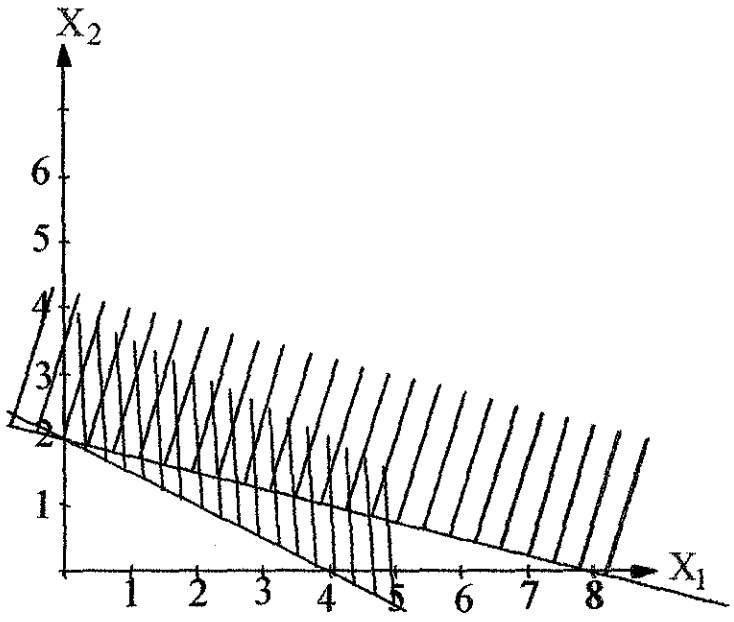
أ* الإحلال:

هذه الحالة هي نادرة الحدوث في التطبيقات العمليّة ، حيث عند الوصول إلى الحلّ في مرحلة من المراحل بالطريقة المبسّطة فإنّ الحلّ يتغيّر و يكرّر نفسه ، أمّا في الطريقة البيانيّة فنجد أحد مستقيمات هذه القيود لا يلمس منطقة الحلّ الممكن في أيّة نقطة ليس له أيّ تأثير على الحلّ ، و سنوضح هذه الحالة في المثال التّالي .

$$MAX \quad Z = 3X_1 + 7X_2$$

$$s/c \begin{cases} 2X_1 + 8X_2 \leq 16 \\ 2X_1 + 4X_2 \leq 8 \\ X_1 , X_2 \geq 0 \end{cases}$$

الشكل يمثل الحلّ بالطريقة البيانيّة:



منحنى (1- 3)

[1] : سهيلة عبد الله سعيد ، الجديد في الأساليب الكميّة و بحوث العمليّات ، الطبعة الأولى 2007 ، ص 89 .

نلاحظ أنّ القيد الأوّل ليس له أيّ تأثير على منطقة الحلّ.
عند استخدام Simplexe نجد أنّ الحلّ يتكرّر حيث يمكن توضيحه في الجدول Simplexe . يصبح النموذج بعد إضافة المتغيّرات التكامليّة.

$$MAX \quad Z = 3X_1 + 7X_2 + 0X_3 + 0X_4$$

$$A = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ 2 & 8 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad s/c \begin{cases} 2X_1 + 8X_2 + X_3 = 16 \\ 2X_1 + 4X_2 + X_4 = 8 \\ X_i \geq 0 \ (i = 1,\ldots,4) \end{cases}$$

C_b	B	b	a_1	a_2	a_3	a_4	θ
			3	7	0	0	
0	a_3	16	2	(8)	1	0	$\frac{16}{8} = 2$ ←
0	a_4	8	2	4 ↑	0	1	$\frac{8}{4} = 2$
$\Delta_i = C_i - Z_i$			3	7	0	0	
7	a_2	2	$\frac{1}{4}$	1	$\frac{1}{8}$	0	2 x 4 = 8
0	a_4	0	(1) ↑	0	$\frac{-1}{2}$	1	$\frac{0}{1} = 0$ ←
$\Delta_j = C_j - Z_j$			$\frac{5}{4}$	0	$\frac{-7}{8}$	0	
7	a_2	2	0	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{-1}{4}$	
3	a_1	0	1	0	$\frac{-1}{2}$	1	
			0	0	$\frac{-1}{4}$	$\frac{-5}{4}$	

جدول (2 - 8)

الحلّ في المرحلة الثانيّة أو الجدول الثّاني هو نفسه في الجدول الثالث أي لم يتغيّر الحلّ.

$$\begin{cases} X_1^* = 0 \\ X_2^* = 2 \\ Z^* = 14 \end{cases}$$

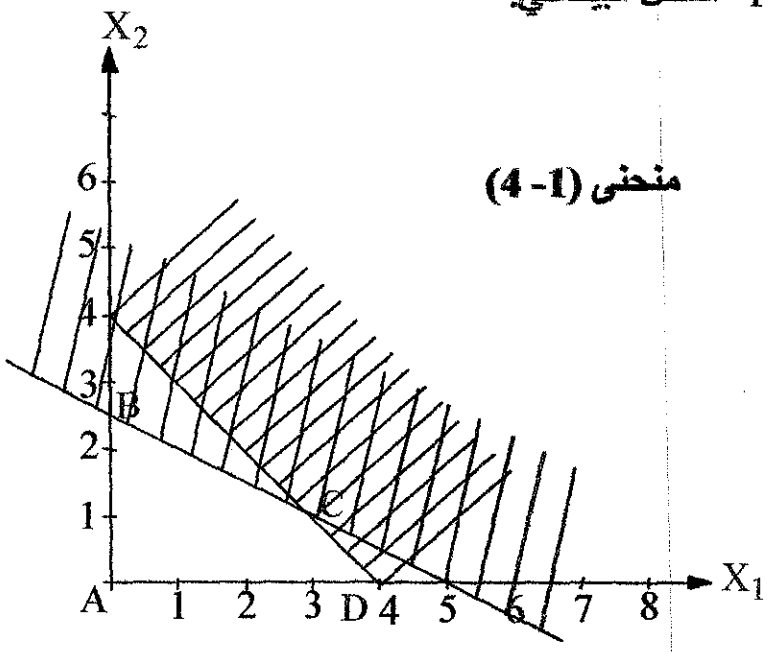
ب*تعدّد الحلول المثلى:

و هي احتمالية و جود أكثر من قيمة لمتغيّرات لحلّ واحد لدالّة الهدف.
تحدث هذه الحالة عندما تكون معادلة دالة الهدف موازية لأحد قيود المسألة و بالتالي نحصل على أكثر من قيمة في منطقة الحلّ، تعطي جميعها نفس قيمة دالة الهدف. و يمكن التوضيح من خلال المثال التالي:

$$\text{MAX} \quad Z = 2X_1 + 4X_2$$
$$\text{s/c} \begin{cases} X_1 + 2X_2 \leq 5 \\ X_1 + X_2 \leq 4 \\ X_1 , X_2 \geq 0 \end{cases}$$

1- الحلّ البياني:

$A(0,0) \rightarrow Z = 0$
$B(0,2.5) \rightarrow Z = 10$
$C(1,3) \rightarrow Z = 10$
$D(4,0) \rightarrow Z = 8$



منحنى (1-4)

قيمة Z عند النقطتين B , C هي 10 و بالتالي الحلّ هو 10 لكن بأكثر من قيمة للمتغيّرات.

2- جدول Simplexe :

النموذج: $\text{MAX} \quad Z = 2X_1 + 4X_2 + 0X_3 + 0X_4$

$$\text{s/c} \begin{cases} X_1 + 2X_2 + X_3 = 5 \\ X_1 + X_2 + X_4 = 4 \\ X_1 \geq 0 \ (i = 1,..,4) \end{cases}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ 2 & 8 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

C_b	B	b	a_1	a_2	a	a_4	θ
			2	4	0_3	0	
0	a_3	5	1	(2)	1	0	$\frac{5}{2}$ ←
0	a_4	4	1	1 ↑	0	1	$\frac{4}{1}$
$\Delta_j = C_j - Z_j$		$\frac{5}{2}$	2	4	0	0	
4	a_2	$\frac{5}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$	0	5
0	a_4	$\frac{3}{2}$	$(\frac{1}{2})$ ↑	0	$\frac{-1}{2}$	1	3 ←
$\Delta_j = C_j - Z_j$		10	0	0	-2	0	
4	a_2	1	0	1	1	0	
2	a_1	3	1	0	-1	2	
$\Delta_j = C_j - Z_j$		10	0	0	-2	0	

جدول (2 - 9)

الجدول الثاني و الثالث يعطيان نفس قيمة دالة الهدف و هي $Z = 10$ حيث:

الحلّ الأوّل : $a_2 = 5/2$

$a_1 = 0$

الحلّ الثاني : $a_1 = 3$

$a_2 = 1$

ج* منطقة الحلول غير محدودة :

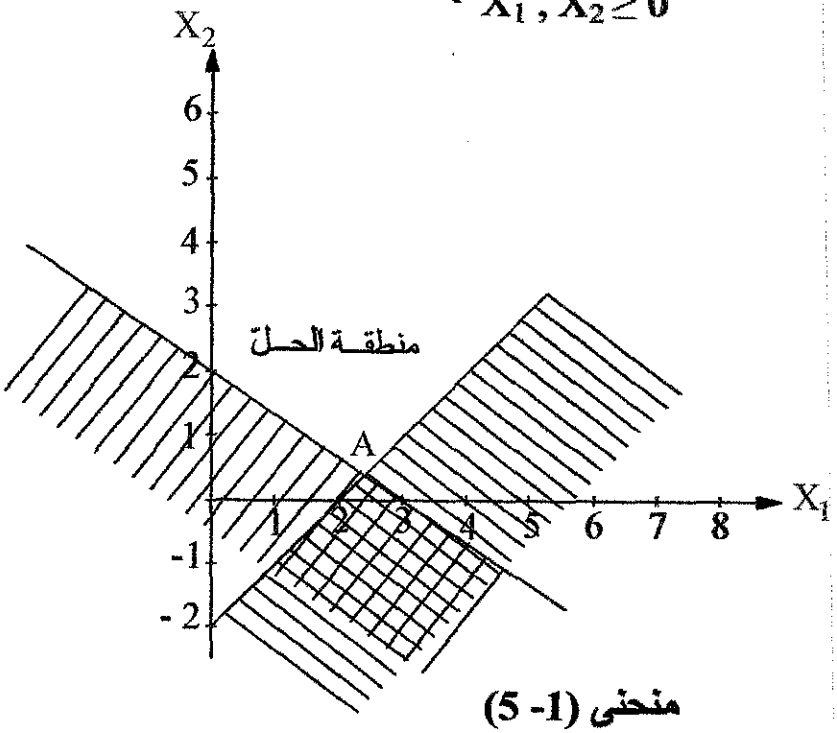
المقصود بالحلّ غير محدّد عندما تكون منطقة الحلّ غير محدّدة أي مفتوحة و ليست مغلقة، و بالتالي فإنّ قيمة دالّة الهدف يمكن أن تزداد إلى المالا نهاية و لا يمكن الوصول إلى الحلّ الأمثل .

و تظهر هذه الحالة جليّا في الحلّ بالطريقة البيانيّة، كما هو موضّح في المثال التالي[1] :

[1]: فتحي خليل حمدان، رشيق رفيق مرعي"مقدمة في بحوث العمليات"دار وائل للنشر، الطبعة الرابعة، 2004،ص 64-65

$$MIN \quad Z = 3X_1 + 2X_2$$

$$s/c \begin{cases} X_1 - X_2 \leq 2 \\ 2X_1 + 3X_2 \geq 6 \\ X_1 , X_2 \geq 0 \end{cases}$$



منحنى (1- 5)

لا تعني منطقة الحلول مفتوحة و غير مغلقة عدم و وجود حلول و إنّما يمكن حسابها بطريقة Simplexe، لكن استحالة إيجادها بالطريقة البيانيّة إلاّ في بعض الحالات النادرة و يمكن توضيحها في هذا المثال:

حيث أنّ A تمثل منطقة الحلّ: A ⟵ $\begin{cases} X_1 = 12/5 \\ X_2 = 2/5 \end{cases}$

و يمكن التأكد من هذه النتائج عن طريق Simplexe .

د*عدم توفر الحلّ:

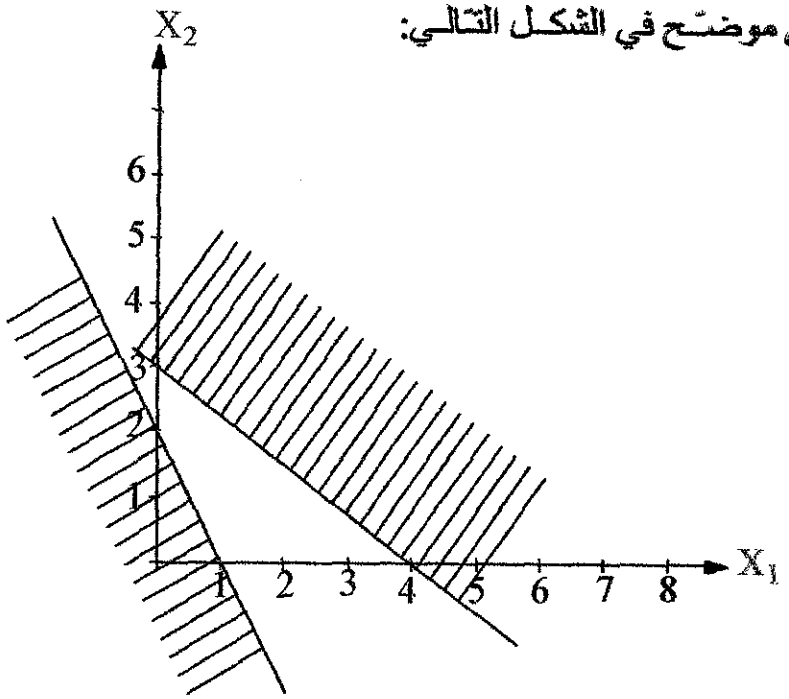
تحدث هذه الحالة في المسائل التي قيودها لا تحدّد منطقة حلّ موحّدة، حيث تكون منطقة الحل للقيود متعاكسة و لا تتقاطع في منطقة واحدة، و بالتالي لا يمكن الوصول إلى حلّ ملائم في مثل هذه النماذج الرّياضيّة.

مثال :

$$MAX \quad Z = 3X_1 + 2X_2$$

$$s/c \begin{cases} 2X_1 + X_2 \leq 2 \\ 3X_1 + 4X_2 \leq 12 \\ X_1 , X_2 \geq 0 \end{cases}$$

الحلّ البياني موضّح في الشكل التالي:



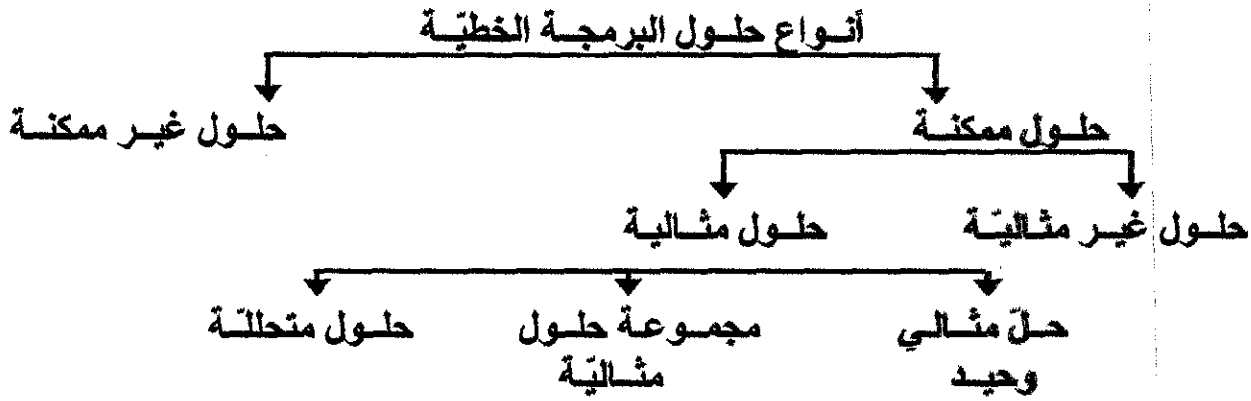
منحنى (1- 6)

من خلال التمثيل البياني للقيود نلاحظ أنّها لا يتقاطعان في الرّبع الأوّل الموافي لشروط عدم السلبيّة، و بالتّالي لا وجود للحلّ.

ملاحظة :

من خلال كلّ ما ذكرناه، نستخلص أنّ مجموعة القيود التي يتضمّنها نموذج البرمجة الخطيّة هي التي تحدّه منطقة الحلول الممكنة و التي يتم البحث عن الحلّ الأمثل من خلالها .

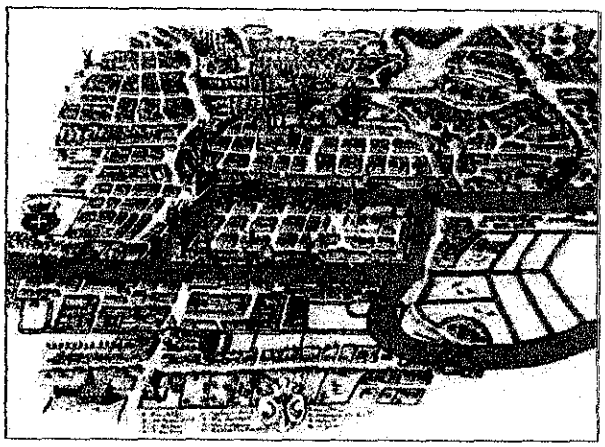
قد نظّن أنّه يمكننا حلّ أيّة مشكلة تمّ التعبير عنها بنموذج البرمجة الخطيّة، إلا أنّه في كثير من الأحيان نصادف بعض النماذج لا حلّ لها ، و يمكن توضيح و تصنيف أنواع حلول البرمجة الخطيّة في الشكل التّالي :



المصدر: دراسات في استخدام بحوث العمليّات في المحاسبة 2006 – ص 54
(كمال خليفة أبو زيد ، زينات محمد محرم) .

المبحث الثاني: نظريّة الشبكات

إن نظرية الشبكات هي وسيلة تمكن من حل وتمثيل مختلف المشاكل الواقعية حيث أنها في الأصل تعتبر كفضول رياضي ويرجع أوّل تفكير فيها إلى مدينة "Königsberg" المعروفة حاليا باسم "Kaliningrad" بروسيا وهي مدينة تحتوي على سبع جسور تربطها ببعض البعض ويمكن توضيحها في الشكل التالي:

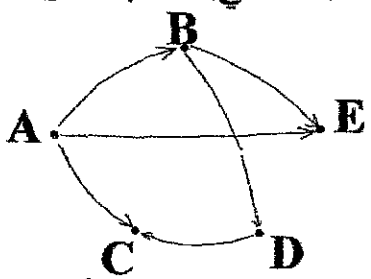


السؤال الذي يطرح هو كيف يتم المرور في المدينة مع استعمال كل جسورها مرة واحدة ووحيدة؟ كان أول استعمال لها سنة 1822 من طرف الإنجليزي"Sylvester "، وأول كتاب في هذا المجال ظهر سنة 1936 من طرف "Denis Konig"، وفي سنة 1958 ظهرت نظرية الشبكات مع مختلف تطبيقاتها من طرف "Claude Berge".

المطلب الأوّل: مفاهيم أساسيّة في نظريّة الشبكات

1- تعريف الشبكة:

يمكن تعريف الشبكة على أنّها شكل هندسي يتمثل في مجموعة من النقط معطاة تسمّى العقد أو القمم مربوطة فيما بينها بمجموعة من الخيوط أو الأسهم تسمّى الروابط أو الجسور, مثال الشكل التالي: الشبكة G



شكل (1-2)

لدينا العقد A,B,C,D,E, مربوطة فيما بينها بأسهم في المعنى الرياضي هذه الأسهم نستطيع أن نرمز لها كتطبيق T ونجد:

$T(A) = \{B, C\}$
$T(B) = \{D, E\}$
$T(C) = \{E\}$
$T(D) = \{C\}$
$T(E) = \emptyset$

حيث أنّ هذا التطبيق حدّه الابتدائي هو المتغيّر و حدّه النهائي هو الصورة . فنجد أنّ كل عقدة أو نقطة من المجموعة X يربطها التطبيق T بمجموعة جزئية من X,وذلك بإتباع الأسهم.

وإذا عكسنا الأسهم نجد الصور العكسية للتطبيق T^{-1}

$T^{-1}(A) = \emptyset$
$T^{-1}(B) = \{A\}$
$T^{-1}(C) = \{A, D\}$
$T^{-1}(D) = \{B\}$
$T^{-1}(E) = \{B, C\}$

تكون الشبكة G معرفة إذا كانت مجموعة القمم أو العقد X معرفة و يكون التطبيق T معرّف نرمز للشبكة G بـ $G = (X,T)$

إذا سمّينا الأسهم أو مجموع الروابط التي تربط بين العقد U نجد أنّ

$U = \{(A,B),(A,C),(B,D),(B,E),(C,E),(D,C)\}$

نكتب إذن $G = (X,U)$

حيث X : عدد العقد

U : عدد الروابط

نقول أنّ الشبكة ذات ترتيب N إذا كانت تتضمّن N عقدة.

يمكن أن نميز بين الشبكة الموجّهة و الشبكة غير الموجّهة.

أ- الشبكة الموجّهة:

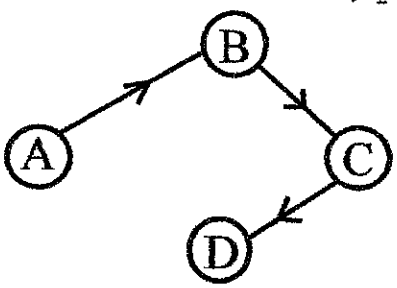
هي نظام مكوّن من مجموعة من العقد مرتبطة بمجموعة منتهيّة من الأسهم نسمّيها "الأقواس"

* **القوس Arc** " هو خطّ موجّه يصل بين طرف ابتدائي (قمّة الإنطلاق) و طرف نهائي(قمّة الوصول)

ب- الشبكة غير الموجّهة :

هي نظام مكوّن من مجموعة من العقد مرتبطة بمجموعة منتهية من الخطوط نسمّيها "حروف"

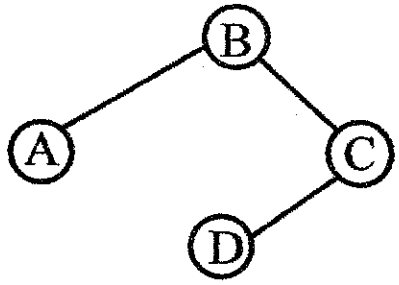
* **الحرف "Arête"** هو خطّ غير موجّه بين قمتين و هو يكافئ قوسين متعاكسين
* **المسار chemin :**هو مجموعة متتابعة من الأقواس يكون فيها الطرف النهائي لكلّ قوس الطرف الإبتدائي للقوس الموالي , باستثناء القوس الأخير .



شكل (2-2)

المسار البسيط: هو المسار الذي لا يمرّ سوى مرّة واحدة على الأقواس التي يتكوّن منها
المسار الأولي: هو المسار الذي لا يلتقي أكثر من مرّة واحدة بكلّ قمّة.

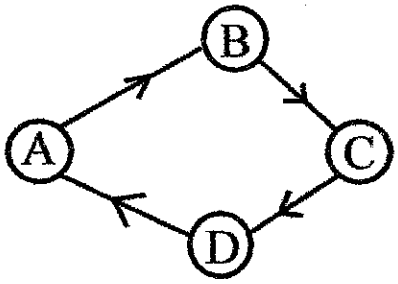
* **السلسلة chaîne :** هي مجموعة متتابعة من الأحرف , لها نفس تعريف المسار أي هي مسار مكوّن من أحرف .



- سلسلة -

شكل (2 - 3)

* **الدّارة "Circuit" :** هي مسار مغلق على نفسه يكون فيه الطرف النهائي للقوس الأخير متصل بالطرف الإبتدائي للقوس الأوّل.



- دارة -

شكل (2 - 4)

*العقدة " Boucle ": هو سهم طرف الإبتدائي هو طرفه النهائي كما يوضح الشكل:

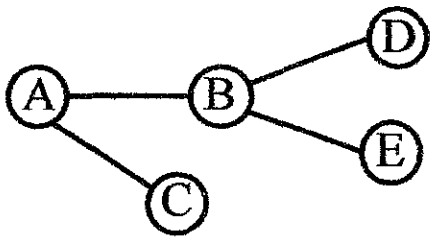
درجة هذه العقدة هي 1

درجة هي العقدة هي4 لأنّ: $d^-(A)$: عدد الروابط التي تخرج من$A = 2$
$A = 1$: عدد الروابط التي تدخل إلى $d(A)$
$D(A) = d^-(A) + d(A) = 3$

*الشجرة : هي شبكة مترابطة بدون دارّة حيث تحتوي على N قمة و N-1 حرف

2- التقديم المصفوفي للشبكة :

كلّ بيان أو شبكة نستطيع تقديمه أو تحويله إلى مصفوفة مربعة من الرتبة n من أهّم هذه المصفوفات نجد :



شكل (2 - 5)

أوّلا : المصفوفة البولينيّة : "Matrice Boolienne"

كلّ شبكة تعرّف بمصفوفتها المرافقة لها و هي المصفوفة البولينيّة حيث يكون عدد الأسطر و الأعمدة مساويا لعدد القمم .

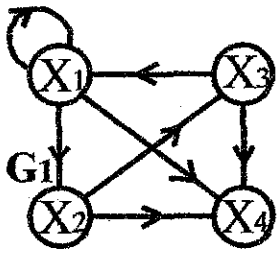
عناصر المصفوفة هما : 0 , 1 حيث 1 يعني وجود علاقة.
0 يعني عدم وجود العلاقة.

$$M\,[aij]$$

$i = 1,2, \ldots n$
$j = 1,2, \ldots n$

$Aij = 1 \quad si \quad (xi , xj) \in U$
$Aij = 0 \quad si \quad (xi , xj) \in U$

مثال: لدينا الشبكة التاليّة.



شكل (2 - 6)

لتكن M_1 المصفوفة المرافقة فنجد

$$M_1=\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

تسمّى هذه المصفوفة بالمصفوفة البولونيّة.

ملاحظة : إذا كان البيان أو الشبكة موجّهة : العدد 0 يدلّ على عدم وجود علاقة.
العدد 1 يدلّ على عدم وجود علاقة أو رابط.
من خلال التقديم المصفوفي للشبكات وبالأخصّ من خلال المصفوفة البولونيّة نستطيع أن نميّز بين عدّة أصناف للشبكة الموجهة و هي :

1- الشبكة المتناظرة *"Grophe symétrique"*:
تكون الشبكة $G=(x , u)$ متناظرة إذا و فقط إذا كان:

$$(xi , xj) \in U \Rightarrow (xj , xi) \in U , \forall\ xi,xj \in x$$

المصفوفة المرافقة للشبكة المتناظرة إذا وجد بين كلّ عقدتين سواء قوسين أو عدم وجود أقواس بالأحرى.

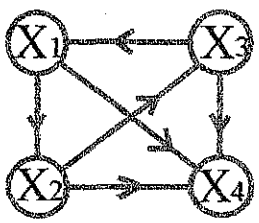
2- الشبكة غير متناظرة *"Graphe antisymétrique"*:
تكون الشبكة $G = (X , U)$ غير متناظرة إذا

$$(Xi , Xj) \in U \Rightarrow (Xj , Xi) \in U , \forall Xi,Xj \in X , Xi \neq Xj$$

المصفوفة المرافقة للشبكة G هي المصفوفة $M = (aij)$ حيث

$$aij \cdot aij = 0 , \forall\ i = 1,\ldots,n \quad i \neq j$$

نقول أن الشبكة غير متناظرة إذا كان بين كلّ قمتين قوس على الأكثر.
مثال: الشبكة التالية هي غير متناظرة



شكل A (2 - 7)

3- الشبكة المتعدية *"Graphe transitif"*:
تكون الشبكة $(X , U) = G$ متعدّية إذا تحقق ما يلي :

$$(X_i , X_j) \in U \text{ et } (X_j , X_k) \in U \Rightarrow (X_i , X_k) \in U , \forall\ X_i,X_j,X_k \in X$$

4- الشبكة الكاملة "*Graphe complet*" :
نقول أنّ الشبكة $G = (X , U)$ شبكة كاملة إذا تحقق
$$(X_i , X_j) \in U \Rightarrow (X_j , X_i) \in U , \forall X_i , X_j \in X , X_i \neq X_j$$
تكون الشبكة $G = (X , U)$ كاملة إذا كان بين قمتين مختلفتين قوس على الأقل , نقول أنّ الشبكة $G = (X , U)$ في الشكل A هي شبكة كاملة.

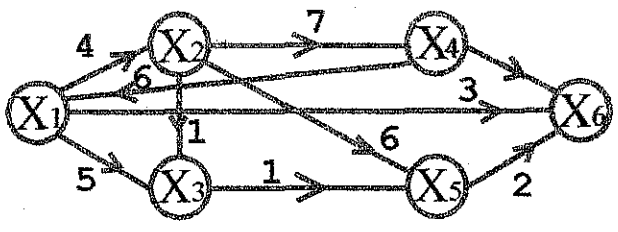
ثانيا: مصفوفة السّعة :
مصفوفة السّعة هي المصفوفة التي تمثل نوع معيّن من الشبكات حيث نميّز من خلالها نوعين و هما :

1- الشبكة المقيمة :
نقول أنّ الشبكة مقيّمة سواء كانت موجهّة أولا , إذا وفقط إذا كانت الأقواس أو الرّوابط بين العقد تحمل سعة أو "أوزان", أو بالأحرى كميّة قد تعبّر عن الطول أو الحجم أو التكلفة.....إلخ.

مثال :
شبكة تكون عقدها عبارة عن مدن و بالتالي فالروابط بين هذه العقد تمثل الطرقات أو المسافات التي تبعد بها هذه المدن عن بعضها.

2- الشبكة الإحتماليّة :
هي حالة خاصّة من الشبكة المقيّمة, فقط أنّ مجموع القيم التي تحملها أقواس الشبكة الإحتمالية تكون مساوية لـ "1".
أيضا مجموع الأقواس التي تنطلق من عقدة واحدة يكون مساويا لـ "1".
و المصفوفة التي تعبّر عن هذه الشبكات يطلق عليها "مصفوفة السّعة"
كلّ عنصر فيها يمثل حمولة القوس أو الحرف بين قمتين مختلفتين[1]
نضع 0 في حالة عدم وجود علاقة بين قمتين.

مثال(3-1) : التاليّة تعبّر عن أطوال الطرق بين مجموعة من المدن بالكيلومتر



شكل (2 - 8)

المصفوفة السّعة لهذه الشبكة هي :

[1]:محمد راتول – بحوث العمليّات – مرجع سابق

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 4 & 5 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 7 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

ثالثا : مصفوفة المسا قط للشبكة الموجّهة :

تعتمد هذه المصفوفة على إتجاه القوس, وهي تختلف عن المصفوفة البولونيّة التي تعتمد على وجود العلاقة بين القمتين, في حين مصفوفة المسا قط تعتمد على إتجاه القوس فنجد :

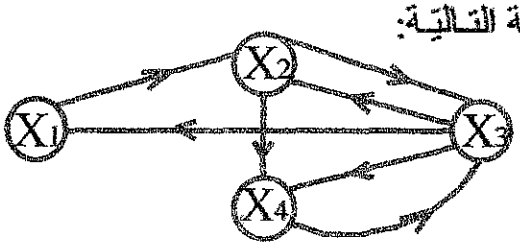
$a_{ij} = 1$ إذا كان القوس ينطلق من القمّة.

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

$a_{ij} = 0$ إذا كانت لا توجد علاقة .

قيمة 1 تمثل الطرف الإبتدائي للقوس و -1 تمثل الطرف النهائي .

مثال(3 - 2): لدينا الشبكة التاليّة:



شكل (2 - 9)

ومصفوفة المسا قط لهذه الشبكة هي :

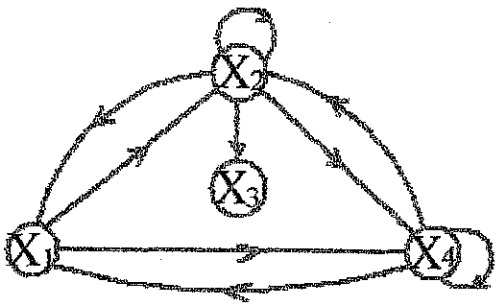
	X_1	X_2	X_3	X_4
(X_1, X_2)	1	-1	0	0
(X_2, X_3)	0	1	-1	0
(X_2, X_4)	0	1	0	-1
(X_3, X_1)	-1	0	1	0
(X_3, X_2)	0	-1	1	0
(X_3, X_4)	0	0	1	-1
(X_4, X_3)	0	0	-1	1

ملاحظة : عدد صفوف مصفوفة المسا قط هو بعدد أقواس الشبكة .

رابعا : مصفوفة الأقواس

هي عبارة عن المصفوفة البولونيّة لكن بدل الرقم 1 الذي يدل على وجود العلاقة و 0 الذي يدل على عدم وجود العلاقة, نجد رموز القمم أخذا بعين الإعتبار.

مثال(3- 3): لدينا الشبكة التالية:



شكل (2 - 10)

مصفوفة الأقواس لهذه الشبكة هي :

	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1		X_1X_2		X_1X_4
X_2		X_2X_2	X_2X_3	X_2X_4
X_3				
X_4	X_4X_1	X_4X_2		X_4X_4

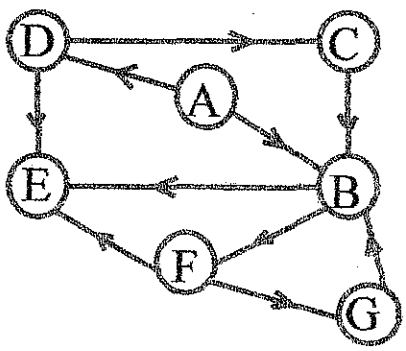
3- تقديم الشبكة على شكل جداول :

قيم تمثيل البيان أو الشبكة على شكل جدولين إمّا جدول السوابق , جدول اللواحق.

* **جدول السّوابق:** هو عبارة عن جدول بعمودين يوضع في العمود الأوّل الأطراف الابتدائية و في العمود الثاني يوضع الأقواس التي تصل إلى الطرف.

* **جدول اللّواحق:** فيه يتم أيضا عمودين الأوّل يوضع فيه القمم و الثاني لواحقها أو أطرافها النهائية , يمكن شرح هذا جيّدا من خلال مثال.

لدينا الشبكة التالية :



شكل (2 - 11)

الشبكة - B-

* جـدول السـوابق جدول (1-3)

السـوابق	القمـم X
	A
A,C,G	B
D	C
E,A	D
B,F	E
B	F
F	G

* جـدول اللّـواحق جدول (2-3)

السـوابق	القمـم X
	A
A,C,G	B
D	C
E,A	D
B,F	E
B	F
F	G

4- بعـض العمليّـات على الشبكـات :

أ* وصـل شبكتيـن منفصلتيـن *UNION disjointe* :

يتم تحقيـق الإتصـال أو الإتحـاد بين شبكتيـن منفصلتيـن (عدم وجود أيّـة عقدة أو رابط مشترك بينهما) عن طـريق توحيد أو توصيل العقد و الروابط فيما بينهما.
يكون هذا الوصل أكثر دقـّة في حالة الشبكـات الموجّهة *les graphes orientes*
لدينا شبكتين موجهتيّـن :

$G = (U , X)$ $\quad$ $H = (V , Y)$

U : مجموع الأقواس $\quad$ V: الأقواس في الشبكة H

X : مجموع العقـد $\quad$ Y: مجموع العقد للشبكة H

إذا تحقق أنّ :

$$U \cap V = \emptyset$$
$$X \cap Y = \emptyset$$

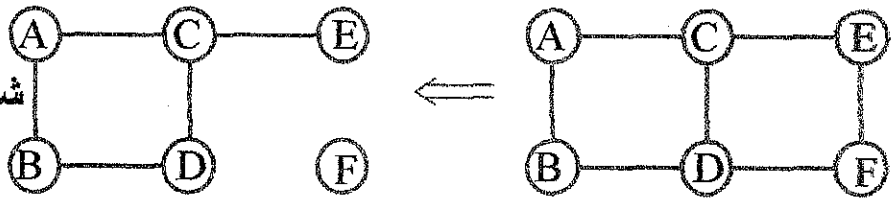
نقول أنّ الشبكتين G , H منفصلتيـن .
والإتّصال بين هاتين الشبكتين هو الشبكة الموجهة K المعرفة كما يلي :

$$K = (U \cup V , X \cup Y)$$

ب* الشـبكـة الجـزئيّـة graphe partiel :

إنّ أيّ شبكـة سـواء كانت موجّهة أم لا, لديهـا عـدّة شبكـات جـزئيّـة.
نحصـل على الشبكـة الجـزئيّـة من خـلال شبكـة G مثـلا $G = (U , X)$, عـن طـريق الإحتفـاظ بجميـع العقـد أو القمـم و حذف بعـض الـروابط .
إذا سمينـا مجمـوعة الـروابط المستعملـة مثـلا D .
فالشبكـة G/D هي الشبكـة الجـزئيّـة للشبكـة G .
إذا رمـزنا للـرابط المحذوف بـ e فنكتـب الشبكـة الجـزئيّـة G/(D-{e})
يمكن التوضيح من خـلال المثـال التالي:

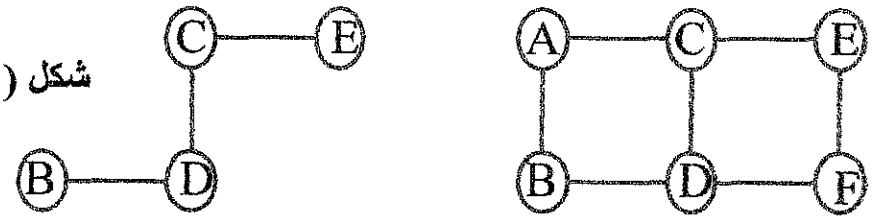
لدينا الشبكة G : الشبكة الجزئيّة لـ G .



شكل (2 - 12)

جـ* الشبكة التحتيّة Sous-graphe :

نحصل على هذه الشبكة من خلال شبكة G سواء كانت موجهّة أم لا , عن طريق الحفاظ على مجموعة من عقد الشبكة G ,أخذ الرّوابط التي أطرافها هي العقد المختارة
يمكن التوضيح من خلال المثال التالي :

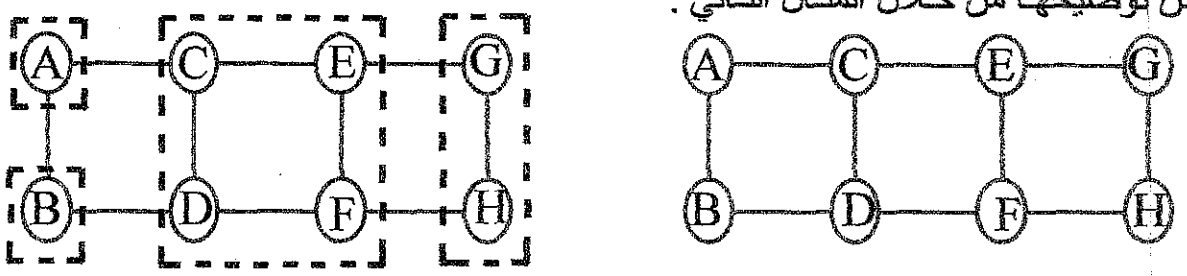


شكل (2 - 13)

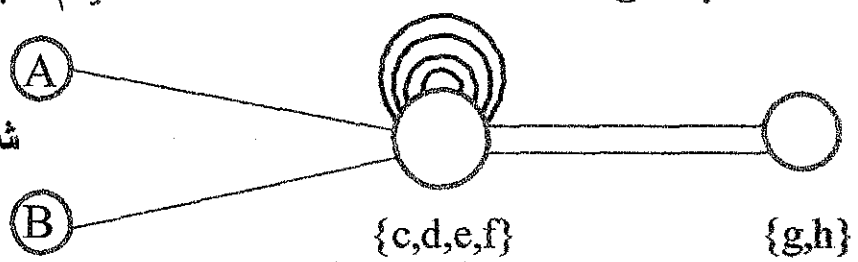
***Graphe* G** ***Sous graphe de* G**

د* الشبكة المختزلة graphe quotient :

يمكن الحصول على شبكة مختزلة للشبكة G من خلال المراحل التاليّة:
- تقسيم الشبكة إلى عدّة أقسام ولتكن P.
- تجميع كلّ قسم $P \in U$ في عقدة واحدة.
يمكن توضيحها من خلال المثال التّالي :



- الشبكة G - - تقسيم الشبكة -



شكل (2 - 14)

- الشبكة المختزلة.-

المطلب الثـــاني: الأمثـــليّـــة في نـظـــريـــة الشبكـــات:

الفـــرع الأول: نـظـــريـــة المســـارات المثـلـى.

نظرا للإقبال الشّديد على استخدام الأساليب الكميّة و بحوث العمليّات في شتّى المجالات و التخصصّات العلميّة باعتبارها وسيلة مساعدة في اتخاذ القرارات الكميّة باستخدام الطرق العلميّة الحديثة في شتّى جوانب الحياة الاقتصادية و الإداريّة و العلميّة و الهندسيّة و غيرها, فقد توالت الإنجازات في هذا الميدان (ميدان بحوث العمليّات) و من بينها "نظريّة المسارات المثلى" **problèmes de chemins optimaux "**
التي تسعى إلى البحث عن أمثل مسار يربط بين نقطتين محدّدتين من بين مجموعة من المسارات الممكنة في شبكة موجّهة و مقيّمة في هذه النظريّة , حيث إذا كانت لدينا الشبكة G (X , U) حيث أنّ كلّ قوس U يحمل قيمة C(U) تكون أكبر من 0 "C (U) > 0"
و تسمّى حمولة القوس. الهدف الأساسي لهذه النظريّة هو البحث عن أمثل مسار سواء أقصر مسار أو أطول مسار حسب حاجة المؤسسة، من القمّة الإبتدائيّة للشبكة إلى القمّة النهائيّة.
لحلّ مسائل المسارات المثلى نعتمد على 3 طرق أساسيّة.

أولا: خوارزميّة فورد "Algorithme de ford" :

سمّيت هذه الطريقة نسبة إلى أوّل من استعملها "FORD" , و تستخدم للبحث عن أقصر مسار و أيضا عن أطول مسار[1] .

أ- **البحث عن أقصر مسار :**

للبحث عن أقصر مسار نتبع الخطوات التاليّة:

١- نعيد تسميّة عقد الشبكة على النحو التالي:
- قمّة الإنطلاق نسمّيها X_0 .
- قمّة الوصول X_{n-1} إذا كان عدد القمم هو "n"

٢- نضع بجانب القمة X_0 , $\lambda_0 = 0$.
- نضع بجانب القمة X_i , $\lambda_i = \infty$, إذا كان $i \neq 0$

٣- $C(X_i , X_j)$ هي حمولة القوس (X_i , X_j) و قد تكون مسافات أو تكاليف ,...

عمليّة البحث عن أقصر مسار تقسّم إلى مرحلتين :

- **المرحلة الأولى :** مرحلة الذّهاب و سميت بهذا الإسم لأنّها تنطلق من قمّة الإنطلاق حتىّ نصل إلى قمة الوصول في كلّ قيمة X_j تكون :
$\lambda_j - \lambda_i > C (X_i , X_j)$ نعوّض λ_j بالقيمة $\lambda_j = \lambda_i + C (X_i , X_j)$
نستمر في هذه العمليّة حتىّ يستحيل تغيير أي من λ_j
- **المرحلة الثانيّة:** مرحلة الإيّاب و سميت بهذا الإسم لأنها تبدأ من قمة الوصول X_{n-1} حتىّ تصل إلى قمّة الإنطلاق .

---

[1] : محمد راتول ـ بحوث العمليّات- مرجع سابق ص 147

نطرح من القيمة λ_{n-1} قيمة λ_p الموجودة في الأطراف الإبتدائيّة للأقواس التي تصل إلى X_{n-1} , ونأخذ القوس الذي تكون فيه :

$$\lambda_{n-1} - \lambda_p = C(X_i, X_j)$$

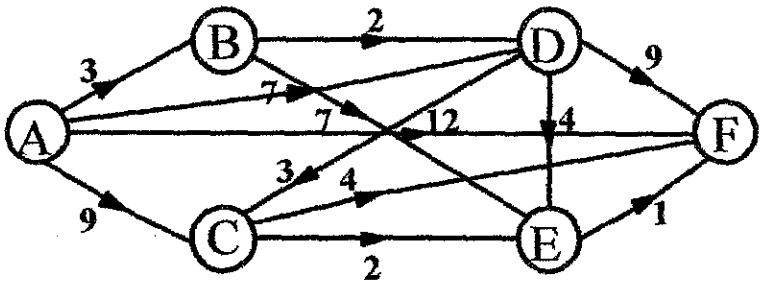
ويعتبر هذا القوس من ضمن الأقواس التي تشكل المسار الأمثل،و نميزه عن الأقواس الأخرى بخط مزدوج .

و نستمر بهذه العمليّة حتىّ نصل إلى قمّة الإنطلاق، و حينها يتحدّد لدينا المسار المطلوب.

لفهم هذه الطريقة نعرض المثال التّالي :

مثال (3 - 4) : تريد شركة نقل خاصّة بالتّموين بالمّواد الغذائية إحداث خطّ دائم لتموين المنطقة "F" بالمّواد الغذائيّة انطلاقا من العاصمة الإقتصاديّة A .

الشبكة التاليّة تمثل شبكة الطرق الممكن المرور بها و المسافة بين كلّ مدينة و أخرى بمئات الكيلومترات.

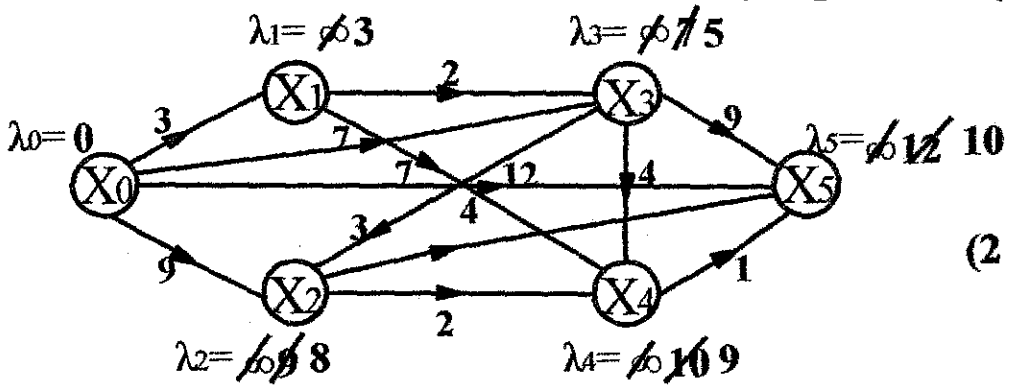


شكل (3 - 1)

السؤال : ما هو أقصر مسار يمكن المرور به ؟ ما هي المدن التي يمرّ بها ؟.

- البحث عن أقصر مسار :

1- نعيد تسميّة الشبكة من جديد.



شكل (3 - 2)

* المرحلة الأولى : مرحلة الذهاب.
نتفحص الأقواس كما يلي :

1- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_0 : (X_0,X_1) , (X_0,X_2) , (X_0,X_3) , (X_0,X_5)
*عند القمة X_1 :

$$\lambda_1 - \lambda_0 = \infty - 0 = \infty > C(X_0, X_1) = 3$$
$$\Rightarrow \lambda_1 = \lambda_0 + C(X_0, X_1) = 0 + 3 = 3$$

ونقوم بتصحيح λ_1 في الشبكة .

*عند القمة X_2 :

$$\lambda_2 - \lambda_0 = \infty - 0 = \infty > C(X_0, X_2)$$
$$\Rightarrow \lambda_2 = \lambda_0 + C(X_0, X_2) = 0 + 9 = 9$$

و نصحح λ_2 في الشبكة .
*عند القمّة X_3 :

$$\lambda_3 - \lambda_0 = \infty - 0 = \infty > C(X_0, X_3)$$
$$\Rightarrow \lambda_3 = \lambda_0 + C(X_0, X_3) = 0 + 7 = 7$$

نستبدل λ_3 بالقيمة 7 في الشبكة.
*عند القمّة X_5 :

$$\lambda_5 - \lambda_0 = \infty - 0 = \infty > C(X_0, X_5)$$
$$\Rightarrow \lambda_5 = \lambda_0 + C(X_0, X_5) = 12$$

نستبدل $\lambda_5 = \infty$ بالقيمة 12 في الشبكة.

2- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_1 : (X_1,X_3) , (X_1,X_4).
*عند القمّة X_3 :

$$\lambda_3 - \lambda_1 = 7 - 3 = 4 > C(X_1, X_3) = 2$$
$$\Rightarrow \lambda_3 = \lambda_1 + 2 = 3 + 2 = 5$$

نستبدل $\lambda_3 = 7$ بالقيمة 5 في الشبكة .
*عند القمّة X_4 :

$$\lambda_4 - \lambda_1 = \infty - 3 = \infty > C(X_1, X_4) = 7$$
$$\Rightarrow \lambda_4 = \lambda_1 + 7 = 3 + 7 = 10$$

نستبدل $\lambda_4 = \infty$ بالقيمة 10 في الشبكة .

3- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_2 : (X_2, X_4) , (X_2, X_5).
*عند القمة X_4 :

$$\lambda_4 - \lambda_2 = 10 - 9 = 1 < C(X_2, X_4)$$
$$\Leftarrow$$ لا نغيّر λ_4 .

*عند القمّة X_5 :

$$\lambda_5 - \lambda_2 = 12 - 9 = 3 < C(X_2, X_5)$$

$\Leftarrow$ لا نغيّر λ_5.

4- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_3 : (X_3,X_5) , (X_3,X_4) , (X_3,X_2)

*عند القمّة X_2 :

$$\lambda_2 - \lambda_3 = 9 - 5 = 4 > C(X_3, X_2) = 3$$

$$\Rightarrow \lambda_2 = \lambda_3 + 3 = 5 + 3 = 8$$

نغيّر $\lambda_2 = 9$ بالقيمة 8 و نعيد تفحص كلّ الأقواس التي تنطلق من X_2.

الأقواس هي (X_2, X_5) , (X_2, X_4)

*عند القمّة X_4 :

$$\lambda_4 - \lambda_2 = 10 - 8 = 2 = C(X_2, X_4)$$

$\Leftarrow$ لا نغيّر λ_4

*عند القمّة X_5 :

$$\lambda_5 - \lambda_2 = 12 - 8 = 4 = C(X_2, X_5)$$

$\Leftarrow$ لا نغيّر λ_5

*عند القمّة X_4 :

$$\lambda_4 - \lambda_3 = 10 - 5 = 5 > C(X_3, X_4) = 4$$

$$\Rightarrow \lambda_4 = 5 + 4 = 9$$

نستبدل $\lambda_4 = 10$ بالقيمة 9 في الشبكة.

*عند القمّة X_5 :

$$\lambda_5 - \lambda_3 = 12 - 5 = 7 \ , \ C(X_3, X_5) = 9$$

و بالتالي لا نغيّر λ_5.

5- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_4 : (X_4, X_5)

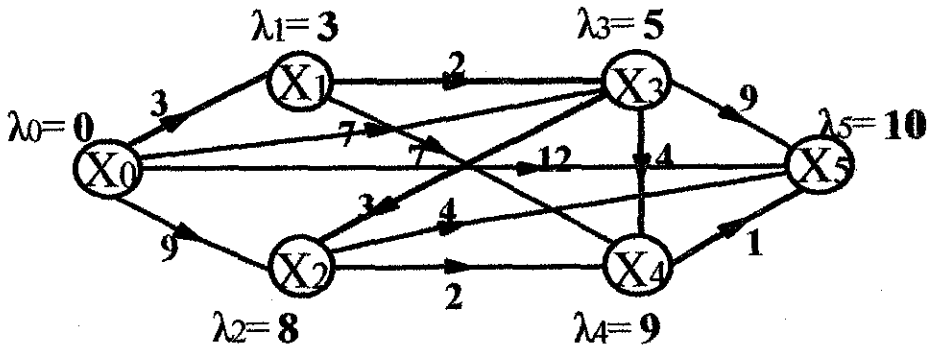
$$\lambda_5 - \lambda_4 = 12 - 9 = 3 > 1$$

$$\Rightarrow \lambda_5 = 9 + 1 = 10$$

نستبدل $\lambda_5 = 12$ بالقيمة 10 في الشبكة.

لا يوجد أيّ قوس ينطلق من القمّة X_5 و بالتالي $\lambda_5 = 10$ تمثل طول أقصر مسافة بين X_5 , X_0 و لمعرفة المسار نلجأ إلى :

* المرحلة الثانيّة : مرحلة الإيـّاب.
نتفحص الأقواس التي تصل كما يلي:



شكل (3 - 3)

1- الأقواس التي تصل إلى القمّة X_5: (X_4,X_5) , (X_3,X_5) , (X_2,X_5) , (X_0,X_5) .

*من القمّة X_4 :

$$\lambda_5 - \lambda_4 = 10 - 9 = 1$$
$$\Rightarrow \lambda_5 - \lambda_4 = C(X_4, X_5)$$

إذن القوس (X_4, X_5) ينتمي إلى المسار الأمثل U : $(X_4, X_5) \in U$
و نميّز هذا المسار بخط مزدوج كما في الشكل.

*من القمّة X_3 :

$$\lambda_5 - \lambda_3 = 10 - 5 = 5 < 9$$
$$\Rightarrow \lambda_5 - \lambda_3 \neq C(X_3, X_5)$$

إذن القوس (X_3, X_5) لا ينتمي إلى المسار الأمثل U : $(X_3, X_5) \notin U$

*من القمّة X_2 :

$$\lambda_5 - \lambda_2 = 10 - 8 = 2 \neq 4$$
$$\Rightarrow \lambda_5 - \lambda_2 \neq C(X_2, X_5)$$

إذن القوس (X_2, X_5) لا ينتمي إلى المسار الأمثل U : $(X_2, X_5) \notin U$

*من القمّة X_0 :

$$\lambda_5 - \lambda_0 = 10 - 0 = 10 \neq 12$$
$$\Rightarrow \lambda_5 - \lambda_0 \neq C(X_0, X_5)$$

إذن القوس (X_0, X_5) لا ينتمي إلى المسار الأمثل U : $(X_0, X_5) \notin U$

2- الأقواس التي تصل إلى القمّة X_4 : (X_3,X_4) , (X_2,X_4) , (X_1,X_4) .

*من القمّة X_3 :

$$\lambda_4 - \lambda_3 = 9 - 5 = 4 = C(X_3, X_4)$$

إذن القوس (X_3, X_4) ينتمي إلى المسار الأمثل : $(X_3, X_4) \in U$

*من القمّة X_2 :

$$\lambda_4 - \lambda_2 = 9 - 8 = 1 \neq 2$$
$$\Rightarrow \lambda_4 - \lambda_2 \neq C(X_2, X_4)$$

القوس (X_2, X_4) لا ينتمي إلى المسار الأمثل : $(X_2, X_4) \notin U$.

*من القمّة X_1 :

$$\lambda_4 - \lambda_1 = 9 - 3 = 6 \neq 7$$
$$\Rightarrow \lambda_4 - \lambda_1 \neq C(X_1, X_4)$$

القوس (X_1, X_4) لا ينتمي إلى المسار U : $(X_1, X_4) \notin U$

3 - الأقواس التي تصل إلى القمّة X_3 : (X_1,X_3) , (X_0,X_3)

*من القمّة X_1 :

$$\lambda_3 - \lambda_0 = 5 - 3 = 2$$
$$\Rightarrow \lambda_3 - \lambda_1 = C(X_1, X_3)$$

إذن القوس (X_1, X_3) ينتمي إلى المسار الأمثل U : $(X_1, X_3) \in U$

*من القمّة X_0 :

$$\lambda_3 - \lambda_0 = 5 - 0 = 5 \neq 7$$
$$\Rightarrow \lambda_3 - \lambda_0 \neq C(X_0, X_3)$$

إذن القوس (X_0, X_3) لا ينتمي إلى المسار U : $(X_0, X_3) \notin U$.

4 - الأقواس التي تصل إلى القمّة X_2 : (X_3, X_2) , (X_0, X_2)

*من القمّة X_3 :

$$\lambda_2 - \lambda_3 = 8 - 5 = 3$$
$$\Rightarrow \lambda_2 - \lambda_3 = C(X_3, X_2)$$

إذن القوس (X_3, X_2) ينتمي إلى المسار: $(X_3, X_2) \in U$

*من القمّة X_0 :

$$\lambda_2 - \lambda_0 = 8 - 0 = 8 \neq 9$$
$$\Rightarrow \lambda_2 - \lambda_0 \neq C(X_0, X_2)$$

القوس (X_0, X_2) لا ينتمي إلى المسار U : $(X_0, X_2) \notin U$.

5 - الأقواس التي تصل إلى القمّة X_1 : (X_0, X_1)

$$\lambda_1 - \lambda_0 = 3 - 0 = 3$$
$$\Rightarrow \lambda_1 - \lambda_0 = C(X_0, X_1)$$

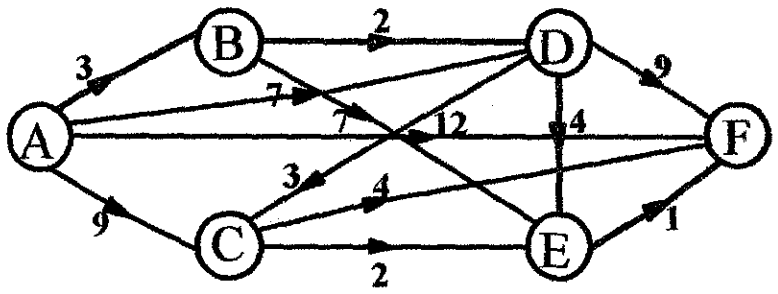
إذن القوس (X_0, X_1) ينتمي إلى المسار الأمثل U ونميّزه بخطّ مزدوج $(X_0, X_1) \in U$.

لا يوجد أيّ قوس يصل إلى القمة X_0 لأنّها قمة الإنطلاق .

و بالتالي نكون قد حدّدنا المسار الأمثل U بخطوط مزدوجة و هذا المسار هو :

$$U = [(X_0,X_1) , (X_1,X_3) , (X_3,X_4) , (X_4,X_5)]$$

نلاحظ أننا قد أهملنا القوس (X_2, X_3) لأنّه لا يوصلنا إلى نقطة الوصول .
نعيد الشكل إلى أصله:



شكل (3 - 4)

المسار الأمثل هو : A , B , D , E , F
أقصر مسافة تقدّر بـ 10 و بما أن الوحدة مئات الكيلومترات فالمسافة هي 1000 كلم.

ب- البحث عن أطول مسار :

للبحث عن أطول مسار نعتمد نفس خوارزميّة فورد في البحث عن أقصر مسار إنّما في اتجاه معاكس ، حسب الخطوات التاليّة :

١- نعيد تسمية القمم كما فعلنا في حالة التدنئة من قمة الإنطلاق X_0 إلى قمة الوصول X_{n-1} في حالة وجود n قمة .

٢- نضع بجانب القمّة X_0 , $\lambda_0 = 0$
نضع بجانب القمّة X_i , $X_i = 0$ حيث $i \neq 0$

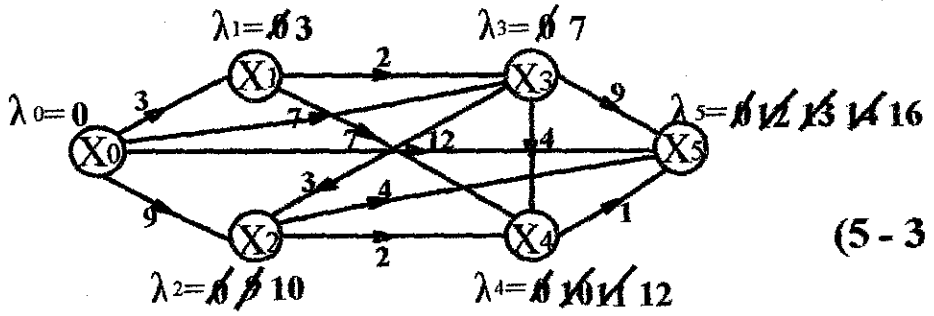
٣- نفترض أنّ $C(X_i, X_j)$ حمولة القوس (X_i, X_j) و قد تكون أرباح،...
عمليّة البحث عن أطول مسار تقسّم هي الأخرى إلى مرحلتين :

* المرحلة الأولى : مرحلة الذّهاب .
في كلّ قمة X_j تكون فيها $(\lambda_j - \lambda_i) < C(X_i, X_j)$ نعوّض λ_j بالقيمة
$\lambda_j = \lambda_i + C(X_i, X_j)$
أمّا إذا كانت $(\lambda_j - \lambda_i) > C(X_i, X_j)$ أو $(\lambda_j - \lambda_i) = C(X_i, X_j)$ فلا نغيّر λ_j نستمر في هذه العمليّة حتّى يستحيل التغيير.

* المرحلة الثانيّة : مرحلة الإيّاب .
نفس العمليّة التي نقوم بها في البحث عن أقصر مسار حيث ننطلق من قمّة الوصول X_{n-1}
و نطرح من القيمة λ_{n-1} قيمة λ_0 الموجودة في الأطراف الإبتدائيّة للأقواس التي تصل إلى X_{n-1} , و نأخذ القوس الذي يتحقق فيه :
$\lambda_{n-1} - \lambda_0 = C(X_i, X_j)$
و يعتبر هذا القوس من الأقواس التي تشكل المسار الأمثل (أطول مسار) , و نميّزه بخطّ مزدوج. نستمر في العمليّة حتّى نصل إلى قمة الإنطلاق , و نحدد المسار الأمثل .
لتوضيح هذه الخوارزميّة نأخذ نفس المثال السّابق و نبحث عن أطول مسار .

السؤال : ما هو أطول مسار يمكن المرور به ؟ و ما هي المدن التي يمرّ بها بفرض أنّ الشركة تحقق ربحا قدره 100 دج عن كلّ كيلومتر تقطعه ؟.

- البحث عن أطول مسار:
- نعيد تسميّة قمم الشبكة.



شكل (3 - 5)

* المرحلة الأولى : مرحلة الذهاب.

1- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_0 : (X_0,X_5) , (X_0,X_3) , (X_0,X_2) , (X_0,X_1)

* من القمّة X_1 :

$$\lambda_1 - \lambda_0 = 0 < 3 \Rightarrow \lambda_1 = \lambda_0 + C(X_0, X_1) = 3 \qquad \lambda_1 = 3$$

نقوم بنفس العمليّات السّابقة حيث نستبدل القيمة $\lambda_1 = 0$ بالقيمة $\lambda_1 = 3$ في الشبكة

* من القمّة X_2 :

$$\lambda_2 - \lambda_0 = 0 < 9 \Rightarrow \lambda_2 = \lambda_0 + C(X_0, X_2) = 9 \qquad \lambda_2 = 9$$

* من القمّة X_3 :

$$\lambda_3 - \lambda_0 = 0 < 7 \Rightarrow \lambda_3 = \lambda_0 + C(X_0, X_3) = 7 \qquad \lambda_3 = 7$$

* من القمّة X_5 :

$$\lambda_5 - \lambda_0 = 0 < 12 \Rightarrow \lambda_5 = \lambda_0 + C(X_0, X_5) = 12 \qquad \lambda_5 = 12$$

2- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_1 : (X_1,X_3) , (X_1,X_4).

* من القمّة X_3 :

$$\lambda_3 - \lambda_1 = 7 - 3 = 4 > C(X_1, X_3)$$

إذن لا نغيّر λ_3 .

* من القمّة X_4 :

$$\lambda_4 - \lambda_1 = 0 - 3 < 7$$

$$\Rightarrow \lambda_4 = \lambda_1 + C(X_1, X_4) = 3 + 7 = 10 \qquad \lambda_4 = 10$$

3- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_2 : (X_2,X_4) , (X_2,X_5).

* من القمّة X_4 :

$$\lambda_4 - \lambda_2 = 10 - 9 = 1 < 2$$

$$\Rightarrow \lambda_4 = \lambda_2 + C(X_2, X_4) = 9 + 2 = 11 \qquad \boldsymbol{\lambda_4 = 11}$$

نعوّض $\lambda_4 = 10$ بالقيمة 11 في الشبكة .

* من القمّة X_5 :

$$\lambda_5 - \lambda_2 = 12 - 9 = 3 < 4$$

$$\Rightarrow \lambda_5 = \lambda_2 + C(X_2, X_5) = 13 \qquad \boldsymbol{\lambda_5 = 13}$$

نعوّض $\lambda_5 = 12$ بالقيمة $\lambda_5 = 13$ في الشبكة .

4- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_3 : (X_3,X_2) , (X_3,X_4) , (X_3,X_5).

* من القمّة X_2 :

$$\lambda_2 - \lambda_3 = 9 - 7 = 2 < C(X_3, X_2)$$

$$\Rightarrow \lambda_2 = \lambda_3 + C(X_3, X_2) = 3 + 7 = 10 \qquad \boldsymbol{\lambda_2 = 10}$$

نعيد تفحص الأقواس التي تنطلق من القمة X_2 : (X_2, X_4) , (X_2, X_5)

$$\lambda_4 - \lambda_2 = 11 - 10 = 1 < C(X_2, X_4) = 2$$

$$\Rightarrow \lambda_4 = \lambda_2 + 2 = 10 + 2 = 12 \qquad \boldsymbol{\lambda_4 = 12}$$

نستبدل λ_4 في الشبكة بالقيمة $\lambda_4 = 12$

$$\lambda_5 - \lambda_2 = 13 - 10 = 3 < C(X_2, X_5) = 4$$

$$\Rightarrow \lambda_5 = \lambda_2 + 4 = 10 + 4 = 14 \qquad \boldsymbol{\lambda_5 = 14}$$

نستبدل $\lambda_5 = 13$ في الشبكة بالقيمة $\lambda_5 = 14$.

* من القمّة X_4 :

$$\lambda_4 - \lambda_3 = 12 - 7 = 5 > 4$$

إذن لا نغيّر λ_4 لأنّ $\lambda_4 - \lambda_3 > C(X_3, X_4)$

* من القمّة X_5 :

$$\lambda_5 - \lambda_3 = 14 - 7 = 7 < C(X_3, X_5)$$

$$\Rightarrow \lambda_5 = \lambda_3 + C(X_3, X_5) = 7 + 9 \qquad \boldsymbol{\lambda_5 = 16}$$

$$\Rightarrow \lambda_5 = 16$$

نستبدل $\lambda_5 = 14$ في الشبكة بالقيمة $\lambda_5 = 16$

5- الأقواس التي تنطلق من القمّة X_4 : (X_4, X_5)

$$\lambda_5 - \lambda_4 = 16 - 12 = 4 > C(X_4, X_5)$$

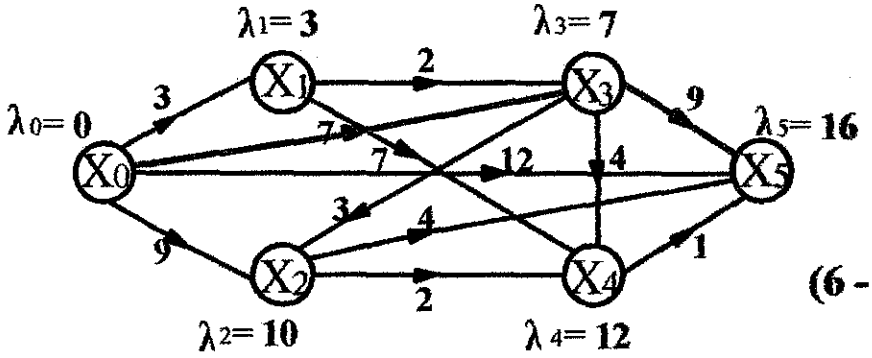
إذن لا نغيّر λ_5 .

لا توجد أيّ أقواس تنطلق من X_5 لأنّها قمّة الوصول .

إذن القيمة $\lambda_5 = 16$ هي طول أطول مسار من نقطة المبدأ إلى نقطة الوصول .

يبقى الآن أن نحدد أهم القمم التي يمرّ بها من خلال مرحلة الإيّاب .

* المرحلة الثانيّة : مرحلة الإيـاب.
نتفحص في هذه المرحلة الأقواس التي تصل إلى القمم .



شكل (3 - 6)

1- الأقواس التي تصل إلى القمّة X_5 : (X_0,X_5) , (X_2,X_5) , (X_3,X_5) , (X_4,X_5) .

*من القمّة X_4 :

$$\lambda_5 - \lambda_4 = 16 - 12 = 4 \neq 1$$
$$\lambda_5 - \lambda_4 \neq C(X_4, X_5) \Rightarrow (X_4, X_5) \notin U$$

*من القمّة X_3 :

$$\lambda_5 - \lambda_3 = 16 - 7 = 9$$
$$\lambda_5 - \lambda_3 = C(X_3, X_5) \Rightarrow (X_3, X_5) \in U$$

القوس (X_3, X_5) ينتمي إلى المسار الأمثل U و نمثله بخطّ مزدوج .

*من القمّة X_2 :

$$\lambda_5 - \lambda_2 = 16 - 10 = 6 \neq 7$$
$$\lambda_5 - \lambda_2 \neq C(X_2, X_5) \Rightarrow (X_2, X_5) \notin U$$

*من القمّة X_0 :

$$\lambda_5 - \lambda_0 = 16 - 0 = 16 \neq 12$$
$$\lambda_5 - \lambda_0 \neq C(X_0, X_5) \Rightarrow (X_0, X_5) \notin U$$

2- الأقواس التي تصل إلى القمّة X_4 : (X_1,X_4) , (X_2,X_4) , (X_3,X_4) .

*من القمّة X_3 :

$$\lambda_4 - \lambda_3 = 12 - 7 = 5 \neq 4$$
$$\lambda_4 - \lambda_3 \neq C(X_3, X_4) \Rightarrow (X_3, X_4) \notin U$$

*من القمّة X_2 :

$$\lambda_4 - \lambda_2 = 12 - 10 = 2$$
$$\lambda_4 - \lambda_2 = C(X_2, X_4) \Rightarrow (X_2, X_4) \in U$$

القوس (X_2, X_4) ينتمي إلى المسار U و نمثله بخطّ مزدوج .

*من القمّة X_1 :

$$\lambda_4 - \lambda_1 = 12 - 3 = 9 \neq 7$$
$$\lambda_4 - \lambda_1 \neq C(X_1, X_4) \Rightarrow (X_1, X_4) \notin U$$

3 - الأقواس التي تصل إلى القمّة X_3 : (X_0,X_3) , (X_1,X_3)

*من القمّة X_1 :

$$\lambda_3 - \lambda_1 = 7 - 4 = 3 \neq 2$$
$$\lambda_3 - \lambda_1 \neq C(X_1, X_3) \Rightarrow (X_1, X_3) \notin U$$

*من القمّة X_0 :

$$\lambda_3 - \lambda_0 = 7 - 0 = 7$$
$$\lambda_3 - \lambda_0 = C(X_0, X_3) \Rightarrow (X_0, X_3) \in U$$

القوس (X_0, X_3) ينتمي إلى المسار U و نمثله بخطّ مزدوج .

4 - الأقواس التي تصل إلى القمّة X_2 : (X_0 , X_2) , (X_3 , X_2)

*من القمّة X_3 :

$$\lambda_2 - \lambda_3 = 10 - 7 = 3$$
$$\lambda_2 - \lambda_3 = C(X_3, X_2) \Rightarrow (X_3, X_2) \in U$$

*من القمّة X_0 :

$$\lambda_2 - \lambda_0 = 10 - 0 = 10 \neq 9$$
$$\lambda_2 - \lambda_0 \neq C(X_0, X_2) \Rightarrow (X_0, X_2) \notin U$$

5 - الأقواس التي تصل إلى القمّة X_1 : (X_0 , X_1)

$$\lambda_1 - \lambda_0 = 3 - 0 = 3$$
$$\lambda_1 - \lambda_0 = C(X_0, X_1) \Rightarrow (X_0, X_1) \in U$$

لا يوجد أيّ قوس يصل إلى القمة X_0 لأنّها قمة الإنطلاق .

إذن المسار الأمثل هو :

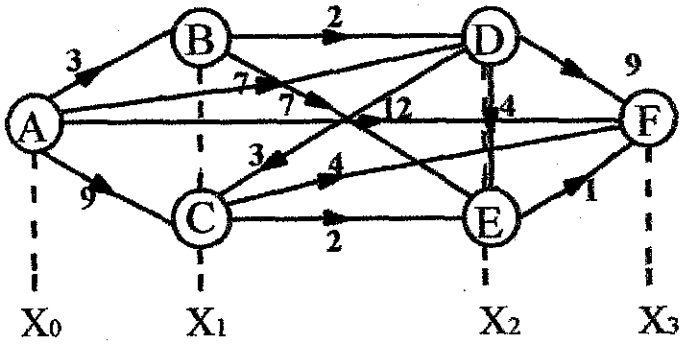
$$U = [(X_0,X_3) , (X_3,X_5)]$$

نلاحظ أننا قد أهملنا الأقواس (X_0 , X_1) , (X_3 , X_2) , (X_2 , X_4) لأنّها لا توصلنا إلى قمّة الوصول .

ثانيا: طريقة الفحص التتابعي:

تعتمد هذه الطريقة على الجداول حيث يتم فحص المسارات الجزئية المتتالية و اختيار المسار الأمثل الذي يوصل إلى القمة النهائية، سواء أكبر قيمة ممكنة أو أقل حسب الحالة.

تقوم طريقة الفحص التتابعي بتقسيم البيان إلى عدّة أجزاء يضمّ كلّ منها مجموعة من القمم تشكل مرحلة من المراحل. ولتوضيح ذلك نأخذ نفس المثال السّابق.



شكل (3 - 7)

نقوم بتقسيم الشبكة إلى :

المرحلة الإبتدائية : $X_0 = \{ A \}$

المرحلة الثانية : $X_1 = \{B,C \}$

المرحلة الثالثة : $X_2 = \{D,E \}$

المرحلة الرّابعة : $X_3 = \{ F \}$

أ- البحث عن أقصر مسار : "حالة التدنئة "

يتم اختيار أقصر مسار في كلّ مرحلة من خلال الجداول التّالية :

١ - اختيار أصغر المسارات الواصلة إلى $X_1 = \{B,C \}$

X_1	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأصغر	تكلفة المسار الأصغر
B	AB	3	AB	3
C	AC	9	AC	9
	DC	3	DC	3

جـــــدول (-3-3-1)

٢- اختيار أصغر المسارات الواصلة إلى $X_2 = \{D,E\}$

X_2	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأصغر	تكلفة المسار الأصغر
D	AD	7	ABD	5
	ABD	5		
E	ABE	10	ABDE	9
	ACE	11		
	ADE	10		
	ABDE	9		

جـــــدول (3-3-2)

تحسب تكاليف كلّ مسار بجمع تكاليف كلّ قوس ينتمي إلى المسار.

٣- اختيار أصغر المسارات الواصلة إلى X_3 .

X_3	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأصغر	تكلفة المسار الأصغر
F	AF	12	ABDEF	10
	ADF	16		
	ADEF	12		
	ABDF	14		
	ABEF	11		
	ABDEF	10		
	ABDCEF	11		
	ACEF	12		
	ACF	13		

جـــــدول (3-3-3)

إذن المسار الأمثل الّذي يربط بين قمّة الإنطلاق A و قمّة الوصول F هو المسار الّذي تمّ الوصول إليه في الجدول و هو المسار ABDEF
حيث تقدر أقصر مسافة بـ 10 وحدات أي 1000 كلم .
المسار هو :

$$A \xrightarrow{3} B \xrightarrow{2} D \xrightarrow{4} E \xrightarrow{1} F$$

هو نفس المسار التي تمّ الوصول إليه بخوارزميّة فورد .

ب - البحث عن أطول مسار : "حالة التعظيم "

نستخدم نفس الطريقة في البحث عن أقصر مسار و بدلا من اختيار أصغر المسارات الواصلة نختار أكبرها .
ولتوضيح ذلك ، نأخذ نفس الشبكة ، ونفترض أنّ حمولة الأقواس تمثل أرباح حيث أنّ الشركة تربح 100 دج عن كلّ كلم . نتبع نفس الخطوات في البحث عن أطول مسار:

1- اختيار أكبر المسارات الواصلة إلى X_1 :

X_1	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأصغر	تكلفة المسار الأصغر
B	AB	3	AB	3
C	AC	9	AC	9
	DC	3	DC	3

2- اختيار أكبر المسارات الواصلة إلى X_2 :

X_2	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأصغر	تكلفة المسار الأصغر
D	AD	7	7	AD
	ABD	5		
E	ABE	10	ABE	10
	ACE	11		
	ADE	10	ADE	
	ABDE	9		

جـــــدول (3-4-2)

3- اختيار أكبر المسارات الواصلة إلى X_3 :

X_2	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأصغر	تكلفة المسار الأصغر
F	AF	12	ADF	16
	ADF	16		
	ADEF	12		
	ABDF	14		
	ABEF	11		
	ABDEF	10		
	ABDCEF	11		
	ACEF	12		
	ACF	13		

جـــــدول (3-4-3)

إذن المسار الأمثل الذي يحقق أكبر ربح ممكن و الذي يمثل أطول مسار يربط بين قمة الإنطلاق A و قمّة الوصول F هو المسار ADF .

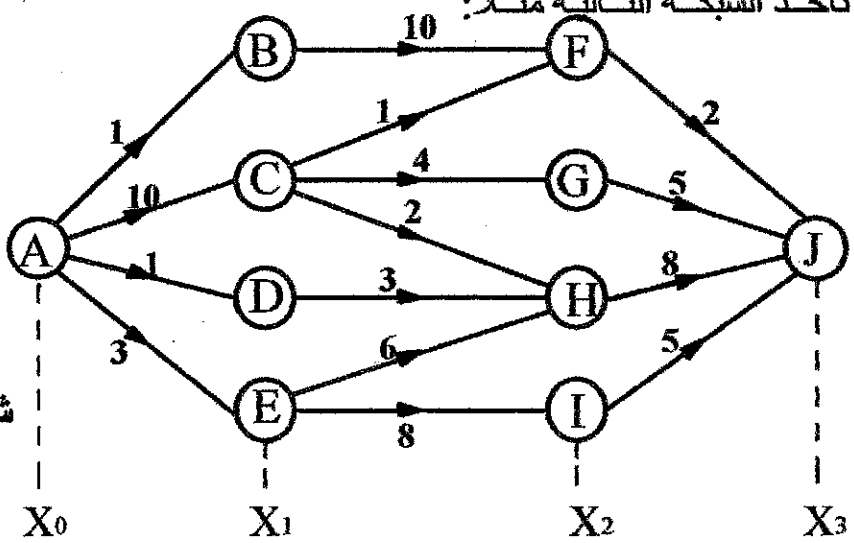
ويمرّ عبر المدن كما هو موضح:

و هو يمثل نفس المسار الّذي تمّ الوصول إليه حسب خوارزميّة فورد في البحث عن أطول مسار .

ملاحظة: تعتبر هذه الطريقة أسرع من طريقة فورد التي تعتمد على الحساب و الفحص الدقيق للمسارات.

تستعمل هذه الطريقة في حالة الشبكة المعقدة ذات عدّة قمم و التي تستغرق و قتا كبيرا للحساب حسب طريقة فورد.

مثال(3-5): نأخذ الشبكة التالية مثلا:



شكل (3 - 8)

نستطيع حلّ هذه الشبكة بالطريقتين، لكن تعتبر طريقة الفحص التتابعي أسرع.

بعد تقسيم الشبكة إلى عدّة مراحل كما يلي:

المرحلة الإبتدائية : $X_0 = \{ A \}$

المرحلة الثانيّة : $X_1 = \{B , C , D , E\}$

المرحلة الثالثة : $X_2 = \{F, G , H , I\}$

المرحلة الرّابعة : $X_3 = \{ J \}$

أ- البحث عن أقصر مسار:

1- أصغر المسارات الواصلة إلى X_1 :

X_1	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأصغر	تكلفة المسار الأصغر
B	AB	1	AB	1
C	AC	10	AC	10
D	AD	1	AC	1
E	AE	3	AE	3

جـــــدول (3-5-1)

2- اختيار أصغر المسارات الواصلة إلى X_2 :

نأخذ المسارات الصغرى من الجدول السابق و نربطها بالأقواس الموالية:

X_2	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأصغر	تكلفة المسار الأصغر
F	ABF	11	ABF	11
	ACF	11	ACF	11
G	ACG	14	ACG	14
H	ACH	12	ADH	4
	ADH	4		
	AEH	9		
I	AEI	11	AEI	11

جـــــدول (3-5-2)

ب- البحث عن أقصر مسار:

1- أكبر المسارات الواصلة إلى X_1

X_1	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأكبر	تكلفة المسار الأصغر
A	AB	1	AB	1
B	AC	10	AC	10
D	AD	1	AD	1
E	AE	3	AE	3

جـــــدول (3-6-1)

2- اختيار أكبر المسارات الواصلة إلى X_2

نأخذ المسارات الكبرى من الجدول السابق و نربطها بالأقواس الموالية:

X_2	المسارات الممكنة	التكلفة	المسار الأكبر	تكلفة المسار الأصغر
F	ABF	11	ABF	11
	ACF	11	ACF	11
G	ACG	14	ACG	14
H	ACH	12	ACH	12
	ADH	4		
	AEH	9		
I	AEI	11	AEI	11

جـــــدول (3-6-2)

3- اختيار أصغر المسارات الواصلة إلى X_3 :
نأخذ المسارات التي تكمل المسارات المثلى في الجدول السّابق و التي تصل إلى المرحلة الثالثة:

تكلفة المسار الأصغر	المسار الأصغر	التكلفة	المسارات الممكنة	X_3
12	ADhJ	13	ABFJ	J
		13	ACFJ	
		19	ACGJ	
		12	ADHJ	
		16	AEIJ	

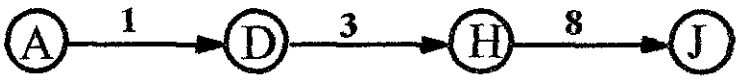
جـــــدول (3-5-3)

3- اختيار أكبـر المسارات الواصلة إلى X_3

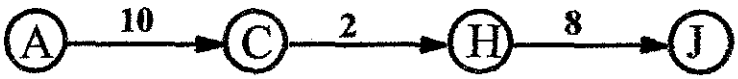
تكلفة المسار الأصغر	المسار الأكبر	التكلفة	المسارات الممكنة
20	ACHJ	13	ABFJ
		13	ACFJ
		19	ACGJ
		20	ACHJ
		16	AEIJ

جـــــدول (3-6-3)

- أقصـر مسـار لهذه الشبكـة هـو المسـار ADHJ



- أطـول مسـار لهذه الشبكـة هـو المسـار ACHJ



ثالثا: طـريقـة المصفـوفـات "La méthode matricielle" :

تستخـدم هـي الطريقـة في البحث عن أقصـر مسـار، و هـي تعتمـد أساسا على تحـويل الشبكـة إلى مصفـوفات و القيام بحسابات عليها ، و تـرجـع الفكـرة إلى "G.Demourcon"، ثـمّ طـوّرت من قبل " W.Floyd " و نشـرت في الـولايات المتحـدّة الأمـريكيّة.
تعتمـد هذه الخـوارزميّـة على الخـطوات التّاليّـة :

١- نقـوم أوّلا بتسميـة العقـد مـن 1 إلى n .

٢- نفترض أنّ:

$$V'_{ij} = \begin{cases} V(X_i, X_j) & Si\ (X_i, X_j) \in U \\ +\infty & Si\ (X_i, X_j) \notin U \end{cases}$$

حيث $V(X_i, X_j)$: هي حمـولة القـوس (X_i, X_j)

٣- نضع هذه القيم في مصفوفة $D = n \times n$.

٤- في كلّ مرحلة $k \geq 1$ نقوم بالحسابات التّاليّة :

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

و بالتالي:

$$V^{k}_{ij} = \min \left\{ V'^{(k-1)}_{ij} \ , \ V^{(k-1)}_{ij} \right\}$$

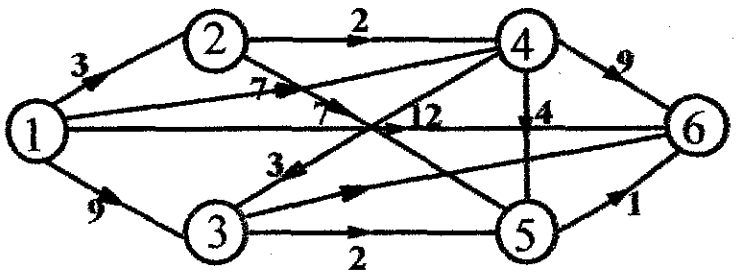
إذن:

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

نتوقف عن الحساب عندما نصل إلى أنّ : $Dk = Dk-1$

لفهم هذه الطريقة نأخذ نفس المثال السّابق حتىّ نتأكد من تطابق النتائج.

- مثال : نأخذ الشبكة التي في المثال السّابق و نعيد تسميّة العقد .



شكل (3 - 9)

4

المصفوفة المرافقة لهذه الشبكة هي :

$D_0 = D_1$ لأنّ A هي نقطة الإنطلاق أو مدخل الشبكة فلا يمرّ بها أيّ مسار.

$$D_0 = D_1 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 3 & 9 & 7 & - & 12 \\ - & - & - & 2 & 7 & - \\ - & - & - & - & 2 & 4 \\ - & - & 3 & - & 4 & 9 \\ - & - & - & - & - & 1 \\ - & - & - & - & - & - \end{bmatrix} \end{array}$$

حساب D_2 :

في هذه المرحلة $k = 2$

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

$$V^{k}_{ij} = \min \left\{ V^{(k-1)}_{ij} \; , \; V^{(k-1)}_{ij} \right\}$$

$$D_2 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 3 & 7 & 5 & 10 & 12 \\ - & - & - & 2 & 7 & - \\ - & - & - & - & 2 & 4 \\ - & - & 3 & - & 4 & 9 \\ - & - & - & - & - & 1 \\ - & - & - & - & - & - \end{bmatrix} \end{array}$$

1- حساب السّطر الأوّل في المصفوفة:

$$V'^{1}_{11} = V^{1}_{12} + V^{1}_{21} = 3 + \infty = \infty$$

$$V^{2}_{11} = \min \{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V'^{1}_{12} = V^{1}_{12} + V^{1}_{22} = 3 + \infty = \infty$$

$$V^{2}_{12} = \min \{\infty, 3\} = 3$$

$$V'^{1}_{13} = V^{1}_{12} + V^{1}_{23} = 3 + \infty = \infty$$

$$V^{2}_{13} = \min \{\infty, 9\} = 9$$

$$V'^{1}_{14} = V^{1}_{12} + V^{1}_{24} = 3 + 2 = 5$$

$$V^{2}_{14} = \min \{5, 5\} = 5$$

$$V'^{1}_{15} = V^{1}_{12} + V^{1}_{25} = 3 + 7 = 10$$

$$V^{2}_{15} = \min \{10, 10\} = 10$$

$$V'^{1}_{16} = V^{1}_{12} + V^{1}_{26} = 3 + \infty = \infty$$

$$V^{2}_{16} = \min \{\infty, 12\} = 12$$

$$V_{16}^{2} = \min\{\infty, 12\} = 12$$

2- حساب السطر الثاني في المصفوفة :

$$V_{21}^{'1} = V_{22}^{1} + V_{21}^{1} = \infty + \infty = \infty$$

$$V_{21}^{2} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V_{22}^{'1} = V_{22}^{1} + V_{22}^{1} = \infty$$

$$V_{22}^{2} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V_{23}^{'1} = V_{22}^{1} + V_{23}^{1} = \infty + \infty = \infty$$

$$V_{23}^{2} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V_{24}^{'1} = V_{22}^{1} + V_{24}^{1} = \infty + 2 = \infty$$

$$V_{24}^{2} = \min\{\infty, 2\} = 2$$

$$V_{25}^{'1} = V_{22}^{1} + V_{25}^{1} = \infty + 7 = \infty$$

$$V_{25}^{2} = \min\{\infty, 7\} = 7$$

$$V_{26}^{'1} = V_{22}^{1} + V_{26}^{1} = \infty + \infty = \infty$$

$$V_{26}^{2} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

يتم حساب الأسطر المتبقية بنفس الطريقة فنحصل على المصفوفة D_2

$D_1 \neq D_2$

إذن نواصل الحساب:

$K = 3$

2- حساب السطر الثاني:

$$V_{21}^{'2} = V_{23}^{2} + V_{31}^{2} = \infty$$

$$V_{21}^{3} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V_{22}^{'2} = V_{23}^{2} + V_{32}^{2} = \infty$$

$$V_{22}^{3} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V_{23}^{'2} = V_{23}^{2} + V_{33}^{2} = \infty$$

$$V_{23}^{3} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V_{26}^{'2} = V_{23}^{2} + V_{36}^{2} = \infty + 4 = \infty$$

$$V_{26}^{3} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

يتم حساب الأسطر الأخرى بنفس الطريقة إلى غاية

$$V_{66}^{'2} = V_{63}^{2} + V_{36}^{2} = \infty$$

$$V_{66}^{'3} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

و نحصل على المصفوفة D_3

بما أنّ $D_3 \neq D_2$ نواصل عمليّة الحساب

k = 4

حساب D4:

$$V_{ij}^{4} = \min\left\{V_{ij}^{'3}, V_{ij}^{3}\right\}$$

$$V_{ij}^{'3} = V_{i4}^{3} + V_{4j}^{3}$$

$$V_{11}^{'3} = V_{14}^{3} + V_{41}^{3} = \infty$$

$$V_{11}^{4} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V_{16}^{'3} = V_{14}^{3} + V_{46}^{3} = 5 + 7 = 12$$

$$V_{16}^{4} = \min\{12, 12\} = 12$$

بحساب كافة الأسطر بنفس الطريقة نحصل على D_4 .

$$D_4 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 3 & 8 & 5 & 9 & 12 \\ - & - & 5 & 2 & 6 & 9 \\ - & - & - & - & 2 & 4 \\ - & - & 3 & - & 4 & 7 \\ - & - & - & - & - & 1 \\ - & - & - & - & - & - \end{bmatrix} \end{array}$$

بما أنّ $D_4 \neq D_3$ إذن نقوم بحساب D_5 .

k = 5

$$D_5 = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 3 & 8 & 5 & 9 & 10 \\ - & - & 5 & 2 & 6 & 7 \\ - & - & - & - & 2 & 3 \\ - & - & 3 & - & 4 & 5 \\ - & - & - & - & - & 1 \\ - & - & - & - & - & - \end{bmatrix} \end{array}$$

$$V_{ij}^{'4} = V_{i5}^{4} + V_{5j}^{4}$$

$$V_{12}^{'4} = V_{15}^{2} + V_{52}^{2} = \infty$$

$$V_{12}^{5} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

$$V_{16}^{'4} = V_{15}^{4} + V_{56}^{4} = 9 + 1 = 10 \Longrightarrow V_{16}^{'5} = 10$$

$$V_{26}^{'4} = V_{25}^{4} + V_{56}^{4} = 1 + 7 = 8$$

$$V_{26}^{5} = \min\{8, 9\} = 8$$

يتم حساب بقيّة قيم المصفوفة بنفس الطريقة حتىّ نحصل على المصفوفة D_5 .

بما أنّ $D_4 \neq D_5$ ، نحسب D_6 :

k = 6

$$V_{ij}^{'5} = V_{i6}^{5} + V_{6j}^{5}$$

$$V_{11}^{'5} = V_{16}^{5} + V_{61}^{5} = \infty \Longrightarrow V_{11}^{6} = \infty$$

$$V_{12}^{'5} = V_{16}^{5} + V_{62}^{5} = \infty \Longrightarrow V_{12}^{6} = 3$$

$$V_{13}^{'5} = V_{16}^{5} + V_{63}^{5} = \infty$$

$$\Longrightarrow V_{13}^{6} = \min\{\infty, 7\} = 7$$

$$V_{14}^{'5} = V_{16}^{5} + V_{64}^{5} = \infty$$

$$\Longrightarrow V_{14}^{6} = \min\{\infty, 4\} = 5$$

$$V_{15}^{'5} = V_{16}^{5} + V_{65}^{5} = \infty$$

$$\Longrightarrow V_{15}^{6} = \min\{\infty, 9\} = 9$$

$$V_{16}^{'5} = V_{16}^{5} + V_{66}^{5} = \infty$$

$$\Longrightarrow V_{16}^{6} = \min\{\infty, 10\} = 10$$

نواصل الحساب حتىّ نصل إلى :

$$V_{66}^{'5} = V_{66}^{5} + V_{66}^{5} = \infty$$

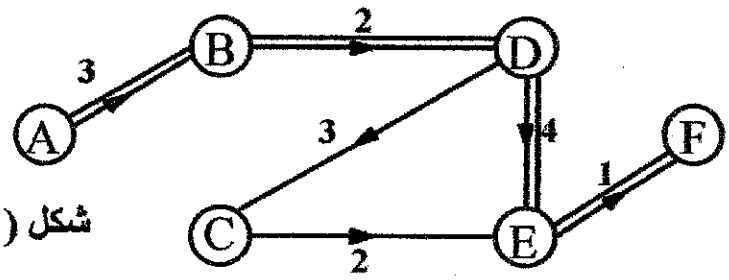
$$V_{66}^{6} = \min\{\infty, \infty\} = \infty$$

من خلال الحساب نجد أنّ : $D_6 = D_5$

إذن نتوقف عن الحساب .

نقارن D_5 مع D_1 , النقاط التي لم تتغيّر هي التي تحدّد المسار الأمثل نجد المصفوفة التالية :

	1	2	3	4	5	6
1	-	3	-	-	-	-
2	-	-	-	2	-	-
3	-	-	-	-	2	-
4	-	-	3	-	4	-
5	-	-	-	-	-	1
6	-	-	-	-	-	-



شكل (3 - 10)

من خلال المصفوفة و من خلال الشكل نجد مسارين .

- الأوّل و يقدّر بـ 10 A ⟶ B ⟶ D ⟶ E ⟶ F

- الثاني و يقدّر بـ 11 A ⟶ B ⟶ D ⟶ C ⟶ E ⟶ F

إذن أقصر مسار هو المسار الأوّل و هي نفس النتيجة التي تمّ الوصول إليها من خلال الطرق السّابقة.

الفرع الثاني: نظريّة التّدفق الأعظمي.

يقصد بالتدفق الأعظمي أكبر إرسال ممكن بين مجموعة من المنابع و مجموعة من المصبّات تحت قيد محدوديّة طاقة نقل الأقواس في الشبكة.
تستخدم نظريّة التدفق الأعظمي خاصّة في شبكات النقل ، و شبكة النقل هي شبكة بدون حلقة ، تحتوي على عقدة بدون سابقة نسمّيها مدخل الشبكة " E " ، و عقدة بدون لاحقة نسمّيها مخرج الشبكة " S " ، أقواس شبكة النقل تكون مقيّمة بأرقام تمثل طاقة كلّ قوس.

* خوارزميّة فورد فلكر سون *Algorithme de FORD Fulkerson*

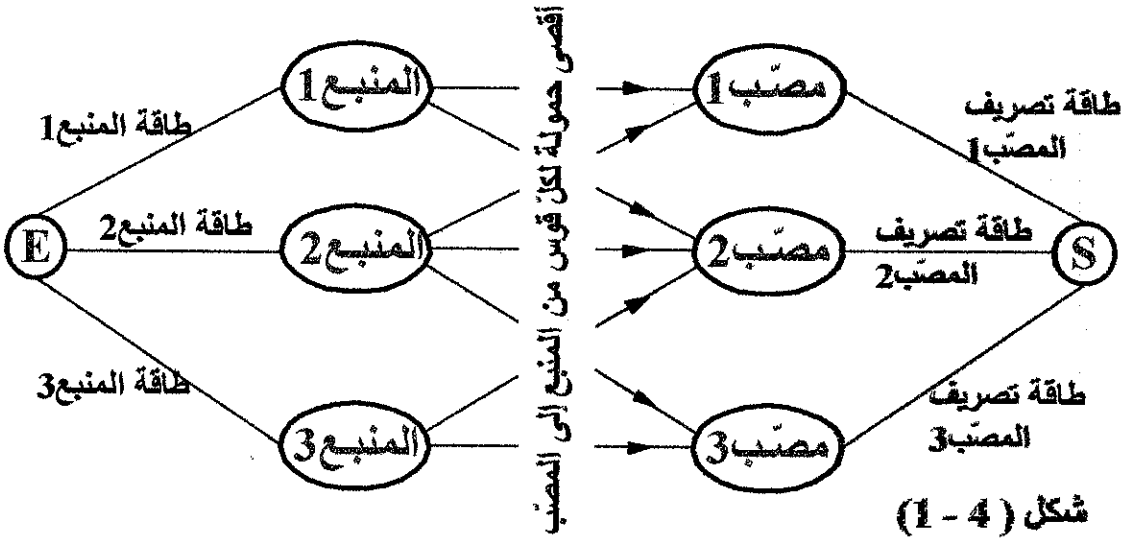
تستخدم خوارزميّة فورد فلكرسون التي سميّت نسبة إلى أوّل من استخدمها، في البحث عن أعضم تدفق بين المنابع و المصبّات، أي إمرار أكبر كميّة ممكنة من المادّة المراد نقلها من المدخل E ، عبر الأقواس المحدودة الطّاقة إلى نقطة الخروج S ، دون الأخذ بعين الاعتبار أيّ تكاليف فهي لا تظهر أساسا في الشبكة .
الشبكة قد تجسّد نقل بضائع من مناطق مختلفة على ظهور الباخرات طاقة نقلها محدودة، إلى مناطق استقبال أخرى قد تكون طاقة تصريفها محدودة، و الأقواس تمثل في هذه الحالة أنابيب نقل هذه السوائل و إيصالها إلى الخزانات.

- خوارزميّة الحّل:
لإيجاد أعظم تدفق في شبكة النقل نتبع خطوات خوارزميّة فورد فلكر سون التّاليّة:

1 - رسم البيان:

نقوم بما يلي:
1- نحدّد نقطة ما و نسمّيها مدخل البيان " E "
2- نحدّد المنابع و نصلها بقمّة المدخل بأقواس حمولتها هي طاقة تصريف كلّ منبع
3- نحدّد المصبّات و نصلها بالمنابع و نحدّد طاقة تصريف كلّ قوس .
4- نحدّد نقطة خارج البيان من جهة المصبّات و نصلها بالمصبّات بأقواس طاقة تصريفها تساوي طاقة استقبال كلّ مصب.

و يمكـن تجسيـد هذه الخـطوات في الشكـل التـالي :



شكل (4 - 1)

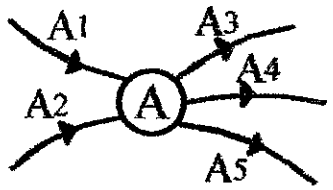
المصدر: محمّد راتول ، بحوث العمليّات ، مرجع سابق ، ص 273 .

2- البحث عن أمثل تدفق:

في هذه المرحلة يجب تطبيق قاعدة مهمّة و هي :

* قاعدة كورشوف:

عند كلّ قمّة يجب أن تكون كميّة التدفقات الدّاخلة = كميّة التدفقات الخارجة[1].



شكل (4 - 2)

بتطبيق قاعدة كورشوف فإنّ: $A_1 + A_2 = A_3 + A_4 + A_5$

يجب تطبيق هذه القاعدة في كلّ قمّة من قمم الشبكة.

1- نبدأ بالأقواس التي تخرج من قمّة المدخل ، نرسل تدفق ما مع مراعاة ضرورة تسويّة الوضعيّة عند كلّ قمّة .

2- نقوم بتحسين التدفق حتّى يكون كلّ مسار من " E " إلى " S " يحتوي على الأقل على قوس مشبّع .

[1]: محمّد راتول ، بحوث العمليات ، مرجع سابق ص 274

الميناء المستقبل	E	F	G	H
قدرة الإستقبال	120	100	110	170

لنقل هذه الكميّات من الميناء المصدر إلى الميناء المستقبل ، تمّ توفير عدّة باخرات تختلف طاقة نقلها ، وهي موضحة في الجدول التالي بآلاف الأطنان .

	E	F	G	H
A	90	50	40	-
B	70	60	30	-
C	-	40	60	100
D	-	40	60	100

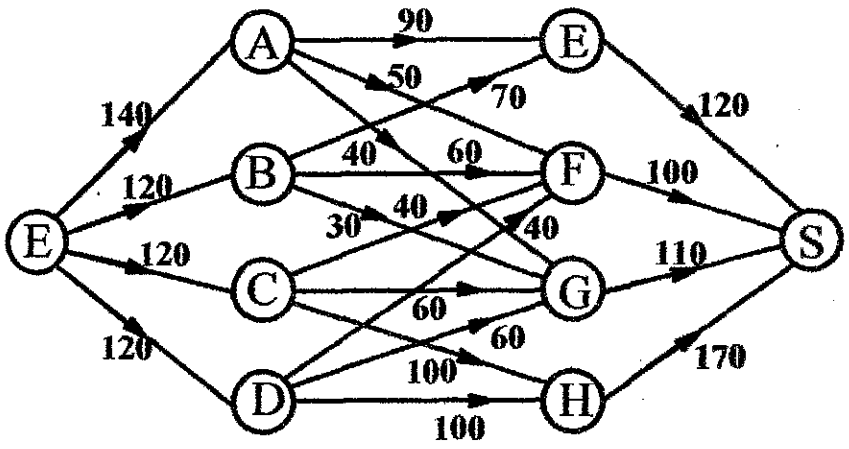
جـــــدول (4- 1)

90 تمثل الكميّة التي يمكن أن تنقلها الباخرة من الميناء A إلى الميناء E .

المطلوب : تحديد الكميّات التي يجب أن تنقلها كلّ باخرة من كلّ ميناء مصدر إلى كلّ ميناء مستقبل و التي تسمح بتعظيم الكميّات المنقولة إلى مختلف موانئ الوطن .

- خوارزميّة الحلّ :

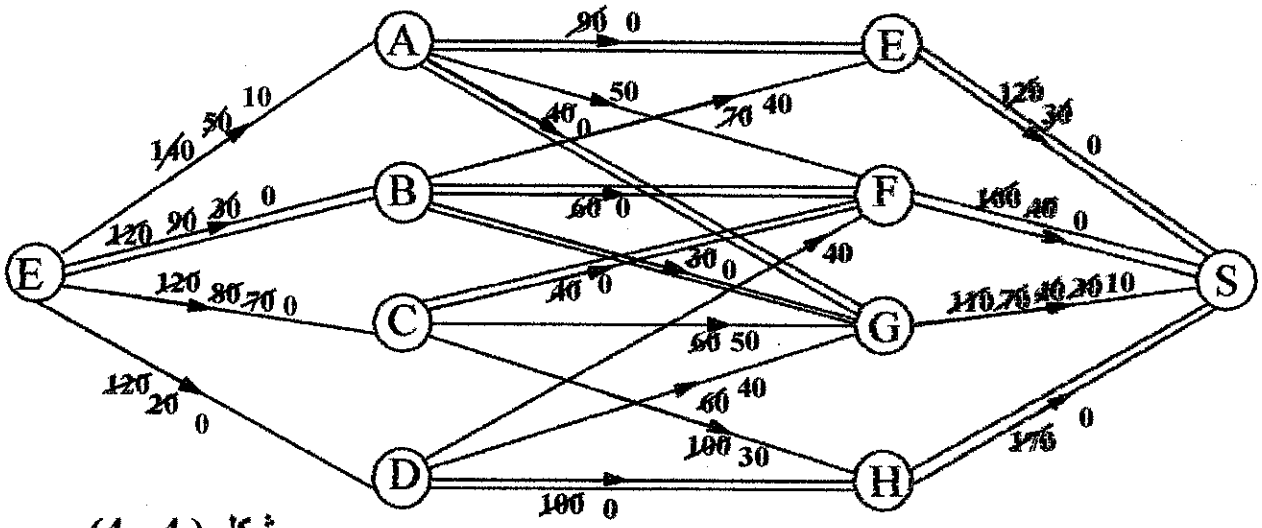
1- رسم البيان :



شكل (4 - 3)

2- البحث عن أمثل تدفق:

نبدأ من القمّة E ، نرسل أي كميّة نشاء ، مع مراعاة قدرات تصريف الأقواس التي تخرج من القمّة الموالية ، نرسل 90 ألف طن عبر EA , التي يمكن تصريفها كليّة عبر AC و بالتالي يصبح القوس AC مشبّع و نميّزه بخط مزدوج .



شكل (4 - 4)

إذن الحلّ الذي تمّ التوصل إليه هو حلّ مبدئي يمكن التعبير عنه بالجدول التالي:

	E	F	G	H	الكميّة المصرفة
A	90	-	40	-	130
B	30	60	30	-	120
C	-	40	10	70	120
D	-	-	20	100	120
الكميّة المستقبلة	120	100	100	170	490

جـــــدول (4- 2)

من خلال هذا يتضّح أنّ ما تمّ تصريفه لحدّ الآن 490 ألف طن و هو موزّع كما يلي :

* الميناء A يرسل حمولة بقيمة 130 ألف طن عبر :
  - الباخرة AC بقيمة 90 ألف طن .
  - الباخرة AG بقيمة 40 ألف طن .
* الميناء B يرسل حمولة بقيمة 120 ألف طن عبر :
  - الباخرة التي تمرّ عبر المسار BC بقيمة 90 ألف طن .
  - الباخرة التي تمرّ عبر المسار BF بقيمة 60 ألف طن .
  - الباخرة التي تمرّ عبر المسار BG بقيمة 30 ألف طن .

* الميناء C يرسل حمولة بقيمة 120 ألف طن عبر :
- الباخرة CF بقيمة 40 ألف طن .
- الباخرة CG بقيمة 10 ألف طن .
- الباخرة CH بقيمة 70 ألف طن .
* الميناء D يرسل حمولة بقيمة 120 ألف طن عبر :
- الباخرة DG بقيمة 20 ألف طن .
- الباخرة DH بقيمة 100 ألف طن .

3- اختيار الحلّ و تحسينه :

لاختيار الحلّ نتبع المراحل التاليّة :

1- نوشم القمة E بالإشارة (+) و نطرح السؤال .
- هل يوجد قوس واحد غير مشبّع ينطلق من القمة " E " ؟
الإجابة : نعم و هو EA => نضع بجوار القمّة A الإشارة E^+ .

2- في القمّة A نطرح نفس السؤال : هو هل يوجد قوس واحد مشبّع ينطلق من القمّة A ؟
الإجابة : نعم و هو القوس AE => نضع بجوار القمّة F ، الإشارة A^+ .

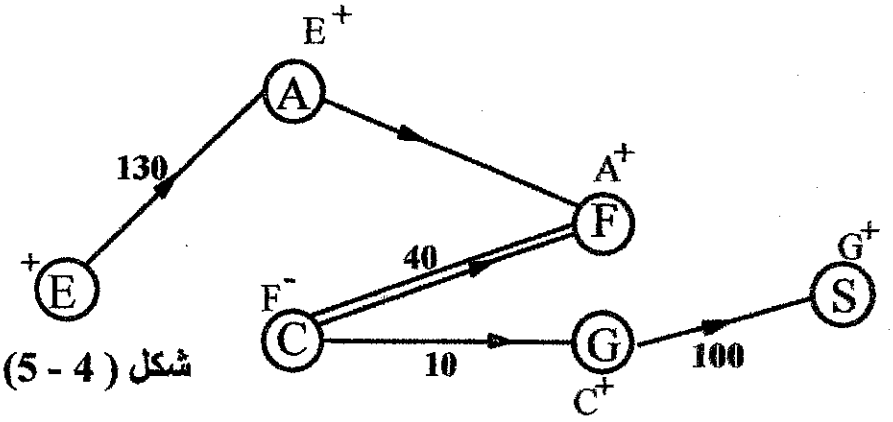
3- في القمّة F : نطرح نفس السؤال .
الإجابة : لا يوجد قوس غير مشبّع ينطلق من القمّة F .
نطرح سؤال آخر: هل يوجد قوس غير معدوم يصل إلى القمّة F ؟.
الإجابة : نعم و هو القوس CF ، نضع بجوار القمة C ، الإشارة F^- .

4- في القمّة C : هل يوجد قوس غير مشبّع ينطلق من القمّة C ؟.
الإجابة : نعم و هو القوس CG ، نضع بجوار القمّة G ، الإشارة C^+

5- في القمّة G هل يوجد قوس غير مشبع ينطلق من القمّة G ؟.
الإجابة : نعم و هو القوس GS ، نضع بجوار S ، الإشارة G^+ .

حسب الخوارزميّة ما دمنا توصّلنا إلى توسيم القمّة S فالتدفق غير أمثلي و يحتاج للتّحسين .

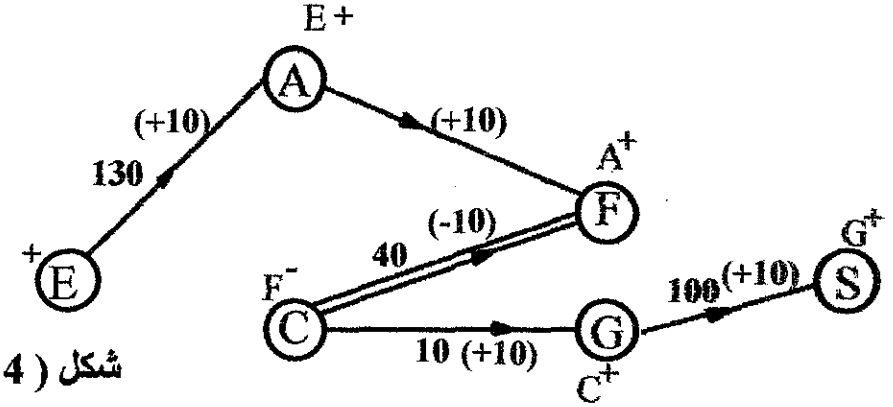
يمكن إظهار الأقواس التي مررنا عليها من خلال عمليّة التوسيم في الشكل التالي :



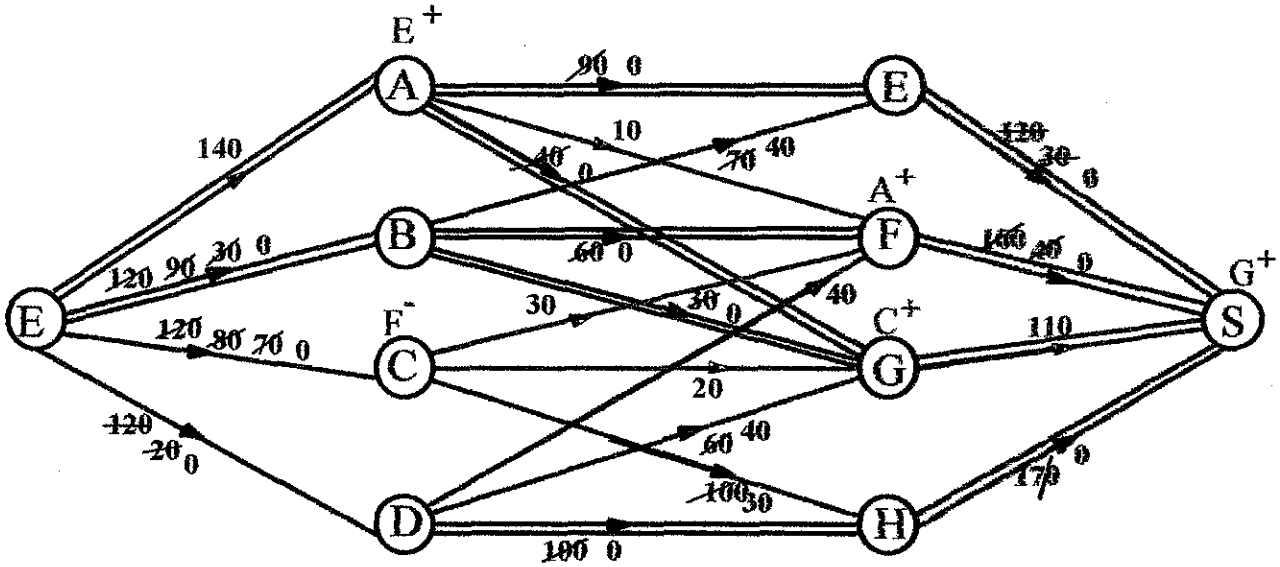
شكل (4 - 5)

الأرقام التي تظهر على الأقواس تمثل التدفقات التي تمّ نقلها.

تبيّن هذه السلسلة مسار تحسين الحلّ .
لتحسين الحلّ ينبغي الزّيادة في حمولة الأقواس EA , AF , CG , GS ، و الإنقاص في حمولة القوس CF . مع التأكّد من تحقيق قاعدة كورشوف في كلّ قمّة .
لا يمكن تخفيض CF أكبر من 40 ألف طن لأنّ ذلك يؤدّي إلى قيمة سالبة ،
و لا يمكن الزّيادة في EA بأكثر من 10 آلاف طن لأنّ ذلك يؤدّي إلى كميّة تفوق الكميّة المخزّنة في الميناء A .
إذن نضيف 10 آلاف طن في كلّ الأقواس الموّسمة ما عدا CF فننقص منها القيمة.



شكل (4 - 6)



شكل (4 - 7)

نقوم باختبار هذا الحلّ من خلال السؤال التالي:
هل يوجد قوس غير مشبّع ينطلق من القمّة E؟
الإجابة: لا، إذن الحلّ المتوصّل هو حلّ أمثل و بالتالي توصّلنا إلى تحقيق أعظم تدفق و هو موضّح في الجدول التالي:

الميناء المستقبل / الميناء المصدر	E	F	G	H	الكميّة المصدّرة
A	90	10	40	-	140
B	30	60	30	-	120
C	-	30	20	70	120
D	-	-	20	100	120
الكميّة المستقبلة	120	100	110	170	500

جـــــدول (4- 3)

الكميّة التي تمّ نقلها هي 500 ألف طنّ و هي كميّة مثلى حيث تمثل الكميّة المخزّنة في الموانئ المصدر A , B , C , D و بالتّالي تمّ تعظيم الكميّات المنقولة إلى الموانئ الوطنيّة لتصل إلى حدّها الأقصى حيث :

* نرسل من الميناء A الكميّة الكليّة 140 ألف طنّ عبر: - الميناء E بكميّة 90 ألف طن.
- الميناء F بكميّة 10 ألف طن.
- الميناء G بكميّة 40 ألف طن.

* نرسل من الميناء B الكميّة الكليّة 120 ألف طنّ عبر: - الميناء E بكميّة 30 ألف طن.
- الميناء F بكميّة 60 ألف طن.
- الميناء G بكميّة 30 ألف طن.

* نرسل من الميناء C الكميّة كاملة 120 ألف طنّ عبر: - الميناء F بكميّة 30 ألف طن.
- الميناء G بكميّة 20 ألف طن.
- الميناء H بكميّة 70 ألف طن.

* نرسل من الميناء D الكميّة كاملة 120 ألف طنّ عبر: - الميناء G بكميّة 20 ألف طن.
- الميناء H بكميّة 120 ألف طن.

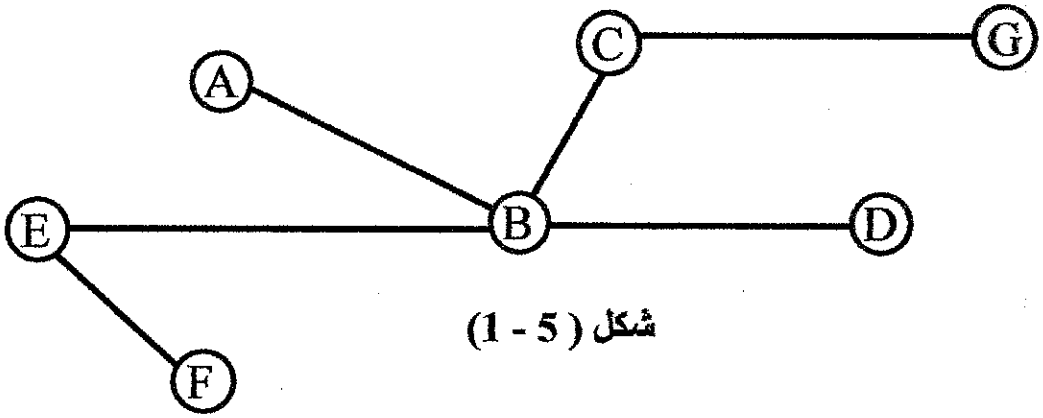
- يستقبل الميناء الوطني " E " كميّة 120 ألف طن من الموانئ A , B .
- يستقبل الميناء الوطني " F " كميّة 100 ألف طن من الموانئ , A , B , C .
- يستقبل الميناء الوطني " G " كميّة 110 ألف طن من الموانئ , A , B , C , D .
- يستقبل الميناء الوطني " H " كميّة 170 ألف طن من الموانئ , C , D .

هذه الكميّات تمثل الكميّات المستقبلة من الموانئ و هي مساوية تماما لقدرة استقبال كلّ ميناء على التوالي ، و هذا ما يؤكّد على أنّه تمّ تحقيق أعظم تدفق ، إنّ الحلّ الذي تمّ التوّصل إليه هو الحلّ الأمثل .

الفرع الثالث: نظريّة الشجرة المثلى.

الشجرة هي مجموعة من الأحرف مترابطة فيما بينها عبر مجموعة من القمم دون أن نشكل حلقة أو دارّة .
إذن كانت لدينا الشبكة $G = (X , U)$ بها n قمّة ، فإنّه يمكن لنا أن نشكل عدد من الشجيرات ذات n-1 حرف .

مثال : الشكل التالي يمثل شجرة ذات 7 قمم و 6 أحرف .



شكل (5 - 1)

*** الشجرة المثلى :**

نحصل على الشجرة المثلى من خلال شبكة مقيّمة، و هي التي تمكنّنا من الوصول إلى أقلّ جمولة ممكنة سواء كانت تكلفة أو مسافة،....إلخ أو أعظم حمولة سواء كانت أعظم الأرباح أو العوائد أو التدفقات ...إلخ .
تستخدم نظريّة الشجرة المثلى في الإمدادات الطوليّة بهدف التحليل و إنجاز المشاريع بأخفض التكاليف أو جني أعظم الأرباح، و ذلك من خلال الاستفادة من خوارزميّة الشجرة المثلى للتمكن من معرفة المسالك الممكنة التي تؤدّي إلى الإنجاز الأمثل للمشروع .
بما أنّه تمّ ذكر التدنئة (أقل) و التعظيم (أعلى ، أعظم) فإنّه تبيّن وجود حالتين و هما :

- حالة التعظيم => الشجرة العظمى.
- حالة التدنئة => الشجرة الدنيا.

أوّلا: حالـة الشجرة الدّنيـا.

هـي شبكـة غيـر موجّهـة لا تحتـوي على أيّة دارة ، يتم الحصـول عليـها من خـلال شبكـة تحتوي على إمكانيّـات ربـط متعدّدة ، بحيث أنّ مجمـوع حمـولة هذه الأحـرف يكـون أصغر مـا يمكن .

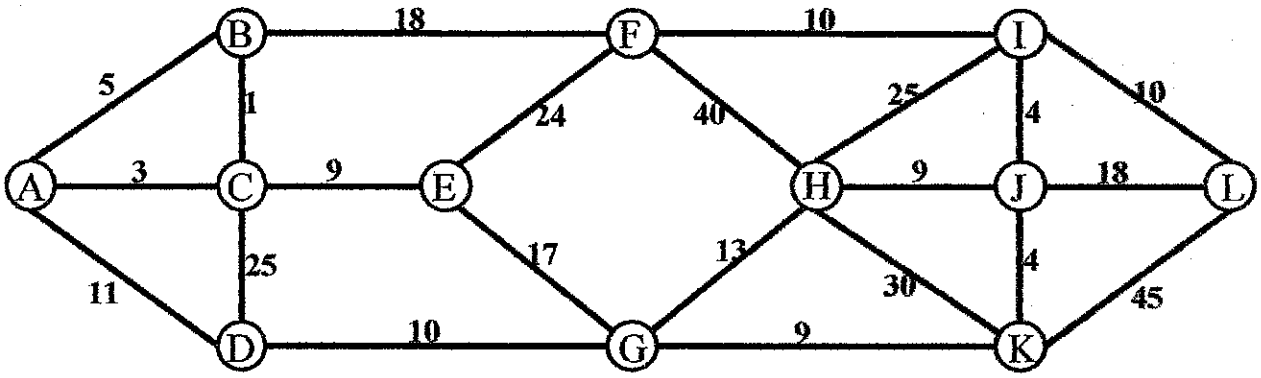
لتوضيـح الخوارزميتين نأخـذ المثـال التـالي :

مثـال(4-2):

في إطار برنامج الكهربـة الريفيـّة التي تقوم بهـا إحدى الولايـات ، طلـب من شـركـة سونلغـاز إنشـاء محطـّة لتوليـد الكهربـاء في إحدى القرى 12 المعنيّـة بعمليّـة توصيـل الكهـرباء .

بعد دراسـة العـراقيـل الجغرافيّة توصّلـت المؤسسّـة إلى إمكانيّـات الـرّبط المختلفـة و المسـافـات بين كلّ قريـة و أخـرى كمـا هي في الكـل التّالي :

شكل (5 - 2)



إذا علمـت أنّ تكلفـة الخـطّ الكيلومتـري الواحـد هـي 10 ألاف دج .

المطلـوب : ما هـي أقلّ تكلفـة تتحمّلـها سـونلغـاز ؟.

خـوارزميّـة الحـلّ : أقلّ تكلفـة تـرافقـها البحـث عن أقل مسافـة .

أ- خـوارزميّـة كريسكـال :

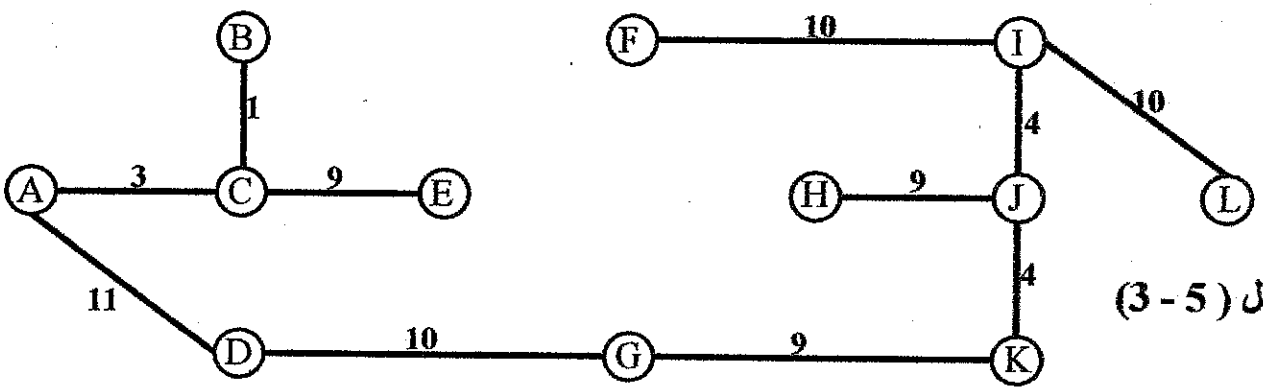
بإتبـاع الخطـوات . * نقـوم بتـرتيب الأحـرف تـرتيبـا تصـاعديّا .

الحـرف	الحمـولـة	التـرتيـب
BC	1	1
AC	3	2
IJ	4	3
JK	4+ ع	4
AB	5	5
CE	9	6

7	9 + ع	GK
8	9 + 2ع	HJ
9	10	FI
10	10 + ع	IL
11	10 + 2ع	DG
12	11	AD
13	13	GH
14	17	EG
15	18	BF
16	18 + ع	JL
17	24	EF
18	25	HI
19	25 + ع	CD
20	30	HK
21	40	FH
22	45	KL

جـــــدول (4- 4)

* نـأخـذ الأحـرف الأقلّ قيمـة تصـاعديـا و نـرسمـها :



شكل (5 - 3)

الشكـل الـذي تـمّ الوصـول إليـه يمثل الشجـرة المثـلى التي تحقـق أقـلّ مسافـة التي تـوافقـها أقـل تكلفـة تحققهـا مؤسسّة سونلغـاز .

التكلفـة الدّنيـا التي تـمّ الوصـول إليـه هـي Z حيث .

$Z = (1 + 3 + 4 + 4 + 9 + 9 + 9 + 10 + 10 + 10 + 11) \times 10000$

$Z = 800000$

مـلاحظـة : يتـم إهمـال القيـم ع لأنّهـا و ضعت فقـط للتمييـز بيـن الأحـرف .

$Z^* = 800000$

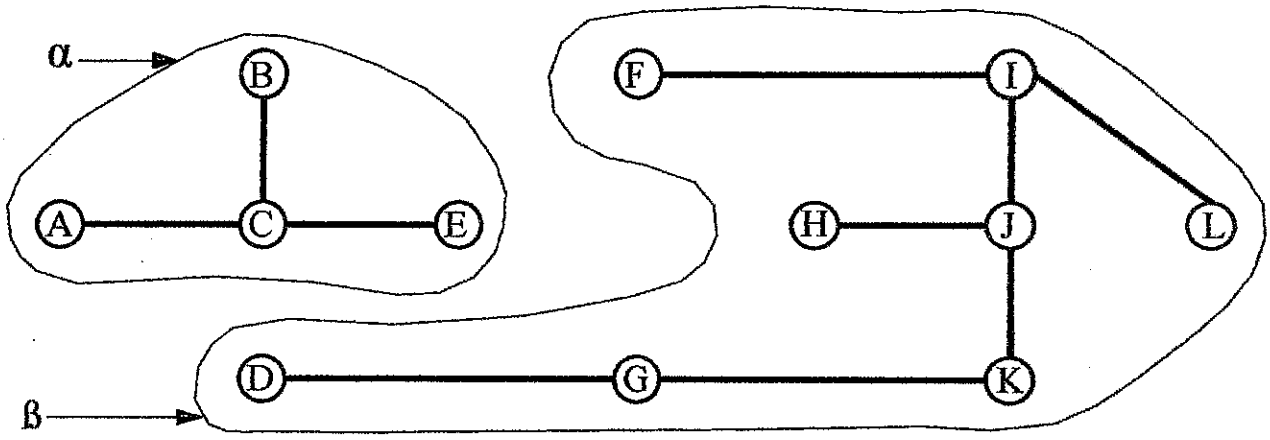
ب- خوارزميّة سولان :

بعد أن نمايز بين الأحرف ، نفحص قمة بعد قمة ، و في كلّ قمّة نختار أقلّ حرف دون إعادة إختيار الحرف ، و يمكن توضيح فحص القمم في الجدول التّالي :

القمة	الحرف المختار
A	AC = 3
B	BC = 1
C	CE = 9
D	DG = 10
E	تم الإختيار
F	FI = 10
G	GK = 9
H	HJ = 9
I	IJ = 4
J	JK = 4
K	تم الإختيار
L	LI = 10

جـــــدول (4- 5)

برسم الأحرف المختارة نحصل على الشكل التّالي :



شكل (5 - 4)

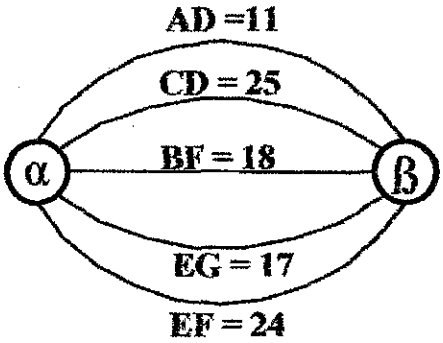
تمّ الحصول على شجيرتان .

الأولى : ذات 4 قمم و 3 أحرف .

الثانيّة : ذات 8 قمم و 7 أحرف .

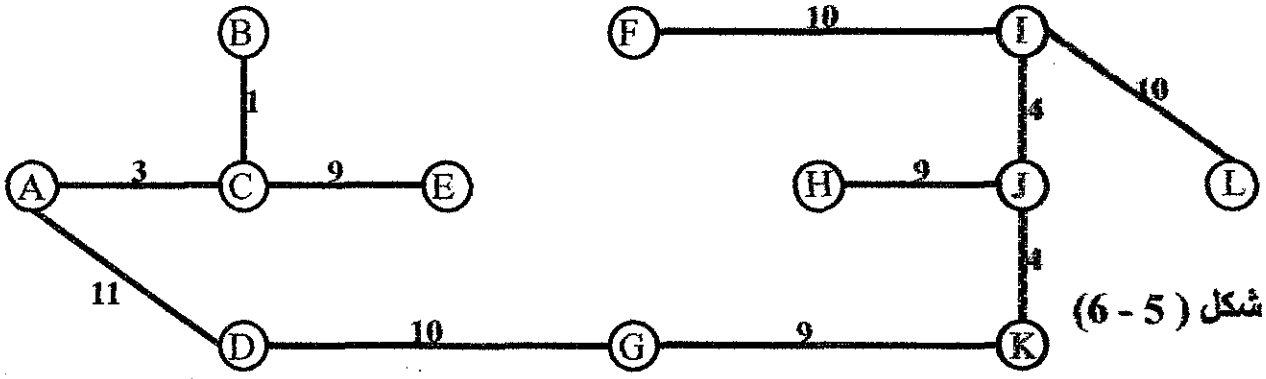
للوصول إلى الشجرة المثلى يجب الربط بين هاتين الشجيرتين بالحرف ذي الأقلّ حمولة ، فنسمّي الشجيرة الأولى α ، الشجيرة الثانيّة β .

نفحص الأحرف التي تصل بين الشجيرتين و يمكن توضيحها في الشكل التالي :



شكل (5 - 5)

نختار الحرف الأقلّ حمولة و هو الحرف AD = 11 .
نقوم برسمه من جديد :



شكل (5 - 6)

و هي نفس الشجرة التي تمّ الوصول إليها بتطبيق خوارزميّة كريسكال .
إذن أقلّ مسافة و التي تسمح بتوصيل الكهرباء إلى القرى الإثنا عشر هي :
1 + 3 + 4 + 4 + 9 + 9 + 9 + 10 + 10 + 11 = 80 كيلومتر.
أقلّ تكلفة استثمارية تتحمّلها مؤسسة سونلغاز هي :

$$Z^* = 80 \times 10\,000 = 800\,000\ DA$$

ثانيا: حالة الشجرة العظمى .

هي عكس الشجرة الدنيا ، فعوض السعي أن تكون مجموع حمولة الأحرف أصغر ما يمكن ، يجب أن تكون أكبر ما يمكن ، الإشكاليّة المطروحة هي إيجاد أطول شجرة للربط بين مجموعة من القمم و التي توافق عمليّا البحث عن أعلى الأرباح أو العوائد

للوصول إلى الشجرة العظمى نستخدم الخوارزميتين السّابقتين لكن بشكل عكسي:

- خوارزميّة كريسكال .
- خوارزميّة سولان .

أ- خوارزميّة كريسكال:

هو نفس المبدأ المستخدم في البحث عن الشجرة الدنيا لكن بعض التغييرات، تتمثل خوارزميّة كريسكال في البحث عن الشجرة العظمى في الخطوات التّاليّة:

1- نرتب الأحرف تنازليّا و في حالة تساوي قيمة الأحرف نمايز بينها بإضافة عدد صغير جدّا كـ: " ε " مثلا.

2- نأخذ الأحرف الأكبر قيمة و نرسمها مع الحرص على عدم تكوين دارّة.

3- نواصل العمليّة حتىّ نحصل على شجرة عدد أحرفها هو N-1.

عند جمع حمولة هذه الأحرف المكوّنة للشجرة العظمى نكون قد حصلنا على الحمولة العظمى و التي تعكس أعظم ربح أو أعظم عائد.

ب- خوارزميّة سولان:

بالاعتماد على مبدأ سولان المستخدم لإيجاد الشجرة الدنيا، فإنّه يمكن إتّباع الخطوات التّاليّة لإيجاد أعظم شجرة:

1- نمايز بين الأحرف التي لها نفس القيمة مثلا إضافة ε ، 2ε ،.....

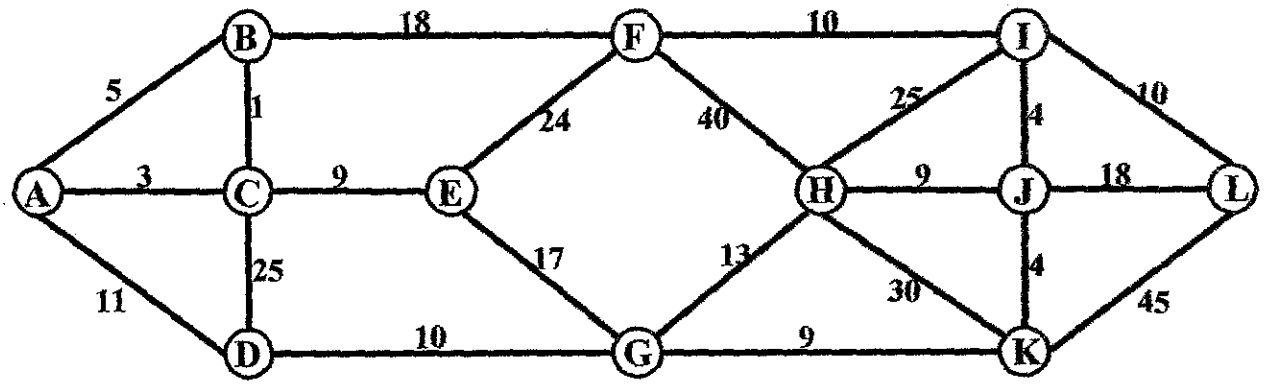
2- نختار أية قيمة و نفحص الأحرف التي تتصل بها و نختار أكبرها مع تفادي الحرف الذي يشكل حلقة.

3- عند الانتهاء من فحص جميع القمم نكون قد حصلنا على الشجرة العظمى و تمثل الحلّ الأمثل، و قد نحصل على عدد من الشجيرات فيجب البحث عن الحلّ الأمثل بإيجاد أكبر حرف للربط بين هذه الشجيرات لنحصل على " الشجرة العظمى " في الأخير.

لتوضيح استخدام الخوارزميتين في البحث عن الشجرة العظمى نأخذ المثال التّالي:

مثال(4 - 3) :

إذا أخذنا المثال السابق ، و إعتبرنا أنّ الشبكة تمثل الأرباح التي تجنيها شركة سونلغاز من توصيل الكهرباء إلى القرى الإثنا عشر :



المطلوب : ماهي الشبكة التي توصل المؤسسّة لتحقيق أكبر ربح لها ؟.

المبحث الثالث: "البرمجة بالأهداف" Goal Programming " :

مقدمة:

بعد دراستنا لأسلوب البرمجة الخطيّة تبيّن لنا أنّها أسلوب جيّد و طريقة فعّالة لحلّ العديد من المشاكل الإداريّة، و أخذنا عليها بعض القصور و الذي تمثّل في أنّها تسعى لتحقيق هدف واحد فقط (الحدّ الأقصى للربح، الإنتاج،...، الحدّ الأدنى للتكلفة، اليد العاملة،...) .
و على أيّة حال، لن يكون من الملائم دائما أن يوضع هدف واحد يجب الوصول به إلى القيمة المثلى و التي تعبّر دائما عن مدى تحقيق الهدف الواحد.
ففي مجال الأعمال، زيادة الأرباح هي هدف واحد من بين مجموعة كبيرة من الأهداف التي تسعى المنشآت و المؤسسات إلى تحقيقها، و قد تكون الأهداف متعارضة مثلا: زيادة حصّة المؤسسّة في السّوق، الاستخدام الكامل للقوى العاملة، تحقيق الجودة الكاملة، التوزيع الشامل لمنتوجات المؤسسّة،...
و بالتّالي يستحيل على أسلوب البرمجة الخطيّة أن يعالج مثل هذه المشاكل المعقّدة و المتعدّدة الأهداف.
بهدف جعل أسلوب البرمجة الخطيّة أكثر مرونة و ملائمة مع أغلب هذه الحالات و التي تتطلب تحقيق عدّة أهداف متناقضة في نفس الوقت، ثمّ تعديل النموذج الرياضي و تطويره و ذلك بجعله يتضمّن أكثر من هدف واحد و أطلق عليه اسم " البرمجة بالأهداف Goal programming " ، و الذي يعتبر امتدادا لأسلوب البرمجة الخطيّة .
تتضمّن دالة الهدف في البرمجة بالأهداف، متغيّرات تقيس مقدار انحراف إنجاز الأهداف عن القيم المستهدفة و الهدف هو تدنيّة هذه الانحرافات، أمّا معادلات الأهداف فإنّه يتم التعبير عنها على أنّها " قيد "، لأنّه يصعب بل يستحيل إيجاد الحلّ المثالي الذي يحقق مثالية جميع الأهداف دفعة واحدة.

المطلب الأوّل: ماهية نموذج البرمجة بالأهداف:

1- تعريف البرمجة بالأهداف :

اختلفت الآراء حول إعطاء مفهوم دقيق لنموذج البرمجة بالأهداف و من بين هذه المفاهيم نذكر:

* « هي أسلوب رياضي للبرمجة الخطيّة تسمح لصانع القرار بوضع و تحديد أولويّات دوال هدف متعدّدة »[1].

* حسب " C.Romero " و" M.Tamiz " سنة 1998 فتم تعريفه على أنّه منهجيّة رياضية مرنة و واقعيّة تسعى لحل المسائل القراريّة المعقّدة و التي تأخذ بعين الاعتبار عدّة أهداف إضافة إلى قيود و متغيّرات .

* عرفها " S. M. Lee " و " D. Loisong " سنة 1999 على أنّها إحدى طرق التسيير العلمي الأولى الموجّهة لحلّ مسائل القرار ذات الطابع المتعدّد الأهداف.

* كما عرّف البرمجة بالأهداف " Belaïd Aouni " سنة 1998 على أنّها النموذج الذي يسمح بالأخذ بعين الاعتبار دفعة واحدة لعدّة أهداف، و هذا تحت إشكاليّة اختيار أحسن حلّ من بين مجموعة من الحلول الممكنة.

من خلال هذه التعاريف المختلفة يمكن أن نستخلص تعريفا للبرمجة بالأهداف على أنّها أسلوب رياضي مرن و واقعي للبرمجة الخطيّة، و أهمّ طرق التسيير العلمي الموجّه لحلّ المسائل القراريّة المتعدّدة الأهداف ضمن قيود مفروضة على نظام معادلات تضمّ مجموعة من المتغيّرات.

2- استخدامات البرمجة بالأهداف :

أثبتت التجربة في السنوات الأخيرة أنّها لا تسعى لتحقيق هدف واحد و إنّما هي مجبرة لتحقيق عدّة أهداف، فمتطلبات الحياة أيضا الظروف و الضّغوط و كذا واقع المؤسسّة و ظروفها الدّاخليّة، كلّ هذا جعل المؤسسّة تسعى لتحقيق أهداف متعدّدة، و أسلوب البرمجة بالأهداف هو الحلّ لهذه المتطلبات و تحقيق هذه الأهداف، و ترجع فكرة نموذج البرمجة بالأهداف إلى الأمريكيين " Charnes , Cooper " سنة 1955 .

تمّ إدخال أو استخدام اسم " Goal Programming " لأوّل مرّة من طرف " Charnes, Cooper» سنة 1961.

كان التطبيق الفعلي لنموذج البرمجة بالأهداف في الميدان العلمي في السبعينات و كان ذلك من طرف: - " Lee, Clayton " سنة 1972 .

- " Lee " سنة 1973 .

- " Igniziou " سنة 1976 .

---

[1] : نبيل محمّد مرسي : " التحليل الكمّي في مجال الأعمال " ، دار الجامعة الجديدة - 2004 – ص 239 .

تركّز استخدام البرمجة بالأهداف في البداية في الميدان الصّناعي فقط تمّ توسّع بعد ذلك ليشمل العديد من المجالات، و التي نذكر أهمّها:
- تسيير الإنتاج بما فيه من تخطيط للإنتاج، تسيير المخزونات، مراقبة الجودة، تسيير المهملات الصّناعيّة.
- تسيير الموارد البشريّة.
- تسيير الموارد الماليّة.
- التخطيط المالي.
- اختيار المواقع، و الاستثمارات الأكثر مردوديّة.
- التسويق.
- ميدان النقل و التّوزيع.
- التنبّؤ و التقدير.
- مجالات أخرى كالمحاسبة،...

3- المقارنة بين البرمجة الخطيّة و البرمجة بالأهداف [1] :

أ- دالة الهدف:

تعاني البرمجة الخطيّة من عيب أساسي يتعلّق بدالة الهدف، التي تركّز على تحقيق هدف واحد فقط و هو إمّا تعظيم الأرباح أو تدنئة التكاليف، و تفترض أنّ وحدات القياس الخاصّة بدالة الهدف هي عبارة عن مقاييس ماليّة فقط (مقاسة بالوحدات النقديّة).
تختلف البرمجة بالأهداف عنها من حيث إمكانيّة التعّامل مع عدّة أهداف دفعة واحدة، حيث تحاول الوصول إلى مستوى مرضي من الأهداف المتعدّدة في حين أنّ البرمجة الخطيّة تحاول الوصول إلى تحقيق أفضل عائد محتمل من تحقيق هدف وحيد.
إذن دالة الهدف هي مصدر الاختلاف الرئيسي بين البرمجة الخطيّة و البرمجة بالأهداف.

ب- الانحرافات أو متغيّرات الفائض:

يحاول أسلوب البرمجة بالأهداف تدنئة الانحرافات أو الاختلافات بين أهداف متعدّدة و محدّدة و بين ما يمكن تحقيقه أو إنجازه فعلا في حدود قيود معيّنة.
هذه الانحرافات تماثلها متغيّرات يطلق عليها متغيّرات الفائض في أسلوب البرمجة الخطيّة حيث يتمّ اعتبارها كمتغيّرات وهميّة، لا أهميّة لقيمها التي نصل إليها بعد الحساب. لكن في ظلّ أسلوب البرمجة بالأهداف يتمثل دالة الهدف في مجموع هذه الانحرافات، و الهدف المراد الوصول إليه هو تدنية هذه الانحرافات و التي قد تكون موجبة أو سالبة.

---

[1] : نبيل محمد مرسي " التحليل الكمّي في مجال الأعمال " مرجع سابق، ص 239 – 240.

4- صياغة نموذج البرمجة بالأهداف:

ترتكز الصياغة الرياضيّة لنموذج البرمجة بالأهداف على عدّة مراحل أساسيّة، هي:

1- تحديد جميع الأهداف التي يتمّ من خلالها اختيار الحلّ المناسب للمسألة.
2- تحديد القيم المستهدفة و التي تمثل مستويات الطموح المراد تحقيقها بالنسبة لكلّ هدف على حدى.
3- ترتيب الأهداف و إعطائها الأولويّة حسب درجة أهميّتها.
4- تحديد الانحرافات (الموجبة و السالبة) لهذه القيم المستهدفة.
5- تصغير المجموع المرجّح لهذه الانحرافات.

أوّل صياغة لنموذج البرمجة بالأهداف كانت سنة 1961 من طرف " Charnes,Cooper " و هي على الشكل التّالي :

دالة الهدف:

$$\text{Mini} \quad \sum_{i=1}^{n} \left| \sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - b_i \right|$$

تحت القيود:

(قيود الأهداف) $\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i$

(القيود الأصليّة) $C_X \leq B$

قيود عدم السالبيّة $X_J \geq 0 \quad (j = 1, \ldots, m)$

$(\delta_i^+ , \delta_i^-) \geq 0 \quad (i = 1, \ldots, n)$

حيث :

$b_i (i = 1,\ldots,n)$: مستوى الطموح من أجل الهدف i .

$X_j (j = 1,\ldots,m)$: متغيّرات القرار .

a_{ij} : معاملات متغيّرات القرار .

δ_i^+ : الانحراف الموجب عن مستوى الطموح .

δ_i^- : الانحراف السالب عن مستوى الطموح.

C : مصفوفة المعاملات المتعلّقة بالقيود الموارد المتاحة . $C = [m , k]$

B : شعاع العمود للكميّات المتاحة. $B = (B_1 , B_2, \ldots, B_K)$

يمكن كتابة النموذج بالشكل المكافئ التّالي:

دالـة الهـدف:

$$\text{Mini} \quad Z = \sum_{i=1}^{n} (\delta_i^+ + \delta_i^-)$$

قيـود الأهـداف

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i \\ \text{قيـود المـوارد المتـاحـة} \\ C_x \le B \\ \text{قيـود عـدم السلبيّـة} \\ X_J \ge 0 \quad (j = 1,\ldots,m) \\ \delta_i^+ + \delta_i^- \ge 0 \quad (i = 1,\ldots,n) \end{cases}$$

مـلاحظـة :

* الانحرافات δ_i^+ , δ_i^- :

δ_i^+ : حـالـة تخطّي الهـدف المحـدّد.

δ_i^- : عـدم الوصـول إلى الهـدف المحـدّد.

المطلـوب هو تـدنيـة مجمـوع هذه الانحرافات حيث:

* $\delta_i^+ = \frac{1}{2} [| \sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - b_i | + (\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - b_i)]$

* $\delta_i^- = \frac{1}{2} [| \sum_{i=1}^{m} a_{ij} X_j - b_i | - (\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - b_i)]$

- مجمـوع الانحرافات:

* $\delta_i^+ + \delta_i^- = | \sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - b_i |$

- جـداء الانحرافين:

* $\delta_i^+ \times \delta_i^- = 0$

* الانحرافات غير المـرغب فيهـا علـى مستـوى دالـة الهـدف:

يتـوقف هذا الانحراف حسب مميّـزات كلّ هـدف فمثـلا.

- في حـالـة هـدف الربـح فـإنّ الانحراف غير المـرغب فيـه هـو الانحراف السّـالـب δ_i^- الذي يظهـر على مستـوى دالـة الهدف.

- في حـالـة هـدف التكلفـة فـإنّ الانحراف غير المـرغب فيـه هـو الانحراف المـوجب δ_i^+ الذي يظهـر على مستـوى دالـة الهـدف.

لفهـم هـذه الانحرافات نفتـرض المثـال التـالـي:

لمـؤسسـة أهـداف محـدّدة هـي:

الهـدف الأوّل:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{1j} X_j - \delta_1^+ + \delta_1^- = b_1$$

تـريـد المـؤسسـة تحقيـق قيمـة b_1 أي (=) .

الهدف الثاني:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{2j} X_j - \delta_2^+ + \delta_2^- = b_2$$

تريد المؤسسة تحقيق قيمة b_2 على الأقلّ ($\geq$)

الهدف الثالث:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{3j} X_j - \delta_3^+ + \delta_3^- = b_3$$

تريد المؤسسة تحقيق قيمة b_3 على الأكثر ($\leq$)

صياغة هذه الأهداف في نموذج البرمجة بالأهداف تكون كالتّالي:

دالّة الهدف:

$$\text{Min} \quad Z = (\delta_1^+ + \delta_1^-) + \delta_2^- + \delta_3^+$$

تحت القيود:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{1j} X_j - \delta_1^+ + \delta_1^- = b_1$$

$$\sum_{j=1}^{m} a_{2j} X_j - \delta_2^+ + \delta_2^- = b_2$$

$$\sum_{j=1}^{m} a_{3j} X_j - \delta_3^+ + \delta_3^- = b_3$$

$$X_J \geq 0$$

$$\delta_i^+ , \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3)$$

مثال توضيحي :

شركة صناعيّة كبرى تقوم بإنتاج 03 أنواع من المنتجات A , B , C ، و تمرّ هذه المنتجات على 04 آلات و الجدول التّالي يمثل الوقت المستغرق لكلّ منتج على كلّ آلة ، و الوقت المتاح لكلّ آلة من آلات الإنتاج .

الآلات	السّلع			الوقت المتاح ساعة/أسبوعيّا
	A	B	C	
t_1	3	0	5	60
t_2	0	2	1	65
t_3	2	1	0	40
t_4	1	5	1	55

جدول (5-1)

الرّبح الصّافي الوحدوي من أجل كلّ منتوج هو 09 وحدات نقديّة لـ A ، 07 وحدات نقديّة لـ B ، 06 وحدات نقديّة لـ C .

مسيّر هذه الشركة يرغب في إعادة خطّة إنتاجيّة أسبوعيّة يحدّد من خلالها الكميّات X_1 , X_2 , X_3 حيث :

X_1 : الكميّات المطلوب إنتاجها من A.

X_2 : الكميّات المطلوب إنتاجها من B.

X_3 : الكميّات المطلوب إنتاجها من C.

المطلب الثاني: متغيرات نموذج البرمجة بالأهداف:

مع مرور الزّمن، و اختلاف الظروف القراريّة التي يواجهها المسيّر في جميع مجالات التسيير المختلفة، كان لابدّ من إجراء بعض التعديلات و التطويرات على نموذج البرمجة بالأهداف بصفة مستمرّة و ذلك لجعله أكثر مرونة مع هذه الظروف المتقلبة باستمرار.

و قد ظهرت هذه التطويرات في شكل صيغ أخرى لنموذج البرمجة بالأهداف و التي نذكر أهمّها و هي:

* النموذج العادي و الذي يعتبر الصياغة الأولى لنموذج البرمجة بالأهداف التي وضعت من قبل " Charnes et Cooper " سنة 1961.
* النموذج المرجّح.
* النموذج المعجمي.
* البرمجة بالأهداف بتدنية أعظم انحراف.

و سنطرق إلى كلّ هذه النماذج بالتّفصيل:

أولا: النموذج العادي (المعياري):

و هو يعتبر أوّل نموذج و قد تمّ التطرق إلى صيغة الرياضيّة و هي :

$$\text{Min} \quad Z = \sum_{i=1}^{n} (\delta_i^+ + \delta_i^-)$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i \\ C_x \leq B \\ X_J \geq 0 \quad (j = 1,\ldots,m) \\ \delta_i^+ + \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,n) \end{cases}$$

مثال: (مشكل اختياري)

صاحب مشروع يحاول بناء نزل (hôtel) يتضمن قاعة للحفلات في مدينة ساحلية من بين المدن التالية: A,B,C,D وذلك من أجل تحقيق الأهداف التالية:

- ✓ **الهدف الأول** : المساحة المخصصة للمشروع يجب أن تساوي حوالي 3000م^2
- ✓ **الهدف الثاني** : تكلفة البناء تكون على الأكثر 30000000.00 دج
- ✓ **الهدف الثالث** : عدد المنافسين 4 على الأكثر
- ✓ **الهدف الرابع** : معدل المر دودية يكون على الأقل 12%
- ✓ **الهدف الخامس:** أن تكون بين النزل والسكنات العائلية مسافة تقدر ب500م على الأقل

والمشكل المطروح هو اختيار المدينة المناسبة التي تلبي الأهداف الموضوعة

الأهداف / المدن	المساحة	تكلفة المشروع	عدد المنافسين	معدل المردودية	المسافة بين النزل والسكنات
x_1 (A)	5000	4 ملايين	6	8 %	600
x_2 (B)	2700	5ملايين	3	10 %	400
x_3 (C)	4000	3ملايين	4	12 %	450
x_4 (D)	2800	3ملايين	5	7 %	500
الهدف المراد الوصول إليه	**3000**	**3ملايين**	**4**	**% 12**	**500**

الصياغة لهذا البرنامج تأخذ الشكل التالي:

$$\text{Min } Z = (n_1+p_1)+p_2+p_3+n_4+n_5$$

sà:

$$obj1: 5000x_1+2700x_2+4000x_3+2800x_4+n_1-p_1=3000 ;$$
$$obj2: 5x_1+4x_2+3x_3+3x_4+n_2-p_2=3 ;$$
$$obj3: 6x_1+3x_2+4x_3+5x_4+n_3-p_3=4;$$
$$obj4: 8x_1+10x_2+12x_3+7x_4+n_4-p_4=12;$$
$$obj5: 600x_1+400x_2+450x_3+500x_4+n_5-p_5=500;$$
$$x_1+x_2+x_3+x_4=1;$$
$$x_j=\{0,1\}(j=1,\ldots\ldots,4)$$
$$n_i \text{ et } p_i \geq 0 \quad (i=1,\ldots\ldots\ldots,5)$$

n_i الانحراف السالب

p_i الانحراف الموجب .

لحل هذا البرنامج نستعمل برنامج Lindo في الإعلام الآلي الذي تتم كتابته على الشكل التالي:

```
min n1+p1+p2+p3+n4+n5
st
5000x1+2700x2+4000x3+2800x4+n1-p1=3000
5x1+4x2+3x3+3x4+n2-p2=3
6x1+3x2+4x3+5x4+n3-p3=4
8x1+10x2+12x3+7x4+n4-p4=12
600x1+400x2+450x3+500x4+n5-p5=500
x1+x2+x3+x4=1
end
int x1
int x2
int x3
int x4
```

int تعني أن المتغير x يأخذ القيمة 1 أو 0

باستعمال برنامج Lindo نجد الحل كما هو مبين في الجدول التالي:

متغيرات القرار	الانحرافات		الدالة الاقتصادية
$x_1 = 0$	$0 = {}_1p$	$200 = {}_1n$	$Z = 206.000$
$x_2 = 0$	$0 = {}_2p$	$0 = {}_2n$	
$x_3 = 0$	$1 = {}_3p$	$0 = {}_3n$	
$x_4 = 1$	$0 = {}_4p$	$5 = {}_4n$	
	$0 = {}_5p$	$0 = {}_5n$	

التعليق:

انطلاقا من النتائج المحصل عليها في الجدول السابق نستنتج أن صاحب المشروع سيختار المدينة D كحل أحسن لتحقيق جميع الأهداف

ثانيا: البرمجة بالأهداف المرجحة [1] " Goal Programming pondére "

كما هو معروف أنّ دالة الهدف في البرمجة بالأهداف هي مجموع الانحرافات الغير مرغوب فيها و المراد تدنيّتها، في هذا النموذج يتم تخصيص أوزان مختلفة تسمّى " بمعاملات الأهميّة النسبيّة للأهداف "، حيث تعطى الانحرافات δ_i معاملات m ، والتي تمثل الأولويّة لبعض الأهداف ، مقارنة بالأهداف الأخرى ، حتى تتماشى مع المشاكل الواقعيّة ، ففي معظم الحالات الملموسة ، تكون الأهداف المراد تحقيقها مختلفة الأهميّة ، فمثلا قد نجد المؤسسّة تسعى في بعض الأحيان على الحفاظ على العملاء و تلبية رغباتهم أهمّ من تحقيق الرّبح ...، و بالتّالي لكلّ هدف أهميته حسب نشاط المؤسسّة و ظروفها ..

سعى كلّ من " Charnes et Cooper " لحلّ هذه المشكلة عن طريق تقديم نموذج آخر بعد النموذج المعياري و هو نموذج البرمجة بالأهداف المرجّح G.P.P

أ- الصياغة الرياضيّة لنموذج البرمجة بالأهداف المرجّح:

تعتمد على إضافة بعض المعاملات على النموذج المعياري، و هي " معاملات الأهميّة النسبيّة للأهداف " التي تضاف على مستوى دالة الهدف، وهي مخصصّة للانحرافات الموجبة و السالبة، تتماشى نسبة هي المعاملات مع أهميّة الهدف، فكلّما كان الهدف مهمّا كلّما كانت المعاملات المضافة لانحرافه مرتفعة و العكس صحيح.

يأخذ نموذج البرمجة بالأهداف المرجّحة الصيغة التّاليّة:

---

[1] : **Belaid Aouni , Amal Hassain, Jean. Marc Martel"les références du décidenr dans le goal programming: état de l'art et perspectives futures" 6ème conférence francophone de modélisation et simulation – Rebat. Maroc- avril 2006**

$$\text{Minimize} \quad Z = \sum_{n} (W_i^+ \delta_i^+ + W_i^- \delta_i^-)$$

تحت القيود

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - \delta_i^+ + \delta_i^- \leq b_i \quad (i = 1,\ldots,n)$$

$$C_x \leq B$$

$$X_J \geq 0 \quad (j = 1,\ldots,m)$$

$$\delta_i^+ + \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,n)$$

حيث:

W_i^+ : معامل الأهميّة المرتبط بالانحراف الموجب δ_i^+.

W_i^- : معامل الأهميّة المرتبط بالانحراف السالب δ_i^- .

يتم تحديد معاملات الأهميّة النسبيّة للأهداف (W_i^+ , W_i^-) عن طريق تحديد أهميّة كلّ هدف بالنسبة لباقي الأهداف ، و يجب تحديدها مسبقا ، أي قبل الصياغة الرياضيّة للنموذج .

مثال توضيحي:

مؤسسة تقوم بإنتاج نوعين من المنتوجات: المنتوج A ، المنتوج B .

يتطلب إنتاجهما المرور بآلتين، الجدول التالي يوضح عدد الساعات المطلوبة لإنتاج وحدة من كلا المنتوجين، و كذا إجمالي الطاقة المتاحة، و الربح الذي يحققه بيع كلّ وحدة من كلا المنتجين A و B .

المنتجات	عدد الساعات المطلوبة الآلة الأولى	عدد الساعات المطلوبة الآلة الثانيّة
A	2	6
B	3	5
إجمالي الطاقة (ساعة)	12	30
ربح الوحدة (وحدة نقدية)	7	6

المصدر: نبيل محمد مرسي « التحليل الكمّي في مجال الأعمال » ص 244.

ترغب المؤسسة تحقيق الأهداف التالية:

- الهدف الأوّل: تحقيق أقصى ربح ، أعلى من مستوى ربح قدره 30 وحدة نقديّة كلّما أمكنها ذلك.
- الهدف الثاني: تحقيق الاستغلال الأمثل للطاقة المتاحة للآلة الأولى.
- الهدف الثالث: الابتعاد عن العمل وقت إضافي للآلة الثانيّة.
- الهدف الرابع: الوفاء بتعاقد معين لإنتاج 07 وحدات على الأقلّ من المنتج B.

قامت إدارة المؤسسة بتحديد أوزان أولويات هذه الأهداف:

	معامل الأهميّة
- الهدف الأوّل:	4
- الهدف الثاني:	3
- الهدف الثالث:	2
- الهدف الرابع:	1

يتم حلّ هذه المسألة بعد وضع الصياغة الرياضيّة حيث:

X_1 : الكميّات المنتجة من A.

X_2 : الكميّات المنتجة من B.

$$\text{Min} \quad Z = 4\,\delta_1^- + 3\,\delta_2^- + 2\,\delta_3^+ + 1\,\delta_4$$

تحت القيود :

$$7X_1 + 6X_2 + \delta_1^+ + \delta_1^- = 30$$
$$2X_1 + 3X_2 + \delta_2^+ + \delta_2^- = 12$$
$$6X_1 + 5X_2 + \delta_3^+ + \delta_3^- = 30$$
$$X_2 + \delta_4^+ + \delta_4^- = 7$$
$$X_J \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$
$$\delta_i^+ , \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,4)$$

يتم حلّ هذا النموذج باستخدام برنامج LINDO بعد كتابته على نافذة LINDO كما يلي:

```
Min  4n1 + 3n2 + 2p3 + 1n4
St
  7X1 + 6X2 + n1 - p1 = 30
  2X1 + 3X2 + n2 - p2 = 12
  6X1 + 5X2 + n3 - p3 = 30
   X2 +  n4 - p4 = 7
END
```

و بالتالي نتوصّل إلى الحلّ التالي :

متغيّرات القرار	متغيّرات الانحراف	الدالّة الاقتصادية
$X_1 = 0$ $X_2 = 6$	$\delta_1^+ = 6$, $\delta_1^- = 0$ $\delta_2^+ = 6$, $\delta_2^- = 0$ $\delta_3^+ = 0$, $\delta_3^- = 0$ $\delta_4^+ = 0$, $\delta_4^- = 1$	$Z = 1$

أفضل الحلّ لهذه المسألة و الذي يسمح للمؤسسّة لتحقيق أهدافها هو:
- إنتاج 06 وحدات من المنتوج الثاني B، و عدم إنتاج أيّة وحدة من المنتوج A.
- تحقيق 06 وحدات نقديّة فوق مستوى الرّبح.
- تحقيق الهدف الثالث أي عدم زيادة وقت إضافي للآلة الثانيّة.
- الهدف الرابع تبقى تنقص وحدة واحدة حتىّ تصل إلى المستوى المرغوب.

ب- التعبير عن معاملات الأهميّة بنسب مئويّة "Coefficients d'importance relatives"

حسب " Mortel "،" Aouni" كلما كانت النسبة المئويّة لـ W_i في غالب الأحيان بنسب مئويّة .

حيث: $$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1$$

لفهم هذا نستعين بالمثال السّابق حيث يمكن التعبير عن معاملات الأهميّة بنسب مئويّة:

لدينا $$\sum_{i=1}^{n} W_i = 10$$

إذن:

$W_4^- = 1/10 = 0.1$, $W_3^+ = 2/10 = 0.2$, $W_2^- = 3/10 = 0.3$, $W_1^- = 4/10 = 0.4$

إذن :
- الهدف الأوّل: يمنح أهميّة تقدر بـ 40 % .
- الهدف الثاني: يمنح أهميّة تقدر بـ 30 % .
- الهدف الثالث: يمنح أهميّة تقدر بـ 20 % .
- الهدف الرابع: يمنح أهميّة تقدر بـ 10 % .

يصبح النموذج كما يلي:

$$\text{Min} \quad Z = 0.4\,\delta_1^- + 0.3\,\delta_2^- + 0.2\,\delta_3^+ + 0.1\,\delta_4$$

S/c

$$7X_1 + 6X_2 + \delta_1^+ + \delta_1^- = 30$$
$$2X_1 + 3X_2 + \delta_2^+ + \delta_2^- = 12$$
$$6X_1 + 5X_2 + \delta_3^+ + \delta_3^- = 30$$
$$X_2 + \delta_4^+ + \delta_4^- = 7$$
$$X_J \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$
$$\delta_i^+ , \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,4)$$

بعد حلّ هذا النموذج بواسطة برنامج LINDO نتحصل على نفس النتائج السّابقة

متغيّرات القرار	متغيّرات الانحراف	الدالّة الاقتصادية
$X_1 = 0$ $X_2 = 6$	$\delta_1^+ = 6$, $\delta_{1_} = 0$ $\delta_2^+ = 6$, $\delta_{2_} = 0$ $\delta_3^+ = 0$, $\delta_{3_} = 0$ $\delta_4^+ = 0$, $\delta_4 = 1$	$Z = 0$

ملاحظة: نستنتج أن البرمجة بالأهداف العادية هي حالة خاصّة من البرمجة بالأهداف المرجّحة في حالة ما تكون معاملات الأهميّة النسبيّة للأهداف متساوية و بالتّالي لا تؤخذ بعين الاعتبار.

أي:

$$\begin{cases} W_i = W_j & (j = 1,\ldots,m) \\ & (i = 1,\ldots,n) \\ W_i^+ = W_i^- \end{cases}$$

ثالثا: البرمجة بالأهداف المعجمي Lexicographique Goal Programming:

يعتبر هذا النموذج من نماذج البرمجة بالأهداف الأكثر استعمالا حيث تمّ تطبيقه في عدّة مجالات، مثل: المالية، تسيير الموارد البشريّة، الإنتاج، الاستثمار، التخطيط الاقتصادي،...

تعتمد الصياغة الرياضيّة لهذا النموذج على ترتيب الأهداف المراد تحقيقها ضمن فئات مختلفة الأولويّة، حيث يتم تقسيم الأهداف إلى أقسام و درجات مرتبّة ترتيب تنازلي بعكس درجة أولويّة بعض الأهداف مقارنة بالأخرى.

لصياغة النموذج الرياضي نعتمد الخطوات التاليّة:

1- تحديد جميع الأهداف التي تؤخذ بعين الاعتبار.
2- وضع النتيجة المطلوبة أو مستوى الطموح بالنسبة لكلّ هدف i.
3- توزيع هذه الأهداف إلى فئات مرتبة حسب درجة الأولويّة.
4- حل بالتسلسل كلّ نموذج رياضي خطّي جزئي متعلق بكلّ درجة أولويّة.

حيث:

* الخطـوة الأولـى: نقوم بحلّ $\text{Min } Z = Z_1 (\delta_1^+ , \delta_1^-)$ ، أي نعطـي الأولـويّـة للهـدف Z_1 ، و حلول هذه الخطوة تعتبـر كقيـود جديدة تضـاف إلى القيـود السّـابقـة .
* الخطـوة الثـانيّـة: نقوم بحلّ $\text{Min } Z = Z_2 (\delta_2^+ , \delta_2^-)$ ، مـع ظهور حلـول الخطـوة الأولى كقيـود جـديدة ، و هكذا إلى أن نصـل إلى الخطـوة الأخيـرة

$$\text{Min } Z = Z_k (\delta_k^+ , \delta_k^-)$$

دالـة الهدف تعرف كمـا يلي:

$$\text{LEX Min } Z = [Z_1 (\delta_1^+ , \delta_1^-) , Z_2 (\delta_2^+ , \delta_2^-) , \ldots . Z_k (\delta_k^+ , \delta_k^-)]$$

أ- الصيـاغـة الريـاضيّـة:

تكتـب الصيـاغـة الريـاضيّـة لهـذا النمـوذج كمـا يلـي:

$$\text{LEX Min } Z = [Z_1 (\delta_i^+ , \delta_i^-) , Z_2 (\delta_i^+ , \delta_i^-) , \ldots . Z_k (\delta_i^+ , \delta_i^-)]$$

تحت القيـود:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i \quad (i = 1,\ldots,n)$$
$$C_x \leq B$$
$$X_J \geq 0 \quad (j = 1,\ldots,m)$$
$$\delta_i^+ + \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,n)$$
$$Z_1 \geq Z_2 \geq \ldots \geq Z_k$$

حيث: Z تمثـل " دالـة محتـوى مستـوى الأولـويّـة " و هـي معرّفـة كمـا يـلي :

$$Z_1 (\delta_i^+ , \delta_i^-) = \sum_{i=1}^{n} (W_{1i}^+ \delta_{1i}^+ + W_{1i}^- \delta_{1i}^-)$$

هـذا النمـوذج يتكوّن من k مستـوى أولـويّـة و التي تكـون مـرتبّـة من المهـم إلى الأهـمّ.

ملاحظـة : يجـب أن تكـون مستـوى الأولوية k أقلّ أو يسـاوي عـدد الأهـداف (n) $(n \geq k)$ يتـم تحـديـد درجـة الأولـويّـة k ، و معـامـل الأهميّـة النسبيّـة W مسبقـا قبـل صيـاغـة النموذج الرّيـاضـي .

ب- خطوات الحلّ:

يعتمد حلّ نموذج البرمجة بالأهداف المعجمي على حلّ سلسلة من النماذج الخطيّة الجزئيّة المتتاليّة المتعلّقة بكلّ درجة أولويّة.

لفهم هذه الخطوات و توضيحها نأخذ المثال التالي [1] :

تخطط إحدى الشركات في تحليل السّوق برنامجا جديدا إعلانيّا للعام القادم لترويج منتج جديد لأحد عملائها، و تنصّب الدراسة على 03 وسائل، و يظهر الجدول التّالي تكلفة كلّ وسيلة منها و الأفراد الذين يتلقّونه:

الوسيلة	تكلفة كلّ إعلان	الأفراد الذين يوجههم الإعلان	
		تحت 25 سنة	25 سنة فأكثر
1	15	70	40
2	11	40	25
3	18	60	100

وقد قدّم للعميل البيانات التّالية:

- الموازنة التقديريّة الأسبوعيّة للإعلان 300 وحدة نقديّة / أسبوع.
- الهدف الأوّل: أن يصل الإعلان إلى 2500 شخص كلّ أسبوع.
- الهدف الثاني: تدنية النقص في تحقيق هدف وصول الإعلان إلى 2000 شخص تقلّ أعمارهم عن 25 سنة كلّ أسبوع، و هذه الشريحة من الأفراد تعتبر هدفا مرغوبا لتوجيه الإعلان إليها.
- الهدف الثالث: تدنية المبالغ النقديّة التي يتم إنفاقها زيادة عن 250 وحدة نقديّة كلّ أسبوع على الوسيلتين (2 , 3) ، و ذلك لمبرر و هو :

- برهنت الوسيلتين الثانيّة و الثالثة على فاعليتهما في الماضي، و لذلك لن توجّه أي جهود لوضع حدّ يطلق لهاتين الوسيلتين.

- الهدف الرابع: الوسيلة الأولى لم تجّرب بعد من طرف الشركة، و يوجد بعض الشكوك فيما يتعلّق بدرجة الفاعليّة المرتفعة المتوقعة (70 شخص دون اقل من 25 سنة)، و بالتالي تدنية المبالغ النقديّة التي تنفق عليها زيادة عن 50 وحدة نقدية كلّ أسبوع.

- أوضح العميل أنّ الهدف الأوّل يعادل في أهميته 03 أضعاف الهدف الثالث و مرّة و نصف لأهميّة الهدف الثاني أمّا الهدف الرّابع فيعادل في أهميّته الهدف الثالث.

و قد قام العميل بترتيب هذه الأهداف حسب درجات الأولويّة التاليّة:

- درجة الأولويّة الأولى: الهدف الأوّل.
- درجة الأولويّة الثانيّة: الهدف الثاني.
- درجة الأولويّة الثالثة: الهدف الثالث و الرابع.

---

[1] : كمال خليفة أبو زيد ، زينات محمد محرم « دراسات في استخدام بحوث العمليّات في المحاسبة » مرجع سابق . ص 126 – 127 .

و حلّ هذه المسألة نحدّد متغيّرات القرار أوّلا:

X_1 : عدد الإعلانات من الوسيلة 1 .

X_2 : عدد الإعلانات من الوسيلة 2 .

X_3 : عدد الإعلانات من الوسيلة 3 .

باستخدام نموذج البرمجة بالأهداف المعجمي نصل إلى الصياغة التّالية:

$$LEX\ \ Min\ \ Z = [\ (3\ \delta_1^+ + 3\ \delta_1^-)\ ,\ (2\ \delta_2^-)\ ,\ (\delta_3^+ + \delta_4^+)\ ]$$

تحت القيود

$$\begin{aligned}
&15X_1 + 11X_2 + 18X_3 \leq 300 \\
&110X_1 + 65X_2 + 160X_3 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 2500 \\
&70X_1 + 40X_2 + 60X_3 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 2000 \\
&11X_2 + 18X_3 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 250 \\
&15X_1 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 50 \\
&X_1\ ,\ X_2\ ,\ X_3 \geq 0 \\
&\delta_i^+,\ \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,4)
\end{aligned}$$

نعتمد على Logiciel Lindo لحلّ هذه المسألة بإتباع الخطوات التاليّة:

أوّلا: درجة الأولويّة الأولى: يتم تدنيّة الانحرافات الغير المرغوب فيها الخاصّة بالأهداف التي تنتمي إلى هذه الدّرجة و هذا تحت القيود العامة للنموذج:

$$LEX\ \ Min\ \ Z_1 = 3\ \delta_1^+ + 3\ \delta_1^-$$

تحت القيود

$$\begin{aligned}
&15X_1 + 11X_2 + 18X_3 \leq 300 \\
&110X_1 + 65X_2 + 160X_3 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 2500 \\
&70X_1 + 40X_2 + 60X_3 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 2000 \\
&11X_2 + 18X_3 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 250 \\
&X_1 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 50 \\
&X_1\ ,\ X_2\ ,\ X_3 \geq 0 \\
&\delta_i^+,\ \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,4)
\end{aligned}$$

بعد حلّه نتوصل إلى النتائج التالية:

$X_1 = 7$ $\quad \delta_1^+ = \delta 1 = 0$

$X_2 = 0$ $\quad \delta_2^+ = 0$ $\quad \delta_2^- = 857$

$X_3 = 10$ $\quad \delta_3^+ = 0$ $\quad \delta_3^- = 57$

$\delta_4^+ = 57$ $\quad \delta_4^- = 0$

ثانيا: درجة الأولوية الثانية: يتم القيام بنفس الخطوات السّابقة مع الأهداف التي تنتمي إلى هذه الدّرجة تحت القيود العامة للنموذج الرياضي، مع إضافة قيود تتعلق بقيمة الانحرافات الغير مرغوب فيها التي تم حسابها خلال درجة الأولويّة الأولى.
نقوم بحلّ النموذج التّالي.

$$\text{LEX Min} \quad Z_2 = 2\,\delta_2^-$$

تحت القيود

$$15X_1 + 11X_2 + 18X_3 \leq 300$$
$$110X_1 + 65X_2 + 160X_3 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 2500$$
$$50X_1 + 40X_2 + 60X_3 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 2000$$
$$11X_2 + 18X_3 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 250$$
$$15X_1 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 50$$
$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$
$$\delta_i^+, \delta_i^- \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,4)$$

$$\begin{cases} \delta_1^+ = 0 \\ \delta_1^- = 0 \end{cases}$$ قيد إضافي .

حلّ هذا النموذج يعطينا النتائج التالية:

$X_1 = 7$ $\quad \delta_1^+ = \delta_1^- = 0$

$X_2 = 0$ $\quad \delta_2^+ = 0$ $\quad \delta_2^- = 857$

$X_3 = 10$ $\quad \delta_3^+ = 0$ $\quad \delta_3^- = 57$

$\delta_4^+ = 57$ $\quad \delta_4^- = 0$

ثالثا: درجة الأولويّة الثالثة و الأخيرة:
نقوم بنفس الخطوات السّابقة، مع إضافة جميع القيود للانحرافات التي تم حسابها خلال درجات الأولوية السابقة ، و النتيجة المتوصّل إليها في هذه الدّرجة تعتبر النتيجة النهائيّة لهذه المراحل المتسلسلة .

النموذج كالتالي:

$$LEX \quad Min \quad Z_3 = \delta_3^+ + \delta_4^+$$

تحت القيود

$$15X_1 + 11X_2 + 18X_3 \leq 300$$
$$110X_1 + 65X_2 + 160X_3 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 2500$$
$$50X_1 + 40X_2 + 60X_3 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 2000$$
$$11X_2 + 18X_3 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 250$$
$$15X_1 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 50$$
$$\delta_1^+ = 0$$
$$\delta_1^- = 0$$
$$\delta_2^- = 857 \quad \{ \text{قيد إضافي}$$
$$X_1, X_2, X_3 \geq 0$$
$$\delta_i^+, \delta_i^- \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,4)$$

حلّ هذا النموذج يعتبر حلّ النموذج الرياضي ككلّ و هو:

$X_1 = 7$	$\delta_1^+ = 0$	$\delta_1^- = 0$
$X_2 = 0$	$\delta_2^+ = 0$	$\delta_2^- = 857$
$X_3 = 10$	$\delta_3^+ = 0$	$\delta_3^- = 57$
	$\delta_4^+ = 57$	$\delta_4^- = 0$

$$Z^* = [\,0\,,\,0\,,\,(\,2x857\,)\,,\,57\,]$$

من خلال هذا الحلّ نجد أنّه تضمّن 07 إعلانات من الوسيلة الأولى، 10 إعلانا من الوسيلة الثالثة و عدم استعمال الوسيلة الثانيّة للترويج لهذا المنتج الجديد، و هذا ما ينتج عنه:

- الهدف الأوّل قد تحقق تماما أي أنّ الإعلان يصل إلى 250 شخص كلّ أسبوع.
- الهدف الثاني تحقق بنسبة 57 % ، حيث هناك انخفاض عن مستوى الطموح المحدّد لمقدار 857 شخص .
- الهدف الثالث تحقق بدرجة مرضية حيث يظهر الانحراف السالب أنّ هذه النفقات تقلّ عن المبلغ 250 وحدة نقديّة بمبلغ 57 وحدة نقديّة.
- الهدف الرابع عدم تحقق هذا الهدف، حيث يظهر الانحراف الموجب أن النفقات تزيد عن المبلغ 57 وحدة نقديّة.

رابعا: البرمجة بالأهداف بتدنيّة أعظم انحراف" Goal programming Min Max "

تتشابه متغيّرات هذا النموذج نوعا ما مع متغيّرات نموذج البرمجة بالأهداف المرجّح، غير أنّ دالة الهدف لهذا النموذج الرياضي تهدف إلى تدنيّة أعظم مجموع مرجّح لمتغيّرات الانحراف المتعلقة بمختلف الأهداف(Romero 1991)، تتم هذه العمليّة عن طريق إدخال متغيّر جديد " g " و الذي يمثل الحدّ الأعلى بالنسبة لجميع الانحرافات سواء كانت موجبة أو سالبة و المتعلّقة بكلّ هدف و يصبح كقيد إضافي.
الصيغة الرياضيّة لهذا النموذج هي كما يلي:

$$\text{Minimiser} \quad g$$

تحت القيود

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j - \delta_i^+ + \delta_i^- = b_i$$

$$C_x \leq B$$

$$W_i^+ \delta_i^+ + W_i \delta_i^- \leq Z \qquad (i = 1,\ldots,n)$$

$$X_J \geq 0 \qquad (j = 1,\ldots,m)$$

$$\delta_i^+, \delta_i^- \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,n)$$

حيث : Z : الحدّ الأعلى لجميع الانحرافات (الموجبة أو السالبة) .
W_i : معامل الأهميّة النسبيّة للهدف i .

خامسا: البرمجة بالأهداف الكمبرومازيّة Compromise Goal programming

يستعمل هذا النموذج لتحديد قيم الأهداف، صيغته الرياضيّة هي كالتّالي :

$$g_i = \begin{cases} g_i^* = MAX\, f_i(X) & , X \in F \\ g_i^* = MIN\, f_i(X) & , X \in F \end{cases}$$

يعتمد هذا النموذج على عدّة خطوات، فيجب تعظيم بعض الأهداف، و في المقابل تدنيّة بعض الأهداف الأخرى، تحت قيود معيّنة.
و لفهم هذا النموذج نستعين بالمثال التّالي:
تقوم إحدى الشركات بإنتاج منتجين A و B ، يتطلّب المنتج A 5 ساعات عمل في الورشة الأولى ، و ساعتين عمل في الورشة الثانيّة .
أمّا المنتج B يتطلب إنتاجه ساعتين عمل في الورشة الأولى، 4 ساعات عمل في الورشة الثانيّة.

* الخطـوة الثـالثـة :

بعـد تحـديد قيم الأهداف، يتم حـلّ النمـوذج التّالـي:

$$MIN : \delta_1^- + \delta_2^+$$

St

$$30X_1 + 20X_2 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 370$$
$$10X_1 + 6X_2 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 0$$
$$5X_1 + 2X_2 \leq 50$$
$$2X_1 + 4X_2 \leq 48$$
$$X_1 , X_2 \geq 0$$
$$\delta_i^+ , \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1, 2)$$

باستعمال برنـامج LINDO لحـلّ هذا النموذج، نحصـل على النتـائج التـاليّـة:

$X_1 = 6$ $\quad \delta_1^+ = 0$ $\quad \delta_1^- = 0$

$X_2 = 8$ $\quad \delta_2^+ = 117$ $\quad \delta_2^- = 0$

من خـلال هذه النتـائج نستنتـج أنّ:

- الهـدف الأوّل تـمّ تحقيقـه 100 % .
- الهـدف الثـانـي لم يصـل إلى مستوى الطموح، تـزيـد التكـاليـف الخـاصّـة بالتّوزيـع بـ 117 وحـدة نقديّـة.

المطلب الثالث:

حالات القصور في البرمجة بالأهداف و طرق التغلب عليها :

مقدمة :

من خلال استخدام نموذج البرمجة بالأهداف بمختلف متغيّراته تحت الظروف التحديديّة تبيّن أنّه من أهمّ الأساليب المساعدة على اتخاذ القرارات و التي تسمح بتحقيق جملة من الأهداف دفعة واحدة و قد أثبت فعاليّته في حلّ المشاكل المعقدّة الأهداف، إلا أنّه لا يخلو من بعض القصور، حيث و جّهت له جملة من الانتقادات و التي تمحورت أساسا حول:

* مشكلة الحصول على الحل غير الفعّال الناتج عن مشكل التعويض بين الأهداف.
* مشكلة وحدات القياس، فنجد أنّ دالة الهدف في نموذج البرمجة بالأهداف هي مجموع انحرافات الأهداف عن نتائجها المطلوبة و التي تسعى لتدنيتها، و أنّ هذه الأهداف تكون بوحدات مختلفة (وحدة نقدية ، العمالة ، الكميّة المنتجة ،...) ، و بالتّالي النتيجة المتوصّل إليها لا يمكن أن يكون لها أيّ تفسير اقتصادي و علمي واضح .

أولا: طريقة "HANNAN" سنة 1980 :

تستعمل هذه الطريقة لتحسين الحلّ غير الفعّال على مستوى البرمجة بالأهداف في شكله المرجّح أو المعجمي، حيث طوّر HANNAN الصياغة الرياضيّة لنموذج البرمجة بالأهداف سنة 1980 ، و ذلك عن طريق إضافة مستوى أولويّة إضافي في دالة الهدف ، في نموذج البرمجة بالأهداف المعجمي ، دون الأخذ بعين الاعتبار معاملات الأهميّة النسبيّة ، ويمكن توضيحها في المثال التّالي :
لدينا دالة الهدف التّاليّة لنموذج البرمجة بالأهداف المعجمي ذات 03 مستويات من الأولويّة:

$$\text{LEX Min } Z = [\,(2\delta_1^+)\,,\,(3\,\delta_2^-)\,,\,(\delta_3^+ + 2\delta_4^+)\,]$$

بتطبيق طريقة HANNAN، بإضافة مستوى أولويّة إضافي نجد:

$$\text{LEX Min } Z = [(2\delta_1^+)\,,\,(3\,\delta_2^-)\,,\,(\delta_3^+ + 2\delta_4^+)\,,\,(-\delta_1^- - \delta_2^+ - \delta_3^- - \delta_4^-)]$$

تضمن هذه الطريقة تحقيق الحلّ الفعّال في النموذج الرياضي، إلا أنّه لا بّد من تحليل حساسيّة الحلّ المستخرج من هذا النموذج الرياضي الناتج عن التغيير في مستوى أولويّات الأهداف.

ثانيا : طريقة النقطة المرجعيّة Méthode de point de référence :

يقصد بالنقطة المرجعيّة مستويات الطموح لكلّ هدف، حيث يتم تحديدها أوّلا ثم البحث عن الحلّ الذي يكون أكثر اقترابا منها ، و ذلك بالاعتماد على دالة تسمى Fonction de scolarisante .
يرمز لها بـ : $S\,(f(x)\,,\,b\,,\,w)$

حيث:

$$S\,(f(x),b,W) = MAX\,[\,W_i\,,\,k_i\,(b_i - f_i(x))] - \varepsilon \sum_{i=1}^{n} f_i(x) \qquad (i = 1,\ldots,n)$$

W_i : معاملات الأهميّة النّسبيّة للأهداف حيث $(i = 1,\ldots,n)$
b : مستويات الطموح $(b = b_1\,,\,b_2\,,\ldots..,b_n)$
k_i : ثابت التّوحيد المتعلّق بكلّ هدف i .
$f_i(x)$: دوال تحقيق الأهداف حيث $f_i(x) = \sum_{j=1}^{m} a_{ij}\,X_j$

ε : عدد صغير جدّا ، يمكّن من منع الحصول على الحلّ غير الفعّال .
تعتمد هذه الطريقة على خطوتين أساسيتين و هما:
* الخطوة الأولى: يتم فيها ما يلي :
- تحديد معاملات الأهميّة النسبيّة للأهداف $W = (W_1\,,\,W_2\,,\ldots.\,,\,W_n)$
- تحديد مستويات الطموح بالنسبة لكلّ هدف $b = (b_1\,,\,b_2\,,\ldots..,b_n)$

* الخطوة الثانيّة:

يتم في هذه الخطوة استخراج الحلّ $X = (X_1 , X_2 , ... , X_n)$ من بين مجموعة الحلول الممكنة X الذي يحقق الوصول إلى تدنيّة الدالة $S (f(x),b,W)$.
يشترط في الحلّ المستخرج أن يكون أقرب ما يمكن إلى مستويات الطموح، أي أن ينتمي إلى مجموعة الحلول الفعالة و التي تكون كمجموعة جزئيّة من X.
بعد استخراج هذا الحلّ يتم عرضه على المسيّر أو متخذ القرار، فإذا وافق عليه، يعتبر هذا الحلّ كحلّ نهائي للمسألة.

أمّا إن حدث العكس فيجب العودة إلى الخطوة الأولى و إعادة العمليّة من جديد أي تعديل مستويات الطموح و المعاملات الأهميّة النسبيّة من جديد، ثم الخطوة الثانيّة و استخراج الحلّ من جديد.

ثالثا: طريقة Hedin، Runes .

أعطى كلّ من Hedin و Runes طريقة تفاعليّة سنة 1993 و التي تسمح بتحسين الحلّ غير الفعّال في نموذج البرمجة بالأهداف المرجّح .
تعتمد هذه الطريقة كباقي الطرق على عدّة خطوات نذكر أهمّها:

1- تحديد مستويات الطموح المبدئيّة بالنسبة لكلّ هدف على حدى.
2- استخراج الحلول الممكنة و اختيار الحلّ الذي يحقق أدنى الانحرافات عن مستويات الطموح، أي يكون أقرب ما يمكن من مستويات الطموح.
3- تتوقف العمليّة في حالة ما أعتبر الحلّ المتوصّل إليه كحلّ مرضي، أمّا إذا حدث العكس فيتم مراجعة مستويات الطموح لكلّ هدف على حدى ثم استخراج مجموعة الحلول البديلة مجدّدا و اختيار الحل الذي يحقق أدنى انحراف.
4- نواصل العمليّة إلى غاية الوصول إلى الحلّ الفعّال.

رابعا: طريقة TAMIZ , JONES

اقترح كلّ من TAMIZ و JONES طريقة تفاعليّة مشابهة إلى حدّ ما لطريقة Hedin و Runes ، و تشمل هي الأخرى المراحل التاليّة :

1- استخراج جميع الحلول الممكنة المبدئيّة.
2- عرض الحلّ على متخذ القرار لتفحصّه، إذا كان مرضيا تتوقف العمليّة.
3- إذا حدث العكس يتم إعادة صياغة نموذج البرمجة بالأهداف.
4- حلّ هذا النموذج ثم العودة إلى متخذ القرار لتفحّصه و نستمّر في العمليّة حتّى يوافق متخذ القرار على الحلّ و الذي يعتبر الحلّ الفعّال.

الفرع الثاني: وحدات القياس المتعلقة بالأهداف:

مثال توضيحي:

لفهم هذه الإشكاليّة نأخذ المثال التالي:
مؤسسّة تنتج نوعين من المنتجات A و B ، يشتغل في هذه المؤسسّة 100 عامل ، و كلّ عامل يشتغل 10 ساعات في اليوم . يتطلب إنتاج وحدة واحدة من كلّ من A و B ساعة واحدة من العمل .
لإنتاج A و B تستعمل المؤسسّة مادّة أوليّة حيث لإنتاج وحدة A يتطلب 5 كلغ من هذه المادة ، أمّا إنتاج وحدة واحدة من المنتوج B تتطلب 10 كلغ من المادّة الأوليّة .
الرّبح المتوقع من بيع وحدة واحدة من المنتوج A هو 2 وحدة نقديّة، و من المنتوج B هو 4 وحدات نقديّة، تريد المؤسسّة إعادة الخطّة الإنتاجية لتحقيق الأهداف التالية :
- الهدف الأوّل: عدد ساعات العمل الكليّة لا تتجاوز 1000 ساعة.
- الهدف الثاني: كميّة المادّة الأوليّة المستهلكة في اليوم لا تتجاوز 5000 كلغ.
- الهدف الثالث: تحقيق ربح على الأقل يقدّر بـ 800 وحدة.
- الهدف الرابع:الكميّة المنتجة من A لا تتجاوز 800 وحدة.

الأهداف لها نفس الأهميّة $W_i = 1 \quad (i = 1, 2, 3, 4)$

الصيغة الرياضيّة لهذه المسألة تكتب كما يلي:

دالة الهدف $\quad \text{Min } Z = \delta_1^+ + \delta_2^+ + \delta_3^- + \delta_4^+$

تحت القيود
$$X_1 + X_2 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 1000$$
$$5X_1 + 10X_2 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 5000$$
$$2X_1 + 4X_2 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 3000$$
$$X_1 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 800$$
$$X_1 , X_2 \geq 0$$
$$\delta_i^+ , \delta_i^- \geq 0 \quad (i = 1,\ldots,4)$$

بالاعتماد على برنامج LINDO لحلّ هذا النموذج نحصل على النتائج التالية:

$X_1 = 800$	$\delta_1^+ = 0$	$\delta_1^- = 100$
$X_2 = 100$	$\delta_2^+ = 0$	$\delta_2^- = 0$
	$\delta_3^+ = 0$	$\delta_3^- = 500$
	$\delta_4^+ = 0$	$\delta_4^- = 0$

$Z = 500$ { ساعات العمل ، كميّة المادة الأوليّة (كلغ) ، وحدات نقدية (دينار) ، كميّة المنتوجين (وحدة) }

نلاحظ أنّ دالة الهدف تحتوي على وحدات قياس مختلفة.

وحدات القياس المختلفة هي أحد أهم الانتقادات الموجهّة لمختلف متغيّرات نموذج البرمجة بالأهداف خصوصا بالنسبة للبرمجة بالأهداف المعياري، المرجّح، المعجمي، و بالتالي فالنتائج التي يتم الحصول عليها ليس لها أي تفسير علمي و اقتصادي بل ليس منطقيا فلا يمكن أن نجمع كما في المثال بين ساعات العمل، كميّة المادة الأوليّة، وحدات من المنتوجين...

أيضا تحويل هذه الوحدات يؤثر على النتائج المتوصّل إليها فمثلا إذا إفترضنا أنّ الوحدات النقديّة هي تمثل الدينار، نقوم بتحويلها إلى السنتيم مع الاحتفاظ بجميع المعطيات الأخرى و إبقائها على حالها فإنّ النتائج تكون كالآتي:

النموذج يصبح

دالة الهدف

$$\text{Min} \quad Z = \delta_1^+ + \delta_2^+ + \delta_3^- + \delta_4^+$$

تحت القيود

$$X_1 + X_2 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 1000$$
$$5X_1 + 10X_2 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 5000$$
$$200X_1 + 400X_2 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 300000$$
$$X_1 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 800$$
$$X_1, X_2 \geq 0$$
$$\delta_i^+, \delta_i^- \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,4)$$

حل هذا النموذج يقودنا إلى النتائج التّاليّة:

$X_1 = 500$	$\delta_1^+ = 0$	$\delta_1^- = 0$
$X_2 = 500$	$\delta_2^+ = 2500$	$\delta_2^- = 0$
	$\delta_3^+ = 0$	$\delta_3^- = 0$
	$\delta_4^+ = 0$	$\delta_4^- = 300$

$$Z = 2500 \left\{ \begin{array}{c} \text{ساعات العمل} \\ \text{كميّة المادة الأوليّة (كلغ)} \\ \text{وحدات نقدية (دينار)} \\ \text{كميّة المنتوجين (وحدة)} \end{array} \right\}$$

إذن النتائج التي تمّ التوصّل إليها باستعمال " السنتيم " كوحدة نقديّة تختلف تماما عن النتائج المستعمل فيها " الدينار" كوحدة نقديّة، الإشكاليّة هي أيّ من الحلّين نعتبره مناسبا ؟. هل إنتاج 800 وحدة من A، 100 وحدة من B، أو إنتاج 500 وحدة من A ، 500 وحدة من B !!.

* **طرق توحيد موحدات القياس .**

للتغلب على هذه المشكلة و الوصول إلى حلّ وحيد مهما كانت وحدات القياس المستعملة، ظهرت عدّة طرق في السّنوات الماضيّة، لمعالجة هذه الطرق نذكر:

- طريقة التوحيد الإقليدي.
- طريقة التوحيد النسبي المئوي.
- طريقة التوحيد صفر- واحد.
- طريقة التوحيد باستخدام الانحرافات النسبيّة.

أوّلا. طريقة التوحيد الإقليدي [1] :

تعتبر هذه الطريقة من الطرق الأولى التي سعت إلى معالجة مشكلة وحدات القياس المختلفة و محاولة توحيدها، حيث اقترح "B.W. Widhelm " سنة 1981 ، استخدام هذه الطريقة ، فاقترح تقسيم كلّ من معاملات متغيّرات القرار a_{ij} و مستويات الطموح b_i لقيود الأهداف على عدد ثابت N_i يسمّى هذا العدد " ثابت التّوحيد " والمتعلّق بكلّ هدف حيث $(i = 1, 2, \ldots, n)$

$$N_i = \left| \sum_{j=1}^{m} a_{ij}^2 \right|^{1/2}$$

يصبح قيد الهدف كالتالي:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i$$

كما يلي:

$$\frac{\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j}{\left| \sum_{j=1}^{m} a_{ij}^2 \right|^{1/2}} + \delta_i^- - \delta_i^+ = \frac{b_i}{\left| \sum_{j=1}^{m} a_{ij}^2 \right|^{1/2}}$$

و نكتب دالة الهدف كما يلي:

$$\text{Min} \quad Z = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{W_i^- \delta_i^- + W_i^+ \delta_i^+}{\left| \sum_{j=1}^{m} a_{ij}^2 \right|^{1/2}} \right]$$

[1] : W.B. Widhelm (1981) « extention of Gool Programming Models » Omega . p 212 .

ثـانيـــا: طريقـة التـوحيـد النسبـي المئـوي:

اقترح C.Romero سنة 1991 طريقة تشبه إلى حدّ ما طريقة التوحيد الإقليدي ، تختلف فقط في ثابت التوحيد حيث.

$$N_i = b_i / 100 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

b_i : مستوى الطموح لكلّ هدف حيث

يتم تقسيم كلّ من معاملات متغيّرات القرار a_{ij} و مستويات الطموح المتضمّنة في قيود الأهداف على N_i.

يصبح قيد الهدف

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} x_j \mid b_i/100 + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i \mid b_i/100 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

تكتب دالة الهدف في النموذج الرياضي كما يلي:

$$Him \quad Z - \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{W_i^- \delta_i^- + W_i^+ \delta_i^+}{b_i/100} \right]$$

ثـالثـــا: طريقـة التـوحيد (صفـر- واحـد):

اقترح هذه الطريقة كلّ من " A.S. Masud " و " C.L. Hwang " ، اعتبرا أنّ التخلص أو التغلب على وحدات القياس المختلفة في دالة الهدف تعتمد أساسا على قسمة دالة الهدف على ثابت التوحيد N_i حيث تكتب دالة الهدف كما يلي .

$$Min \quad Z = \sum_{i=1}^{n} \frac{W_i^- \delta_i^- + W_i^+ \delta_i^+}{N_i}$$

N_i : يمثل المسافة ما بين القيمة المستهدفة و هي " مستوى الطموح b_i " ، و أسوء قيمة ممكنة المتعلقة بمتغيّر الانحراف ضمن مجموعة الحلول الممكنة X ، و التي نحددها انطلاقا من القيود الهيكليّة للنموذج الرياضي .

من مزايا هذه الطريقة أنها تحصر جميع الانحرافات المتعلّقة بالأهداف ما بين 0 ، 1 لذا سميت بطريقة التوحيد 0 ، 1 .

حيث: 0: يمثل مستوى الطموح .

1: أسوء انحراف بالنسبة لمستوى الطموح ضمن مجموعة الحلول الممكنة .

في N_i نجد ثابت التوحيد للانحرافات الموجبة و نرمز له بـ " N_i^p ".

نجد ثابت التوحيد للانحرافات السالبة و نرمز له بـ " N_i^m ".

$$N_i^p = P_i^{Max} - P_i^{Min} \qquad N_i^M = N_i^{Max} - N_i^{Min}$$

رابعا: طريقة التوحيد باستخدام الانحرافات النسبيّة [1].

تعتبر هذه الطريقة من أحدث الطرق في هذا المجال اقترح كلّ من " م . بلمقدّم، و ح. مسلم " سنة 2005. ساهمت إلى حدّ كبير في التعديل الجبري لصياغة نموذج البرمجة بالأهداف، فبدلا من الصياغات السّابقة، يتم التعبير عن دالة الهدف على شكل مجموع الانحرافات النسبيّة من مستويات الطموح b_i من أجل ($i = 1, \ldots, n$)
تكون الصياغة الرياضيّة لنموذج البرمجة بالأهداف حسب هذه الطريقة كالتّالي:

دالة الهدف

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{W_i^- \delta_i^- + W_i^+ \delta_i^+}{b_i} \right]$$

القيود

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i$$

$$C_X \leq B$$

$$X_j \geq 0 \qquad (j = 1, \ldots, m)$$

$$\delta_i^+, \delta_i^- \geq 0 \qquad (i = 1, \ldots, n)$$

لمعرفة مدى فعاليّة هذه الطريقة نطبقها على المثال السّابق في الحالتين ، حالة استعمال الدينار كوحدة نقدية و في حالة استعمال السنتيم .

* الحالة الأولى : حالة استعمال الدينار .

دالة الهدف

$$\text{Min } Z = \left[\frac{\delta_1^+}{1000} + \frac{\delta_2^+}{5000} + \frac{\delta_3}{3000} + \frac{\delta_4^+}{800} \right]$$

[1]: موسليم حسين « توحيد و حدات القياس في البرمجة الخطيّة بالأهداف » رسالة لنيل درجة الماجستير ، سنة 2005.

تحت القيود:

$$X_1 + X_2 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 1000$$
$$5X_1 + 10X_2 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 5000$$
$$2X_1 + 4X_2 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 3000$$
$$X_1 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 800$$
$$X_1 , X_2 \geq 0$$
$$\delta_i^+ , \delta_i^- \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,4)$$

بالاعتماد على برنامج LINDO لحلّ هذا النموذج نحصل على النتائج التالية:

$$Z = 0.33$$
$$X_1 = 800$$
$$X_2 = 100$$

* الحالة الثانية: حالة استعمال السنتيم.

دالة الهدف

$$\text{Min} \quad Z = \left[\frac{\delta_1^+}{1000} + \frac{\delta_2^+}{5000} + \frac{\delta_3^-}{300000} + \frac{\delta_4^+}{800} \right]$$

تحت القيود

$$X_1 + X_2 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 1000$$
$$5X_1 + 10X_2 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 5000$$
$$200X_1 + 400X_2 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 300000$$
$$X_1 + \delta_4^- - \delta_4^+ - 800$$
$$X_1 , X_2 \geq 0$$
$$\delta_i^+ , \delta_i^- \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,4)$$

حلّ هذا النموذج يعطينا النتائج التالية:

$$Z = 0.33$$
$$X_1 = 800$$
$$X_2 = 100$$

نستنتج أنّ استخدام هذه الطريقة يؤدّي للوصول إلى نفس النتائج مهما كانت وحدات القياس و بالتالي أثبتت هذه الطريقة فعاليتها في توحيد وحدات القياس.

خلاصة:

أدى التطور في مجالات الأعمال منذ الثروة الصناعية إلى الاتجاه نحو تكوين المشروعات ذات الحجم الكبير بالإضافة إلى تنوع الأنشطة في المشروع الواحد، الأمر الذي أدى إلى تعقيد عملية اتخاذ القرارات نظرا لتزايد المتغيرات التي تؤثر على القرارات المتخذة، فازدادت الحاجة إلى بحوث العمليات كأسلوب حديث لحل مختلف المشاكل في الإدارة خاصة بعد استخدام الحاسبات الالكترونية التي تسهل عملية الحساب والوصول إلى نتائج بسرعة وبدقة أكبر.
ومن أساليب التي استخدمت في البحث عن المثولية في شبكة الإنتاج والتوزيع والتي تطرقنا إليها في هذا الفصل:
البرمجة الخطية كأسلوب رياضي يمكن من الوصول إلى أفضل حل للمشاكل التي يكون لها عدة بدائل.
نظرية الشبكات وهي من أهم النظريات المستخدمة في مجال بحوث العمليات و التي تسعى إلى التخصيص الأمثل للموارد.
البرمجة بالأهداف هي امتداد حديث لأسلوب البرمجة الخطية يمكن من تحقيق جملة من الأهداف جملة من الأهداف جملة واحدة.
توصلنا في الأخير إلى اعتبار أن البرمجة بالأهداف هي الوسيلة الوحيدة التي تمكن من الوصول إلى تحقيق كل أهداف المؤسسة ودفعة واحدة بما فيها أهداف الإنتاج والتوزيع.إلا أنه قد وجهت بعض الانتقادات التي تم تجاوزها بما فيها:
إمكانية الحصول على الحل غير الفعال.
وحدات القياس المختلفة في دالة الهدف.
ظهرت عدّة محاولات لمعالجة مشكلة توحيد وحدات القياس، ذكرنا أهمّها وهي:

- التوحيد النسبي المئوي.
- التوحيد الإقليدي.
- التوحيد صفر- واحد.
- التوحيد باستخدام الانحرافات النسبيّة.

يؤخذ على طريقتي التوحيد النسبي المئوي و التوحيد الإقليدي أنّها تؤدّي إلى حلّ نموذج مغاير تماما للنموذج الرياضي الأصلي و خصوصا على مستوى قيود الأهداف التي تصبح مجرّدة تماما من وحدات القياس المتعلقة بها و هذا كلّه يؤخذ على المعنى الاقتصادي و الرياضي للنموذج الرياضي و نتائج حله المتوصّل إليها.
حيث تكتب قيود الأهداف في التوحيد الإقليدي:

$$\frac{\sum_{j=1}^{m} a_{ij} X_j}{\left| \sum_{j=1}^{m} a_{ij}^2 \right|^{1/2}} + \delta_i^- - \delta_i^+ = \frac{b_i}{\left| \sum_{j=1}^{m} a_{ij}^2 \right|^{1/2}}$$

أمّـا بالنسبـة للتوحيـد النسبي المئـوي:

$$\sum_{j=1}^{m} a_{ij}\, x_j \mid b_i/100 + \delta_i^- - \delta_i^+ = b_i \mid b_i/100 = 100$$

بينما في التوحيـد باستعمال الانحرافات النسبيـة فإنّ قيود الأهداف لا تتغيّـر و تبقى كما هـي وهذا مـا يحـافظ على المعنـى الاقتصادي و الرياضـي للصياغـة الرياضيّـة لنموذج البرمجـة بالأهداف. و يمكـن اعتبار هذه الطـريقـة من أسهـل و أنجـح الطـرق إلى حدّ الآن، والتي يمكـن الاعتماد عليهـا في حلّ مشـاكـل البرمجـة بالأهداف المختلفـة الوحـدات. لكن يؤخذ عليها بعض النقائص ولا يمكن اعتبارها الطريقة الأنجح لتوحيد وحدات القياس في كل الحالات حيث:

$$\text{Min}\quad Z = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{W_i^- \delta_i^- + W_i^+ \delta_i^+}{b_i} \right]$$

في حالة ما إذا كانت b_i مساوية للصفر مثلاً يمكن أن نجد مستوى الطموح في حالة هدف تخفيض التكاليف مساويا للصفر، ولا يمكن تطبيق طريقة التوحيد باستعمال الانحرافات النسبية في هذه الحالة.

القسم التطبيقي

دراسة حالة على مستوى مؤسسّة ALZINC بالغزوات

مقدمة:

بعد تطرقنا في الجانب النظري إلى إبراز أهم الطرق والأساليب المساعدة على اتخاذ القرار في مجال الإنتاج والتوزيع، والتي توصل إلى تحقيق المتولية في شبكة الإنتاج والتوزيع، تطرقنا إلى عدة طرقَ وتوصلنا في الأخير إلى أسلوب رياضي مساعد على اتخاذ القرار مع المسائل القرارية التسييرية ذات الطابع الكمّي المتعدد الأهداف وهو"البرمجة بالأهداف".

وسنحاول في الجانب التطبيقي دراسة مشكل قراري كمّي متعلق أساسا بمجالي الإنتاج والتوزيع، وما مدى إمكانية حلّها باستخدام نموذج البرمجة بالأهداف كأسلوب رياضي وعلمي مساعد على حل مثل هذا النوع من المسائل القرارية، سنقوم بدراسة على مستوى شركة إنتاجية وطنية ذات خبرة عالية في العدانة وتحويل المعادن غير الحديدية، وهي شركة التحليل الكهربائي للزنك "ALZING" بالغزوات وهي متخصصة في صناعة الزنك ومشتقاته، فتتطلب هذه الوحدة رؤوس أموال باهضة ولهذا فإن تدخّلها ومساهمتها في التنمية الاقتصادية ينتظر منه أن يكون فعّالا.

اعتمدنا في دراستنا على معطيات ومعلومات من مديرية الإنتاج في المؤسسة، وكذا فرع التسويق فيها، رغم نقص هذه المعلومات سنحاول إعطاء هذه المسألة صياغة رياضية في نموذج رياضي للبرمجة بالأهداف وذلك بتحديد كل من معاملات متغيرات القرار ومستويات الطموح لقيود الأهداف، والحدود العليا لقيود الموارد المتاحة، حتّى نصل إلى نموذج رياضي لنتمكن من حله باستخدام برنامج الإعلام الآلي "LINDO"، ونرى مدى تحقق الأهداف المرجوة.

المبحث الأوّل: تقديم المؤسّسة

إنّ الشركة الجزائريّة للزنك باختصار "ALZINC" تعتبر فرعا من مؤسسّة ميطانوف "Metanof" (المؤسسة الوطنيّة للعدانة و تحويل المعادن غير الحديديّة) كان إنتاج أوّل صفيحة للزنك في 26 ديسمبر 1974 أي سنة تأسيس المؤسسّة التي ساهم في إنجاز أعمالها الأولى من البناء و الأشغال الهندسيّة عدّة شركات جزائريّة و أجنبية أهمّها :

* الشركة الوطنيّة للبناءات المعدنيّة .
* شركة *TLANTIKIT* (الشركة الخاصّة بالتجهيزات الكهربائيّة.)
* شركة *Mechin* البلجيكيّة.
* شركة شيميكو Chimico الإنجليزية.
* شركة *"Loghi"* الألمانيّة.

1- موقع المؤسسّة:

المؤسسّة الوطنيّة للتحليل الكهربائي للزنك " *ALZINC* " تقع في مدينة الغزوات التابعة لولاية تلمسان وتتربّع على موقع إستراتيجي هامّ شمال غرب المدينة وممّا سهّل من نشاطها وتقدّر مساحة المؤسسة 22 هكتار.
تتطلب إنشاؤها تدمير حيّ سكني صغير وورشات ميكانيكيّة للسكك الحديديّة وعدّة معامل لتصبير و حفظ السمك وقاعة سينما .....

2- دوافع اختيار الموقع:

هناك عدّة مسائل ركزت عليها الدّولة عند تشييد هذا المصنع و التي نذكر منها:
- موقع إستراتيجي هام بالقرب من الميناء الذي يسهّل عمليّة الإستيراد و التصدير
- توفّر سكّة حديديّة تربط المصنع بمختلف المناطق الصناعيّة عبر مختلف أنحاء الوطن.
- إحداث التوازن الجهوي عن طريق إدخال التصنيع إلى هذه المنطقة.

3- أهداف المؤسسّة:

أيّ مؤسسّة بغض النظر إن كانت عموميّة أو خاصة لها أهداف محدّدة أو بالأحرى مشتركة و هي: تحقيق الأرباح ، الإستمرارية ، البقاء في السوق.
* *ALZINC* لا تختلف عنها فهي تسعى جاهدة لتحقيق الربح من خلال تسويق منتوجاتها في الأسواق العالميّة و الوطنيّة.

4- **المسار التسلسلي الذي عرفته المؤسسة:**

كانت ملحقا " للشركة الوطنيّة للحديد و الصلب "، التي كانت تضم وحدة إنتاجيّة ، تشمل على عدد هام من الطاقة البشريّة و التي بلغت 30000 عاملا في هذه المرحلة كانت الدّولة هي المسؤول الأوّل و الأخير عن المؤسسّة فكانت تقوم ببيع منتجاتها و تدعيمها بالأموال اللازمة عند إحتياجها و وصل الأمر بها إلى تحمّل خسائرها ، بعد إعادة هيكلة الشركات الوطنيّة ثم تحويلها إلى الشركة الوطنيّة للحديد و هذا في إطار تنظيم الشركات الوطنيّة.

في 25 غشت 1985 تمّ إنشاء المؤسسّة الوطنيّة للعدانة و تحويل المعادن غير الحديديّة و وفقا للمرسوم رقم 82-233 . فأصبحت الشركات الوطنيّة تتماشى مع النظام الإشتراكي للمؤسسات الوطنيّة.

- إنقسم مجمّع " **Metanof** " إلى فرعين : فرع ALZINC
  فرع ALGAL

و بالتالي نعتبر أنّ الشركة الجزائريّة للزنك و المسمّاة " *ALZINC* " نشأت سنة 1998 و هو تاريخ إمضاء نظامها الأساسي.

5- **عدد العمّال:**

الجدول التالي يبيّن عدد العمال من سنة 1998 إلى غاية 2006 .

السّنوات	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
عدد العمّال	710	707	686	694	667	599	546	510	489

جدول (6 - 1)

من خلال هذا الجدول نرى أنّ عدد العمال في تناقص مستمّر خصوصا في السّنوات الأخيرة، و الهدف من هذا أنّ المؤسسّة تسعى جاهدة لتخفيض تكاليف الإنتاج و تعتبر أجور العمّال أحد أهم هذه التكاليف.

و الجدول التالي يوضح حركة العمال خلال السنوات 2004 ، 2005 ،2006.

	2004			2005			2006		
	خروج		دخول Recrut	خروج		دخول Recrut	خروج		دخول Recrut
	تقاعد	أخرى		تقاعد	أخرى		تقاعد	أخرى	
الإطارات Cadre	06	-	-	07	01	01	07	01	01
التحكم Maîtrise	11	01	02	34	03	10	09	-	-
التنفيذ Exécution	37	04	04	51	05	54	22	08	25
المجموع	54	05	06	92	09	65	38	09	26
	59		06	101		65	47		26

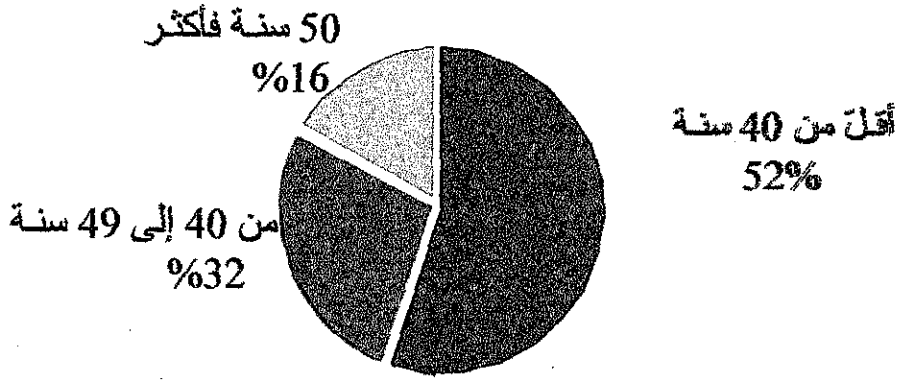
جدول (6 - 2)

إنّ حركة العمّال خلال هذه السّنوات ساعدت إلى حدّ كبير في تحسين هدم الأعمار حيث نجد أنّ 52% من مجموع العمّال لا يتجاوز سنهم 39 سنة.

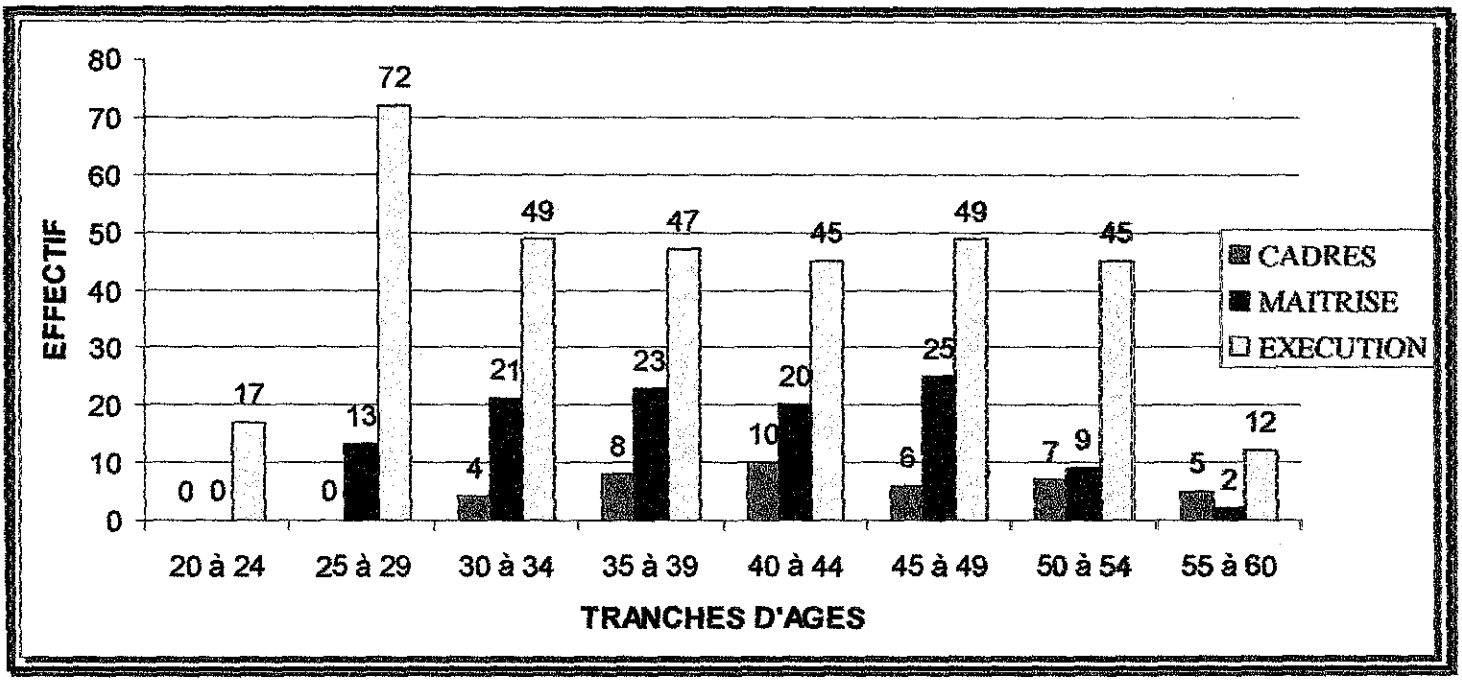
الأعمار / العمّال	20 إلى 24	25 إلى 29	30 إلى 34	35 إلى 39	40 إلى 44	45 إلى 49	50 إلى 54	55 إلى 60	المجموع
الإطارات Cadre	-	-	4	8	10	6	7	5	40
التحكم Maîtrise	-	13	21	23	20	25	9	2	113
التنفيذExécution	17	72	49	47	45	49	45	12	336
المجموع	17	85	74	78	75	80	61	19	489

جدول (6 - 3)

هرم الأعمار في 31- 12- 2006 .



شكل (6 - 1)



6- الإمكانيات المادية للمؤسسة :

إنّ الإمكانيّات المادية لمؤسسة "*ALZINC*" تتمثل أساسا في رأس مالها و الذي يقدّر بـ 855 مليون دج.

7- **الإمكانيات التقنية:** يمكن تلخيصها في الجدول التالي:

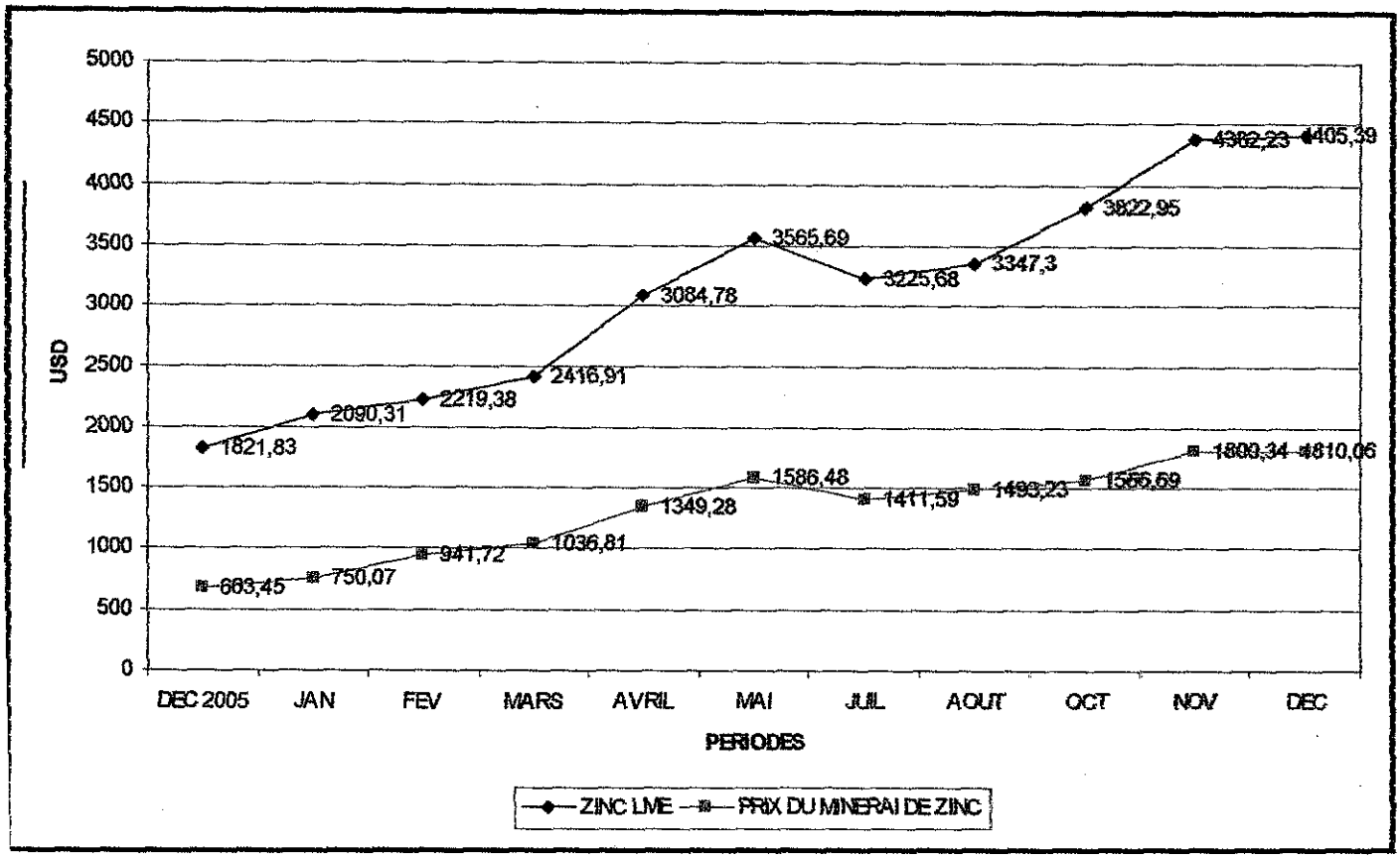
الإمكانيات التقنية	العدد
فرن تنقية المعادن Four de grillage	01
فرن التذويب Four de refonte	02
فرن كرديوم Four cardium	01
تجهيز التحليل الكهربائي Installation d'électrolyse	02
آلة لتحلية مياه البحر Appareil de d'étalement d'eau mer	01
عربة لحمل الأثقال Chariot élévateur	05
حافلة Bus	01
سيارة للخدمة Voiture de service	04
شاحنة 15 طن Camion 15T	03
مجرفة Pelle chargeur	02
رافعة Grues	03

جدول (6 - 4)

المبحث الثاني: الإنتاج و التوزيع في المؤسسة:

المطلب الأول: الإنتاج في المؤسسة :

تعتمد المؤسسة للزنك "ALZINC " في عملها أو إنتاجها على مادة أوليّة نادرة في الوطن و بالتالي تقوم باستيرادها من الخارج , تعتبر هذه المادة باهضة الثمن يتحدّد سعرها من خلال البورصة , و يؤثر سعرها بالدّرجة الأولى على تكاليف الإنتاج.
المنحنى التالي يبين مدى تأثير سعر المادة الأوليّة " Mènerai de zinc " على سعر الزنك.



منحنى (2 - 1)

يتم استيراد هذه المادة الأوليّة من شركة إسبانيّة "*Glencore*" كانت تتعامل معها بالمقايضة , كانت تقايض حجم الزنك المنتج بكمية المادة الأوليّة المستوردة فكانت تأخذ المادة المنتجة بنسبة 60%.

1- منتوجات ALZINC :

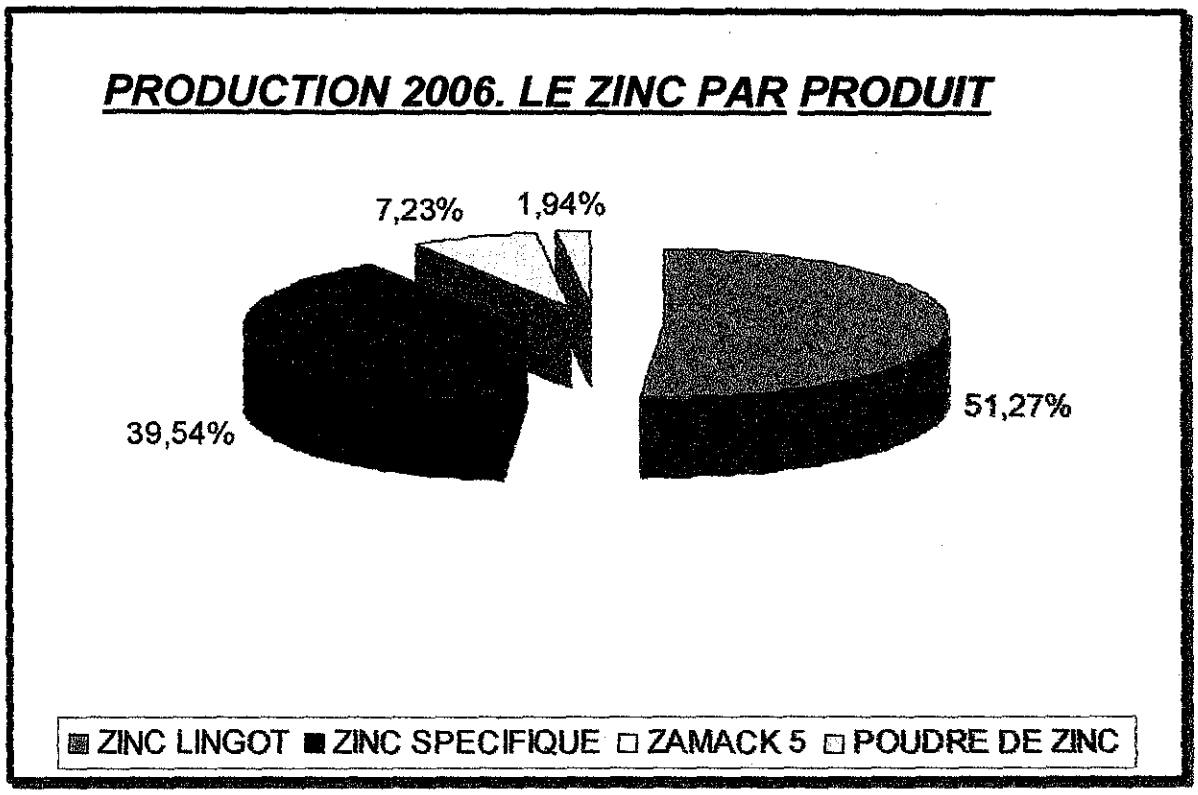
أهم المنتوجات هي الزنك و مشتقاته:

* الزّماك Zemak
* قواريس الزنك Zinc lingot
* مسحوق الزنك Poudre de zinc
* الزنك الخاصّ Zinc spécifique

إضافة إلى منتوجات أخرى تنتج نتيجة تحليل المادّة الأوليّة و هي :

* الحامض الكبريتي Acide sulfurique
* النحاس Cuivre cathode

القدرة الإنتاجيّة للزنك و مشتقاته تقدّر بـ 36850 طن سنويّا.
بلغ الإنتاج سنة 2006 حوالي 30000 طن و تتمثل في الزنك و مشتقاته و الشكل التّالي يبيّن نسب كلّ منتوج :



شكل (6 - 2)

2- الطريقة الإنتاجية :

أ* التكسّد :

يتمّ أكسدة المعدن داخل الفرن في مجرى التذويب , تحت درجة 950م° و ذلك حسب المعادلة التالية :

$$Zns + 3/2O_2 \longrightarrow Zns + So_2 + AH$$

فينتج عن هذه الأكسدة : أكسيد الزنك Zns

غاز ثاني أكسيد الكبريت So_2.

يحوّل غاز ثاني أكسيد الكبريت بعد التطهير إلى مركب أندريد كبريت (So_3) ثم إلى حامض الكبريتيك H_2So_4 .

تنطلق الغازات الباقية في نهاية السلسلة التجهيزيّة للمشعل عبر المدخنة و تركيبها الكيماوي هو : N_2 : 92 %

D_2 : 7 %

So_2 : 0.156 %

ب * تأشين – تطهير:

يجعل الزنك المحصّل عليه في حالة انحلال في حامض كبريتي مخفف , تهدف هذه المرحلة إلى جعل الزنك في انحلال أقصى و المشتمل عليه أكسيد الزّنك Zno ينتج عن هذه المرحلة راسب صلب (يتم القضاء على الجوامد عن طريق الترسيب) من أجل تسهيل رسوب على مستوى كهرو تحليل فإنّ المحلول يجب أن يمرّ عن طريق التطهير يتمّ التحليل الكهربائي للزنك أو ما يسمىّ "بالكهرو تحليل"عن طريق بعث هذا المحلول نحو خلايا كهرو تحليل , و هذا بعد التبريد , تحت تأثيرا لكهرباء يترسّب الزنك على المهابط حيث يتم تقشيره أو إزالته.

جـ * التذويب :

إنّ صفائح الزّنك أو الرقاقات المهبطيّة المحصّل عليها يتم إعادة تذويبها في فرنين على مستوى المشغل، ثم يمرّر هذا الزنك المذاب عبر المسبك ,حيث نحصل على سبائك زنكيّة و خلائط و التي تعتبر المنتوج النهائي للمؤسسّة.

ملاحظة : يتم استخلاص النحاس من الرواسب الناتجة عن التطهير (المرحلة الثانية) عن طريق تحليلها إلى محاليل حتىّ يتم التوصل إلى النحاس في النهاية.

لا يعتبر النحاس و كذا الحامض الكبريتي كمنتوج رئيسي للمؤسسّة و إنّما تحصل عليها نتيجة تحليل المادّة الأوّليّة " Mènerai de zinc ".

3- أهـمّ الإستثمـارات المنجـزة للتقـليـل من الأضـرار :

يعتبـر هذا المصنـع خطـرا حقيقيّـا على البيئـة و المحيـط نظـرا للنفـايات التي تصـب في البحـر من جهـة, إضـافـة إلى الغـازات السامّـة التي تنطلـق نتيجـة تحليـل المـادّة الأوّليّـة فنجـد أنّ سكـان المنطقـة يشكون من هذا التلـوّث و ليس السكان فحسب و إنّمـا تضـرّرت منـه الأسمـاك أيضا حيث لـوحظ انخفاض كبيـر في كميّـة الأسمـاك في السنوات الأخيرة.

ولهذا قـامت "*ALZINC*" بعدّة استثمارات محـاولة التخفيـض أو التقليل من هذه الأضـرار التي تهـدّد أهل أو سكـان المنطقـة و تتمثل هذه الجهود في :

أ – محطّـة تنقيّـة المياه الملوّثـة : أو عمليّـة تعديل السوائـل المطـروحـة.

أنجـزت هذه المحطّـة سنـة 1980، تهـدف إلى تنقيّـة السوائـل المطـروحـة و التي تمثـل نفـايات العمليّـة الإنتاجية، التي تصّب في البحـر حتىّ لا تشكـل خطـورة عليـه.

ب- تحليّـة ميـاه البحـر :

واجهـت مؤسسّـة "*ALZINC*" عدّة صعوبات في الحصـول على الماء الصّـالح، حيث عـرفت العمليّـة الإنتـاجيـة عدّة أزمـات نظـر للإنقطاعـات المائيّـة و توقفـات في التمـوين بالمـاء الصـالح , فـأثّـر هذا في السّيـر الحسـن للإنتـاج , كمـا أصبـح مصـدر للتلـوّث , فقـامت المؤسسّـة سنـة 1994 بإنجـاز وحـدة لتحليّـة ميـاه البحـر بسعـة 2000 م³/ي , وكلّفهـا حـوالي 129 مليـون دج .

جـ- اقتناء بـرج الإمتصـاص و بـرج لتجفيـف الغـازات :

عـرف البـرجيـن لامتصاص و تجفيـف الغـازات حـالة متقدّمة من التـآكل و الصـدأ , فأصبـح من الضـرورة تجديدهـا , للوصـول إلى تشغيـل جيّـد لمشغـل معالجـة الغـازات المطروحـة من مشغـل الحـامض الكبـريتي .

إنطلـق التشغيـل بهذيـن البـرجيـن بتـاريـخ 24 فيفـري 2002 , كلـف هذيـن البـرجيـن حـوالي 74 مليون دج.

د- معـالجـة الغـازات المطـروحـة:

تهـدف هـذه العمليّـة إلى التقليـل من نسبـة غـاز الكبـريت So_2 المتبقي في الغـازات المطروحـة فقامـت المؤسسّـة بـوضـع منشأة لمعـالجـة الغـازات عن طـريق التغسيـل بـرائق الكلس حيث أنّ:

الغـازات المطروحة في حـالة التشغيـل قبل التغسيـل تحتـوي على نسبـة 0,20 % من So_2

الغـازات المطروحة في حـالة التشغيل بعـد التغسيـل تحتـوي على نسبـة 0,02 % من So_2

هـ - حـوض تخـزيـن النفـايـات :

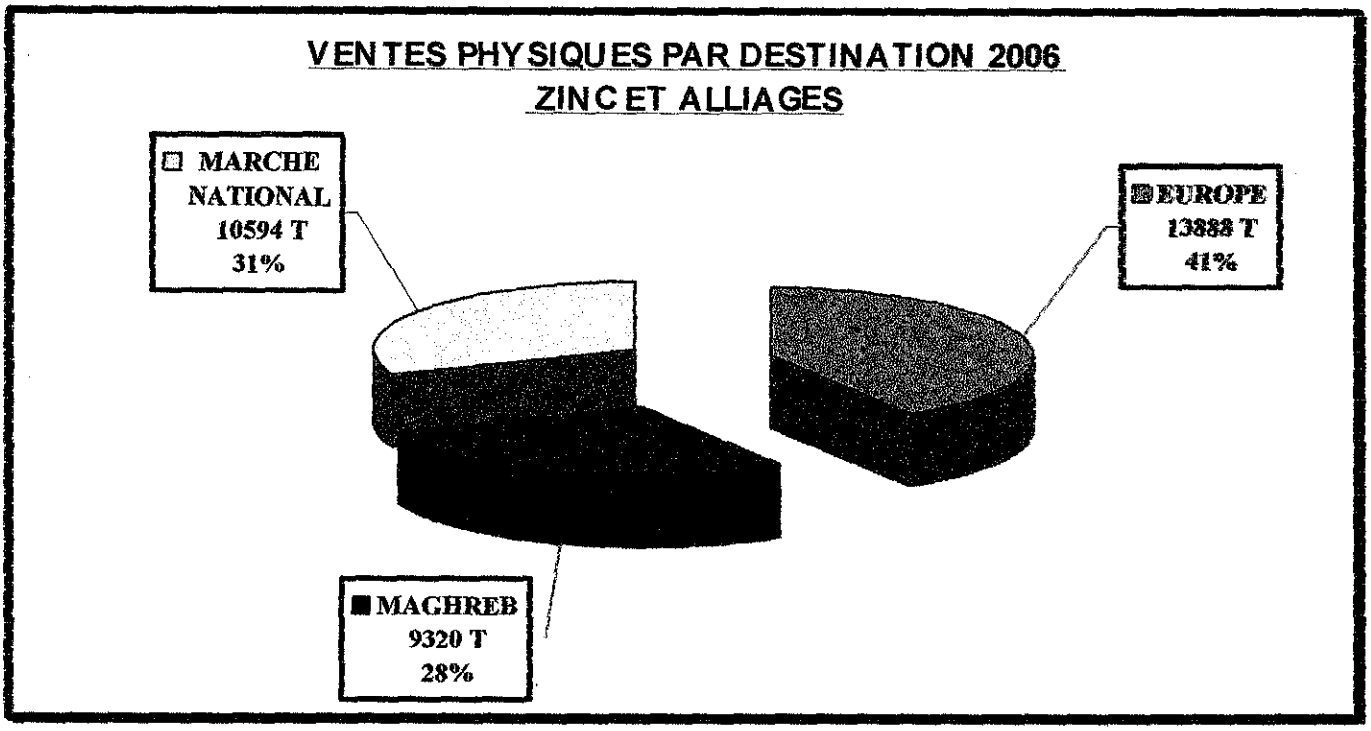
تطلـب الأمـر إنشـاء حـوض لتخـزين النفـايـات، و هـو مسلـك و مـراقب للرّواسـب الآتية من عمليّـة التـأشيـن أو التطهيـر. على الـرغـم من وجـود منطقـة تخـزين إلا أنّ امتلاءها من جهـة و كونهـا مطلّـة على المعمـل من جهـة أخـرى جعلهـا تشكـل خطـورة كبيـرة في حـالة انهيارها وسقـوطهـا إلى الأسفـل .

أجريت دراسة حول الآثار الناجمة عن هذا التخزين و آثاره على البيئة و المحيط ,و تم إنجاز هذا الحوض أو "مفرغة الرّواسب " طبقا لما تنصّ عليه الأحكام التنظيميّة و الموضوعيّة . بلغت تكلفة المفرغة: 70 مليون دج , و بدأ استغلالها خلال شهر جويليّة 2001.

و- إعادة التّأهيل لمشغلي التّأكسد و الحمض :

بعد التشخيص الذي أجري على مختلف تجهيزات إنتاج المصنع، توضّح وجود إختلالات في الأداءات يمكن ملاحظتها على أرض الواقع , خاصّة و هي :

- الآثار التي لا يمكن التغاضي عنها حول البيئة و المحيط.
- مردو دية المشاغل الإنتاجيّة .
- رداءة سير التشغيل لمصلحة التأكسد و الحمض نظرا لتآكل و قدم تجهيزاته فقامت "*ALZINC*" بإعادة تأهيل هذين المشغلين التي كلفتها 651 مليون دج , و كانت بداية الأشغال في 26 سبتمبر 2001 و استمرت إلى غاية 24 فيفري 2002.



المصدر : RAPPORT DE GESTION 2006 – ALZINC – Filiale Metanof p 23

شكل (6 - 3)

الشكل يوضّح أنّ المستهلك الأوّل أجنبي نسبة 41 % ، أي أنّ منتجات "*ALZINC*" موجهة للسوق العالميّة بنسبة 69 % ، و للسوق الوطنيّة بنسبة 31 % .
لهذا السبب ركزت "*ALZINC*" جهودها لوضع سياسة للتوزيع تتلاءم مع عملائها و التي تتمحور حول :

- إختيار المنتوج الأحسن لعرضه في السوق حتى يتجاوب مع التكنولوجيات الحديثة في العالم .
- وضع خطّة ملائمة للتوزيع تسمح بكسب وفاء الزبائن ، و تعتمد على النقاط التاليّة .
  - الطريقة الكيفيّة التي يتم بها الدفع .
  - تسهيل المعاملات .
  - السهر على دراسة حقيقة لمعادلة الجودة للمنتوج مقابل الأسعار .

2- الوسائل المستعملة في التوزيع :

تعتمد شركة الزنك "*ALZINC*" على التوزيع المباشر في إيصال منتجاتها إلى عملائها ولأي زبائنها من مختلف المناطق فإنّها تعتمد الوسائل التاليّة :

- الباخرات (السفن) : تعتمد في التوزيع البحري على الباخرات التي تربطها مع مختلف زبائنها الأجانب خاصة الأوروبيّين ، من الأمثلة عن الباخرات التي تنقل المنتجات " DENIZKONAK " و هي باخرة إسبانيّة تابعة لشركة " GLENCORE " و هي أهمّ الشركات التي تتعامل معها "*ALZINC*" .

- الشاحنات : تستعمل للتوزيع الوطني غالبا أي داخل الوطن،وتوصل مختلف الشركات الوطنيّة المتعاقدة مع "*ALZINC*" بطلباتها .

تستعمل الشاحنات أيضا لإيصال المنتوجات من الزنك و مشتقاته إلى الميناء لتصديرها.

- القطار : تلجأ "*ALZINC*" إلى هذه الوسيلة لتوزيع منتجاتها داخل الوطن مثل عنابة ،... و في بعض الأحيان إلى الدول المجاورة كالمغرب و تونس.

3- مزايا عملية التوزيع في ALZINC:

من أهم المزايا التي يجب أن نذكرها في عملية التوزيع :

- الموقع الاستراتيجي : تتمركز مؤسسّة "Alzinc " في موقع استراتيجي مهم قريب من الميناء (ميناء الغزوات) ومن محطة القطار الأمر الذي سهل من عمليات التوزيع .

- الطلب المتزايد: تعرف "Alzinc " طلبا متزايدا على منتجاتها، الأمر الذي أدّى أن يفوق الطلب على العرض، خصوصا باعتبارها الشركة الوحيدة في الجزائر بل في شمال أفريقيا. رغم أنّ مسألة الطلب يفوق العرض تعتبر كعائق لـ "Alzinc " إلا أنّه يمكن باعتبارها كميزة مكنت المؤسسّة من فرض شروطها في عملية التوزيع والمتمثل في أنّ كلّ تكاليف التوزيع تقع على عاتق المؤسسة المتعاملة معها.

تتحّمل "Alzinc " تكاليف أخرى تسمى " تكاليف التحميل "

ويقصد بتكاليف التحميل " تحميل السلع على البواخر" يتم التعامل وفق عقود تحدّد فترة التحميل، وإذا تجاوزت المؤسسة هذه الفترة تؤدّي إلى تعطل إنطلاق الباخرة وتتحمل هذه التكاليف "Alzinc" ،وتكتب كل هذه التفاصيل في ما يسمى "lay days. statements" وفي حالة ما إذا أكملت "Alzinc " عملية التحميل قبل الفترة المحدّدة تحقق عوائد تدفعها لها الشركة التي تشتري منها . وهذا ما تسعى إليه دائما "Alzinc ".

4- أهمّ الشركات المتعاملة مع مؤسسّة ALZINC:

أوّلا : السوق الخارجيّة :

1- شركات إسبانيّة : أهمّها شركة Glencore التي تعتبر من الشركات الأولى المتعاملة مع "Alzinc " ، كانت تتعامل معها في البداية بالمقايضة ، فتمدّها Alzinc بالمنتوجات مقابل المادة الأوليّة " Minerai " ، لكن بعد فشل المقايضة و معرفة ما تفوضه من قيود تم إلغاء العمل بها. فأصبحت شركة " Alzinc " تشتري المادّة الأوليّة من شركة " GLENCORE " و تبيعها منتوجاتها. وبما أنّها من أهم المتعامل فهي تأخذ أكبر نسبة من المنتوجات و تبرم معها عقود لمدّة سنة فمثلا سنة 2007 كان العقد بينهما من 1 فيفري 2007 إلى 31 ديسمبر2007 ، على أن تمدّها بـ 12000 طن في هذه السنة ، بلغت المبيعات لسنة 2006 ،42 مليار دولار إضافة إلى شركات أخرى مثل شركة " GALVANIZADOS " ، التي بلغت المبيعات لهذه الشركة 1.1 مليار دولار.

2- شركات مغربيّة : أهمها " Maghreeb Steel / Atlas cit " ، بلغت المبيعات لها حوالي 34.3 مليار دولار وهي تحتل المرتبة الثانيّة بعد شركة " GLENCORE " .

إضافة إلى شركات أخرى عديدة ، بلجيكيّة، تونسيّة وإيطاليّة...، لكن بنسب صغيرة

ثانيا : السوق الوطنيّة :

1 - شركة "M.I.T.T.A.L STEEL " عنابة : بلغت المبيعات لهذه الشركة سنة 2006 حوالي 1459 مليار دينار.

2 - شركة " BATICIM " رويبة .

3 - شركة " ABDESSELEM Sidi Ali " بليدة .

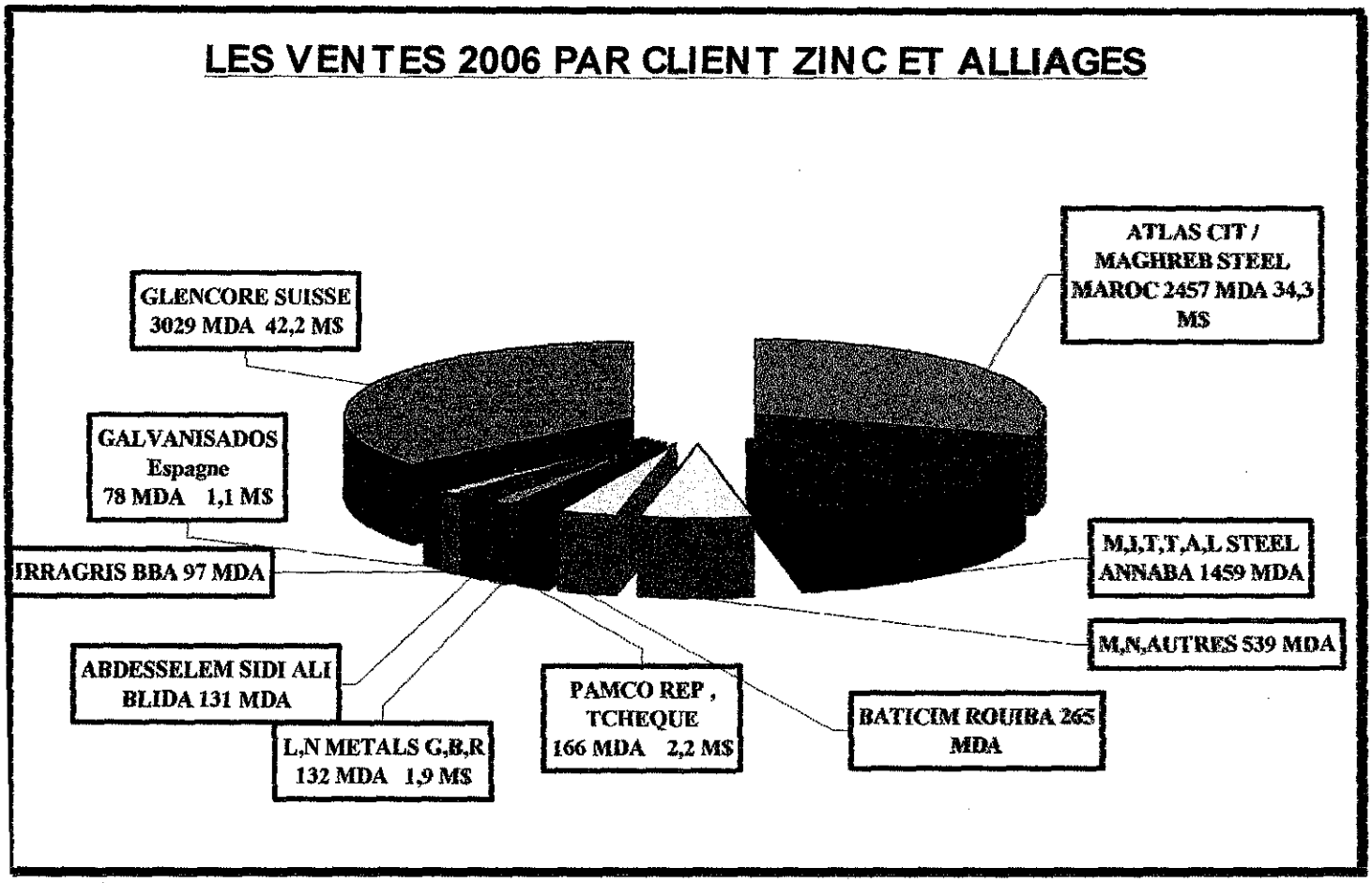
4 - شركة " IRRAGRIS " .

5 - شركات للأنابيب (برج بوعريريج ، تبسة ، رغاية ،..)

إضافة إلى عدّة شركات أخرى .

يبقى الطلب على منتجات "Alzinc " في الإرتفاع المستمر سواء في السوق الوطنيّة أو السوق الخارجيّة ، بلغت المبيعات في السوق الوطنيّة حوالي 31 % لسنة 2006 ، والباقي أي ما يعادل 69 % موجّه للسوق الخارجيّة .

الشكل التالي يوضح مبيعات شركة "Alzinc " لسنة 2006 من الزنك و نسبة كلّ شركة من المبيعات.



شكل (6 - 4)

المبحث الثالث:

استخدام نموذج البرمجة بالأهداف كأسلوب رياضي للوصول إلى المثولية:

أولا: الهدف من الدراسة :

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تطبيق النتائج المتوصّل إليها في الدراسة النظريّة المتمثلة في « البرمجة بالأهداف هو الأسلوب الأنجح والأهمّ لحلّ المشاكل القراريّة المتعدّدة الأهداف » وبالتالي فالهدف تطبيق نموذج البرمجة بالأهداف كأسلوب رياضي مساعد لحلّ مشكل قراري كمّي على مستوى شركة التحليل الكهربائي للزنك "Alzinc "، يتعلق بميدان الانتاج والتوزيع، يتمثل في التخطيط الإنتاجي للمدى المتوسط، ، يغطي فترة إنتاجيّة تخطيطيّة لمدّة سنة كاملة بعد أن تمّ التطرق إلى كل من عمليتي الإنتاج والتوزيع في المؤسسّة "Alzinc "، إنطلاقا من المعلومات والمعطيات التي تم تزويدنا بها من مديريّة الشركة ، و المتمثلة في :
عدد العمال ، الإمكانيّات الماديّة ، الإمكانيّات التقنيّة ، أهمّ المنتوجات في الشركة، الطريقة الإنتاجيّة، طرق التوزيع، أهمّ العملاء، ... إضافة إلى عدّة معطيات أخرى تساعد في إعداد الخطة الإنتاجيّة، إعتبارا لتحقيق عدة أهداف ذات طبيعة نقديّة، زمنيّة ، تؤخذ كلها دفعة واحدة وبنفس الأهميّة.

ومضمون الخطة يقتصر على تحديد الكميّات الواجب إنتاجها من منتوجات الشركة، وذلك تحت مجموعة من القيود تتمثل في الإمكانيّات المتاحة، للوصول إلى أفضل النتائج (تقليل التكاليف) وتتمثل أساسا في:
- الإستغلال الأفضل للطاقات الإنتاجيّة المتاحة والمحدودة.
- تلبية طلبات السوق .
- التحقيق الأحسن للأداء على مستوى مختلف الأهداف المحدّدة .
لتطبيق نموذج البرمجة بالأهداف على هذه المسألة لابدّ من إعطائها صياغة رياضيّة جبريّة على شكل نموذج البرمجة بالأهداف الخطي المعياري ، حتى نتمكن من حلها باستخدام برنامج الإعلام الآلي "Lindo"، الذي يمكننا من الوصول إلى الحلول المناسبة لهذه المسألة.

ثانيا: الأهداف التي تسعى ALZINC لتحقيقها من خلال الخطّة الإنتاجيّة:

تتمثل أهمّ الأهداف التي تسعى "*ALZINC*" للوصول إليها، والتي تؤخذ كلها دفعة واحدة وبنفس الأهمية في :
الهدف الأول : تحقيق مستوى إنتاج كلّي سنوي يبلغ على الأقلّ 36850 طن .
الهدف الثاني : تخفيض تكاليف المستخدمين .
الهدف الثالث : تخفيض تكلفة الإنتاج السّنوي تبلغ على الأكثر 7200 مليون دج .
الهدف الرابع : تقليص ساعات العمل اللازمة لتحميل السلع المصدّرة و بالتالي تحقيق أكبر عائد .

ثالثا: صياغة المسألة على شكل نموذج البرمجة بالأهداف :

نحاول إعطاء المسألة صياغة رياضية جبريّة على شكل نموذج البرمجة بالأهداف في شكله الخطي المعياري:

أ* تحديد متغيّرات القرار للنموذج الرياضي:

عند دراستنا لشركة "*ALZINC*" عرفنا أهم منتوجاتها لكن تبيّن لنا أنّها تركّز في نشاطها على الزنك ومشتقاته مهملة المنتوجات الأخرى كالنحاس، الحامض الكبريتي التي تحصل عليها فقط نتيجة تحليل المادة الأوليّة.

بما أنّ كلا من الزنك ومشتقاته والمتمثلة أساسا في « الزّماك ، قواريس الزنك ، مسحوق الزنك ، الزنك الخاص » تمرّ بنفس المراحل الانتاجيّة كما ذكرنا سابقا فإنّ "*ALZINC*" تعتبرها كمنتوج واحد في دراساتها وحساباتها في مختلف التكاليف "Rapport de Gestion" انطلاقا من هذا المبدأ نعتبر في دراستنا أنّ لـ "*ALZINC*" منتوجا واحد نظرا لعدم توفّر المعلومات الخاصّة بكلّ منتوج على حدى .

Zinc et alliages ⟸ { Zinc ligot, Zinc spécifique, Poudre de zinc, Zamak }

نركّز في دراستنا على منتوج واحد هو "Zinc"

وبالتالي فالمتغيّرات التي تكون موضوع البحث هي :

X_i : الكميّة المنتجة من المنتوج "Zinc" خلال الفصل i حيث :

i : رقم استدلالي يشير إلى الفصل .

$i = 1,\ldots,4$

X_1 : الكميّة المنتجة خلال الفصل الأوّل .

X_2 : الكميّة المنتجة خلال الفصل الثاني .

X_3 : الكميّة المنتجة خلال الفصل الثالث .

X_4 : الكميّة المنتجة خلال الفصل الرّابع .

ب * قيود الموارد المتاحة :

1 – إستهلاك الطاقة " Energie "

تعتمد " Alzinc " في العمليّة الانتاجيّة على التحليل الكهربائي ، الذي يستهلك الطاقة بكميّة كبيرة . تسعى للتقليص من كميّة الطاقة المستعملة خاصّة السعر الوحدي للكهرباء ارتفع في السّنوات الأخيرة فنجد أنّه :

في سنة 2004 كان السعر 1,65 KWh / DA

2005 أصبح السعر 1,84 KWh / DA

2006 نجد أنّ السعر هو 2,07 KWh / DA

الطاقة المتاحة هي 160 000 000 كيلواط ساعي .

تكاليف الطاقة (الكهرباء) هي : 160 000 000 × 2,07 = 331,2 مليون دج

وهي موزّعة على الفصول كما يلي :

الفصل الأوّل : يتطلب مقدار 3315 كيلواط ساعي لانتاج 1 طن من المنتوج

$$3315 \times 2,07 = 6862,05$$

الفصل الثاني : يتطلب 3490 كيلواط ساعي لإنتاج 1 طن

$$3490 \times 2,07 = 7224,3$$

الفصل الثالث : يتطلب 3880 كيلواط ساعي لإنتاج 1 طن من الزنك .

$$3880 \times 2,07 = 8031,6$$

الفصل الرابع : يتطلب 3493 كيلواط ساعي لإنتاج 1 طن من الزنك .

$$3493 \times 2,07 = 7230,51$$

يرجع هذا التفاوت في إستهلاك الطاقة من فصل لآخر إلى نوعيّة المادة الأولية المستوردة والتي يتم اكسدتها في الفرن .

يصبح قيد الطاقة بعد هذه المعطيات كما يلي:

$$6862,05X_1 + 7224,3X_2 + 8031,6X_3 + 7230,51X_4 \leq 331200\,000$$

2 – إستهلاك المادّة الأوليّة " Ménerai "

من أهم العوائق التي تواجه هذه المؤسسّة هو التبعيّة في التموين بالمادّة الأوليّة ، التي يتم إستيرادها من الخارج ،فمؤسسة"Alzinc " مجبرة على الشراء من نفس الممول مهما كانت نوعية المادة الأوليّة ، مهما كان سعرها (السعر محدّد بالبورصة).

الكميّات المتاحة من المادة الأوليّة هي :

20038 طن للفصل الأوّل .

20784 طن للفصل الثاني

12547 طن للفصل الثالث

19371 طن للفصل الرّابع

تختلف هذه المادّة الأوليّة من حيث نوعيتها التي تتمثل في مدى احتوائها على الزنك .

وتمثل النسب التالية نسب احتواء المادّة الأوليّة لكلّ فصل على مادة الزنك .

الفصل الأوّل : 55,73 %

الفصل الثاني : 55,90 %

الفصل الثالث : 55,82 %

الفصل الرابع : 56,24 %

تتميّز المادّة الأوليّة المستعملة لسنة 2006 بالردّاءة وعدم احتوائها على مادة الزنك بنسب كبيرة لكن لا يوجد أمام المؤسسة أي خيار آخر ، فهي مقيّدة بعقود .

إنطلاقا من هذه المعطيات يمكن صياغة القيود التالية :

$$1,8\ X_1 \leq 20038$$

$$1,78\ X_2 \leq 20784$$

$$1,79\ X_3 \leq 12547$$

$$1,77\ X_4 \leq 19371$$

تمثل 1,8 الكميّة اللازمة من المادة الأولية "Mènerai de zinc " لإنتاج 1 طن من الزنك ويتم حسابها كما يلي : تعطينا

1 طن من المادة الأوليّة ⟵ 0,5573 طن من الزنك

Z ⟵ 1 طن من الزنك

$$Z = \frac{1 \times 1}{0.5573} = 1,8$$

وبنفس الطريقة نحسب القيم المتبقيّة:

1,78 طن هي الكميّة اللازمة من المادة الأولية في الفصل الثاني لإنتاج 1 طن من الزنك

1,79 طن هي الكميّة اللازمة من المادة الأولية في الفصل الثالث لإنتاج 1 طن من الزنك

1,77 طن هي الكميّة اللازمة من المادة الأولية في الفصل الرابع لإنتاج 1 طن من الزنك

3 – طحين الزنك "Poudre de Zinc "

تتطلب العملية الإنتاجيّة إضافة ما يسمّى بطحين الزّنك .

الكميّات المتاحة من هذا الطحين حسب الفصول هي كما يلي :

642 طن للفصل الأوّل

621 طن للفصل الثاني

558 طن للفصل الثالث

761 طن للفصل الرابع

الكميّات اللازمة إضافتها لإنتاج 1 طن من المنتوج "Zinc " حسب كلّ فصل هي :

67 كلغ للفصل الأوّل

69 كلغ للفصل الثاني

132 كلغ للفصل الثالث

76 كلغ للفصل الرّابع

يمكن صياغة القيود المتعلقة بطحين الزنك كما يلي :

$67\ X_1 \leq 642\ 000$

$69\ X_2 \leq 321\ 000$

$132\ X_3 \leq 558\ 000$

$76\ X_4 \leq 761\ 000$

جـ *قيود الأهداف :

* الهدف الأوّل : هو الهدف الكمّي المتعلق بمستوى الإنتاج الكلّي السّنوي الواجب تحقيقه يتم صياغة قيد هذا الهدف بالشكل التالي :

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 36850$$

تمثل القيمة 36850 طن مستوى الطموح من الإنتاج الذي تسعى المؤسسة لتحقيقه .

* الهدف الثاني : هو الهدف النقدي المتعلق بتكاليف المستخدمين .
يكتب القيد المتعلق بالهدف على الشكل التالي:

$$9530X_1 + 8553X_2 + 7086X_3 + 6500X_4 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 300\,000\,000$$

- مستوى الطموح للهدف :
تمثل القيمة 300 مليون دج مستوى الطموح المحدد لتكاليف المستخدمين في المؤسسة خلال سنة كاملة .

- معاملات متغيرات القرار:
تمثل المعاملات : 9530 ، 8553 ، 7086 ، 6500 تكاليف اليد العاملة لإنتاج 1 طن من الزنك حيث :
9530 : تمثل تكلفة المستخدمين لإنتاج 1 طن من المنتوج في الفصل الأول
8553 : تمثل تكلفة المستخدمين لإنتاج 1 طن من المنتوج في الفصل الثاني
7086 : تمثل تكلفة المستخدمين لإنتاج 1 طن من المنتوج في الفصل الثالث
6500 : تمثل تكلفة المستخدمين لإنتاج 1 طن من المنتوج في الفصل الرابع

ملاحظة:
يرجع هذا الانخفاض في تكاليف المستخدمين إلى سياسة الشركة للتخفيض منها عن طريق التقليص في عدد العمال حيث ينخفض عددهم من جانفي 2006 البالغ 510 إلى 489 في نهاية 2006

* الهدف الثالث : هو الهدف النقدي المتعلق بتكلفة الانتاج السنوية

$$161500X_1 + 235797X_2 + 330206X_3 + 283296X_4 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 7200\,000\,000$$

- مستوى الطموح للهدف :
تمثل القيمة 7200 مليون دج مستوى الطموح المحدّد لتكلفة الإنتاج الواجب تحقيقها من إنتاج الزنك ومشتقاته خلال سنة كاملة.

- معاملات متغيرات القرار:
تمثل كلّ من المعاملات 161500 ، 235797 ، 330206 ، 283296 على التوالي التكلفة الوحدية للإنتاج خلال كل فصل من الفصول الأربعة للسنة الإنتاجيّة.

* الهدف الرابع :
هو الهدف النقدي المتعلق بتقليص ساعات العمل اللازمة لتحميل السّلع على ظهر السّفن يتم صياغة قيد هذا الهدف من الشكل :

$$0.9X_1 + 0.88X_2 + 0.87X_3 + 0.92X_4 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 21000$$

- مستوى الطموح للهدف :
تمثل القيمة 21000 مستوى الطموح الذي تسعى "ALZINC " للوصول إليه من خلال تقليص ساعات العمل اللازمة لتحميل السّلع .
يتم حسابه كما يلي :
يتم تحميل السّلع الموّجهة للسوق الخارجيّة غالبا و هي تبلغ 24000 طن سنويّا .
حسب الإتفاقيات و المعاهدات التي تبرمها "*ALZINC*" مع عملائها فإنّ طاقة التحميل هي 1000 طن في اليوم الواحد .

الهدف الذي تريد المؤسسة الوصول إليه هو تحميل أكثر من 1000 طن في اليوم .
حيث كلما أسرعت في عمليّة التحميل بأقصر مدّة زمنيّة ممكنة كلما زاد ربحها حيث أنّ الفائض في الوقت و ليكن λ ، يضرب في عمولة تحدّد حسب الإتفاقية بين الشركتين (المصدّرة ، المستوردة) و هي في الغالب 1500 دولار أمريكي ليوم الواحد .
و بالتالي كلما كان التحميل بأقصر مدّة زمنيّة كلما كانت الربح عن التحميل أكبر .
و تسمّى القيمة $1500 \times \lambda$ " Dispatche Money "

باستغلال الشركة قدراتها في التحميل للسلع بالشكل الجيّد تستطيع تحميل أكثر من 2400 طن في اليوم بلغت طاقات التحميل لكلّ فصل كالآتي :

2500 طن في اليوم في الفصل الأوّل .
2450 طن في اليوم في الفصل الثاني .
2400 طن في اليوم في الفصل الثالث .
2600 طن في اليوم في الفصل الرّابع .

$$\text{المعدّل السنوي لطاقة التحميل} = \frac{2600 + 2400 + 2500 + 2450}{4} = 2487.5 \text{ طن/اليوم}$$

$$\text{حساب الوقت اللازم لتحميل } 24000 \text{ طن} = \frac{24000}{1000} = 24 \text{ يوم .}$$

$$\text{حساب الوقت المستغرق فعلا لتحميل } 24000 \text{ طن} = \frac{24000}{2487.5} = 10 \text{ أيّام .}$$

الفارق الزمني = 24 – 10 = 14 يوم .
الربح الناتج عن الفارق الزمني = 14 × 1500 = 21000 دولار أمريكي .

- معاملات متغيّرات القرار :

- القيمة 0.9 هي الناتج عن التحميل في الفصل الأوّل .
الوقت اللازم لتحميل 1000 طن هو يوم واحد و بالتالي 1 طن يلزمها 0.001 يوم لتحميلها .
لكن الوقت المستغرق فعلا هو 2500 طن تحمّل في يوم واحد ، أي يلزم 0.0004 يوم لتحميل 1 طن في الفصل الأوّل .
الوقت المتبقي أو الفائض = 0.001 – 0.0004 = 0.0006 يوم
الربح الناتج عن الفارق الزمني = 0.0006 × 1500 = 0.9 دولار أمريكي .

- القيمة 0.88 هي الربح الناتج عن الفارق الزمني للتحميل في الفصل الثاني و تحسب بنفس الطريقة .

2450 طن ← يوم واحد
1 طن ← 0.000408 يوم
الوقت أو الفارق الزمني = 0.001 – 0.000408 = 0.00059 يوم .
الربح الناتج عن الفارق الزمني = 0.00059 × 1500 = 0.88 دولار أمريكي .

- القيمة 0.87 هي الربح الناتج عن الفارق الزمني للتحميل في الفصل الثالث

2400 طن ← يوم واحد
1 طن ← 0.00041 يوم
الفارق الزمني = 0.001 – 0.00041 = 0.00058 يوم .
الربح الناتج عن الفارق الزمني = 0.00058 × 1500 = 0.87 $
- القيمة 0.92 هي الربح الناتج عن الفارق الزمني في التحميل في الفصل الرابع.

2600 طن ← يوم واحد
1 طن ← 0.00038 يوم
الفارق الزمني = 0.001 – 0.00038 = 0.00061 يوم .

الربح الناتج عن الفارق الزمني = 0.00061 × 1500 = 0.92 $.

* الانحرافات في قيود الأهداف: و تتمثل في .

- الهدف الأول :

δ_1^+ : الانحراف الموجب عن مستوى الطموح للهدف الأول (الإنتاج الكلي السنوي) و الموافق لحالات تجاوز الإنتاج الكلي المراد تحقيقه خلال السنة .

δ_1^- : الانحراف السالب عن مستوى الطموح للهدف الأول (الإنتاج الكلي) و الموافق لحالات تحقيق إنتاج كلي أقلّ من الهدف المراد تحقيقه.

- الهدف الثاني:

δ_2^+ : الانحراف الموجب عن مستوى الطموح(تكاليف المستخدمين) و الموافق لتجاوز التكلفة الخاصّة بالمستخدمين عن المستوى المحدّد و المراد عدم تجاوزه خلال السنة.

δ_2^- : الانحراف السالب عن مستوى الطموح (تكاليف العمال) و الموافق لتحقيق تكلفة العمال أقلّ من التكلفة المقرّرة.

- الهدف الثالث :

δ_3^+ : الانحراف الموجب عن مستوى الطموح(تكلفة الإنتاج الكليّة) و التي توافق التجاوز عن التكلفة الكليّة للإنتاج عن المستوى المطلوب .

δ_3^- : الانحراف السالب عن مستوى الطموح (تكلفة الإنتاج الكليّة) و التي توافق تكلفة إنتاج أقلّ من المستوى المطلوب.

- الهدف الرابع:

δ_4^+ : الانحراف الموجب عن مستوى الطموح(أكبر عائد عن الفارق زمني) و التي توافق تجاوز القيمة للعائد المراد تحقيقها .

δ_4^- : الانحراف السالب عن مستوى الطموح (عائد الفارق الزمني للتحميل) و التي توافق تحقيق عائد أقلّ من القيمة المراد تحقيقها.

- قيود عدم السلبيّة :

تشمل على القيد التالي:

$$X_i \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,4)$$

- دالة الهدف للنموذج الرياضي :

$$\text{Min } Z = \delta_1^- + \delta_2^+ + \delta_3^+ + \delta_4^+$$

حيث :

δ_1^- : يمثل الانحراف غير المرغوب فيه عن مستوى طموح الهدف الأوّل أي تجنب أيّ نقصان في مستوى الإنتاج السنوي الكلّي لسنة 2006 .

δ_2^+ : يمثل الانحراف غير المرغوب فيه عن مستوى الطموح للهدف الثاني أي تجنب أيّ تكلفة للعمال تفوق مستوى الطموح المحدّد ، و العمل على تدنيّته إن وجد أي طريقة.

δ_3^+ : يمثل الانحراف غير المرغوب فيه عن مستوى الطموح للهدف الثالث أي تجنب أيّ تكلفة إنتاج تفوق مستوى الطموح المحدّد لتكلفة الإنتاج الكلّي .

δ_4^+ : يمثل الانحراف غير المرغوب فيه عن مستوى الطموح للهدف الرابع أي تجنب أيّ نقصان في العائد من فارق الزمني في تحميل المنتجات في الميناء .

رابعا: الصياغة الرياضيّة للنموذج الرياضي على شكل البرمجة بالأهداف:

نستعمل طريقة توحيد وحدات القياس [1] باستخدام الإنحرافات النسبيّة نحصل على النموذج التالي :

$$\text{Min } Z = \frac{\delta_1^-}{36850} + \frac{\delta_2^+}{300000000} + \frac{\delta_3^+}{7200000000} + \frac{\delta_4^+}{21000}$$

Subject to :

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \delta_1^- - \delta_1^+ = 36850$$

$$9530X_1 + 8553X_2 + 7086X_3 + 6500X_4 + \delta_2^- - \delta_2^+ = 300000000$$

$$161500X_1 + 235797X_2 + 330206X_3 + 283296X_4 + \delta_3^- - \delta_3^+ = 7200000000$$

$$0.9X_1 + 0.88X_2 + 0.87X_3 + 0.92X_4 + \delta_4^- - \delta_4^+ = 21000$$

$$1.8X_1 \leq 20038$$

$$1.78X_2 \leq 20784$$

$$1.79X_3 \leq 12547$$

$$1.77X_4 \leq 19371$$

$$67X_1 \leq 642000$$

$$69X_2 \leq 621000$$

$$132X_3 \leq 558000$$

$$76X_4 \leq 761000$$

$$X_i \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,4)$$

$$\delta_i^+ \quad \delta_i^- \geq 0 \qquad (i = 1,\ldots,4)$$

[1] : طريقة التوحيد باستخدام الانحرافات النسبيّة (م.يلقدّم ، ح . موسلم) سنة 2005 .

لحلّ هذا النموذج نعتمد على برنامج Lindo ، نحصل على النتائج التاليّة :

متغيّرات القرار X	متغيّرات الإنحراف		دالة الهدف
$X_1 = 9582$	$N_1 = 6154$	$p_1 = 0$	$Z = 0.1669$
$X_2 = 9000$	$N_2 = 0.5173$	$p_2 = 0$	
$X_3 = 21000$	$N_3 = 0$	$p_3 = 0$	
$X_4 = 10013$	$N_4 = 0$	$p_4 = 6583$	

جدول (6 - 5)

من خلال النتائج المحصّل عليها يمكن استنتاج ما يلي :

- بالنسبة للهدف الأوّل تمّ تحقيقه بنسبة 83.23 % ، حيث تمكنت المؤسسّة من إنتاج 9582 طن في الفصل الأوّل ، 9000 طن في الفصل الثاني ، 2100 طن في الفصل الثالث ، 10013 طن في الفصل الرابع ، أي إنتاج 30695 طن في كامل السنة 2006 .
- بالنسبة للهدف الثاني تمّ تحقيقه بنسبة كبيرة جدّا لا حيث أن تكاليف العمال تحققت بنسبة أحسن من مستوى الطموح .
- بالنسبة للهدف الثالث تحقق 100 % ، التكلفة الكليّة للإنتاج السّنوي مساوية تماما لمستوى الطموح التي تسعى "*ALZINC*" عدم تجاوزها .
- بالنسبة للهدف الرّابع تحقق بنسبة كبيرة، لا يوجد أي نقصان في العائد من تحميل المنتوجات على الباخرات و السفن، و إنّما تحققت زيادة في العائد بقيمة 6583 دولار أمريكي.

خلاصة القسم التطبيقي :

من خلال دراسة حالة التي قمنا بها على مستوى مؤسسة التحليل الكهربائي للزنك "ALZINC " كان الهدف الأساسي منها طرح مشكل قراري كمّي ، يتعلق أساسا بمسألة الإنتاج و التوزيع ، حاولنا حلّها باستخدام نموذج البرمجة بالأهداف كوسيلة و بديل علمي ورياضي يسعى لتحقيق جملة من الأهداف جملة واحدة .
و حاولنا إعداد خطّة إنتاجيّة سنويّة موزعة عبر فترات تخطيطيّة مقسّمة إلى 04 فصول، تمكننا من تحديد أنسب الكميّات الواجب إنتاجها من منتوج الزنك خلال كلّ فصل، مع ضمان استخدام الأفضل للموارد المتاحة، و التحقيق الأهداف المراد الوصول إليها بأحسن مستوى.

لتحقيق كلّ هذا تمّ تحويل المعطيات المحصّل عليها من شركة "ALZINC " إلى نماذج رياضيّة على شكل نموذج البرمجة بالأهداف الخطي، للوصول إلى حلّ للمسألة المطروحة.
أهمّ المعطيات التي استخدمت في صياغة النموذج الرياضي، هي معطيات حول قيود الموارد المتاحة من طاقة "Energie " ، مادة أولية "Mènerai "، مواد أخرى ، ساعات العمل اللازمة لتحميل المنتجات .
المشكل الذي واجهناه عند القيام بهذه الدراسة هو عدم توفر المعلومات الكافية حول ما يتعلق بوظيفة التوزيع، باعتبار أن المؤسسة لا توليها أي اهتمام بما أن تكاليف التوزيع بمجملها تقع على عاتق الزبون، إضافة إلى نقص المعلومات اللازمة وذلك بحجة السرية، ضف إلى ذلك أن العملية الإنتاجية في وحدة ALZINCتمتاز ببعض التعقيد وتمر بعدة مراحل لم نتمكن من الحصول على معلومات بشأنها فمثلا المنتج النهائي لابد أن يمر بمخابر التحليل حتى تتأكد من جودته، ويكلف هذا المخبر مبالغ باهضة لكن لم نتمكن من الحصول على معلومات دقيقة عنه وصياغتها على شكل قيود.
كان غرضنا الأساسي تضمين أكبر قدر من المعلومات ضمن الصياغة الرياضية للنموذج من أهداف تتوق المؤسسة لتحقيقها وقيود الموارد التي تحد من تحقيق هذه الأهداف ثم تبسيط كتابة هذا النموذج لنتمكن من حله على برنامج الإعلام الآلي lindo والوصول إلى النتائج التي تبين مدى تحقيق الأهداف.
أثبتت النتائج التي تم التحصل عليها من حل النموذج الرياضي باستعمال برنامج lindo أن الأهداف قد تحققت بنسبة كبيرة جدا بل تعدت مستوى الطموح بالنسبة للأهداف الثاني،الثالث والرابع بينما الهدف الأول فقد تحقق بنسبة حوالي 83 % فقط، ويرجع هذا للقيود التي تحد من الوصول إلى مستوى الطموح في هذا الهدف وتتمثل أساسا في المادة الأولية.

الخـــــــــاتمة العـــــامة

إن القفزة التي عرفتها نظرية اتخاذ القرار والتي ترجع إلى تطوير جملة من الأساليب الرياضية المتنوعة، ساعدت إلى حد كبير المسيرين في مواجهة العديد من المسائل القرارية التسييرية الكمية على مستوى المؤسسات، أغلب هذه الأساليب تدخل ضمن بحوث العمليات، لأن هذه الأخيرة تهتم بكل أبعاد المسألة وذلك بالنظر إلى جميع العوامل بالمنظمة التي تؤثر على المسألة موضوع الدراسة.

تمكن بحوث العمليات من الوصول إلى الحل الأمثل وهو أفضل الحلول ولا يوجد أي بديل آخر يعطي نفس النتائج.

من ضمن أساليب بحوث العمليات التي انتهجناها في الوصول إلى الأمثلية في شبكة الإنتاج والتوزيع: أسلوب البرمجة الخطية الذي يعتبر أكثر الأدوات الكمية استخداما وشيوعا لأنها لا تحتاج إلى خلفية رياضية متخصصة، البرمجة الخطية لمتخذ القرار من النظر إلى المسائل الإدارية بشكل علمي وبمنظور يختلف عن الطريق التي كانت تعالج بها الأمور من قبل، نتج عنها تحقيق الشركات الاقتصادية لأرباح كبيرة وتجنبها لخسائر مكنتها من الاستمرار والاتساع وبالتالي تحسين الخدمات المقدمة للعملاء.

ما يؤخذ على هذا الأسلوب أنه يمكّن من تحقيق هدف واحد ضمن مجموعة من القيود المتمثلة في الموارد المتاحة.

وبالتالي لا يمكن الاعتماد على أسلوب البرمجة الخطية للوصول إلى المثولية في شبكة الإنتاج والتوزيع باعتبارهما هدفين سامين تسعى المؤسسة لتحقيقهما على أحسن مستوى، إلا عن طريق اعتبار التوزيع كقيد يقيد أو يحدد الكمية المنتجة وبالتالي لا تعتبر البرمجة الخطية الأسلوب الأمثل الذي يحقق المثولية في شبكة الإنتاج والتوزيع.

نظرية الشبكات وهي أهم النظريات ذات الفعالية في حل الكثير من المسائل الحقيقية التي تدرسها بحوث العمليات المستخدمة في الحياة العملية كمجالات التسيير الأمثل للموارد، نهدف للوصول إلى المثولية في الشبكة عن طريق عدة نظريات:

نظرية المسارات المثلى التي تسعى إلى البحث عن أمثل مسار يربط بين نقطتين محددتين من بين مجموعة من المسارات الممكنة في شبكة موجهة، قد يكون المسار الأمثل أقصر مسار إذا تعلق الأمر بالوقت الزمني، المسافة، التكاليف، أو أطول مسار إذا تعلق الأمر بالأرباح، وكل ما تسعى المؤسسة لتعظيمه وإيصاله إلى حده الأقصى.

نظرية التدفق الاعظمي وتستخدم أساسا في شبكات النقل والتوزيع وتسعى لتحقيق أكبر إرسال بين مجموعة من المنابع (المصادر) ومجموعة من المصبات المشكّلة للشبكة تحت قيود طاقة نقل الأقواس داخل هذه الشبكة.

نظرية الشجرة المثلى وتستخدم في الغالب في الإمدادات الطولية وذلك لتحليل وإنجاز المشاريع بأخفض التكاليف أو جني أعلى الأرباح.

ما يمكن العمل به بالاعتماد على نظرية الشبكات هو التوزيع الأمثل للسلع والمنتجات والوصول بالمنتج إلى أبعد ما يمكن بأقل التكاليف لكن لا يمكن ربط هذا مع الإنتاج وتكاليفه.

اعتمدنا أخيرا على أسلوب رياضي يساعد على تحقيق جملة من أهداف المؤسسة دفعة واحدة تحت مجموعة من القيود وهو أسلوب البرمجة بالأهداف Goal Programming. وهو منهجية رياضية طورت صياغتها الرياضية بمواجهة المسائل القرارية التسييرية المتضمنة للإشكالية اختيار أحسن حل من بين مجموعة من الحلول الممكنة وهذا اعتبارا لعدة أهداف متنوعة (نقدية، زمنية، كمية،...) تأخذ كلها دفعة واحدة، فالصياغة الرياضية لنموذج البرمجة بالأهداف صممت خصيصا للبحث عن ذلك الحل الأمثل والذي يحقق أقل الانحرافات الممكنة عن مستويات الطموح (القيم المستهدفة لجميع الأهداف والمحددة مسبقا من طرف المسير).

رغم أن هذه الطريقة هي الوسيلة الوحيدة للوصول إلى المثولية في شبكة الإنتاج والتوزيع إلاّ أنها لا تخلو من بعض النقائص، المتمثلة في توحيد وحدات القياس في دالة الهدف المختلفة الوحدات. فمن خلال دراستنا وجدنا أن أنّ التوحيد باستعمال الانحرافات النسبية هي أنجح وأسهل الطرق، لكن ما يؤخذ عليها ليس صالحة في كلّ الأحوال فإذا كان مستوى الطموح مساويا للصفر لا يمكن حساب دالة الهدف $\frac{\delta i}{0}$ ، تبقى هي أحسن طرق وأحدثها إلى حد الآن.

حاولنا تطبيق ما توصلنا إليه في الدراسة النظرية على شركة التحليل الكهربائيَ ALZINC ، أي تطبيق نموذج البرمجة بالأهداف كأسلوب رياضي مساعد في حل المشكلة القرارية على مستوى شركة التحليل الكهربائي للزنك والوصول إلى حل مثالي تحقق به المؤسسة أهدافها في مجالي الإنتاج والتوزيع.

على الرغم من العوائق التي واجهتنا في هذه الدراسة ونقص المعلومات اللازمة حول ما يتعلق بوظيفة التوزيع، فمؤسسةALZINC لا توليها أي اهتمام خاصة و أن تكاليف التوزيع بمجملها تقع على عاتق الزبون، حيث تستحوذ هذه الشركة على حصة الأسد في السوق الوطنية، ضف إلى ذلك تزايد الطلب على منتوجها في السوق العالمية جعلها لا تعطي أي اهتمام لعملية التوزيع وخدمة العملاء فهو مجبر على التعامل معها ولا خيار آخر لديه خاصة وأن منتجات شركة التحليل الكهربائي للزنك تمتاز بالجودة العالمية وليس لها أي بديل. يمكن القول أن هذه الشركة لا تحتوي على فرع للتسويق لأنها ليست في حاجة ماسة إليه.

إضافة إلى نقص المعلومات وذلك بحجة السرية، ضف إلى ذلك أن العملية الإنتاجية في وحدة ALZINC تمتاز ببعض التعقيد وتمر بعدة مراحل لم نتمكن من الحصول على معلومات بشأنها،تمكنا من صياغة نموذج البرمجة بالأهداف للخطة الإنتاجية السنوية أردنا من خلالها الوصول إلى تحقيق أهداف الإنتاج والتوزيع معا.

من خلال تطبيق برنامج الإعلام الآلي LINDOلحل هذا النموذج الرياضي توصلنا إلى النتائج والمتضمنة لمعدل درجة تحقيق جميع هذه الأهداف الأربعة دفعة واحدة بحوالي99 %. وبالتالي يمكن اعتبار هذا الحل مناسب للفترة التخطيطية قابلا للتطبيق.

كل هذا يجعلنا نستنتج أن نموذج البرمجة بالأهداف هو من أهم النماذج الرياضية الأكثر نجاعة في ميدان مساعدة على حل المسائل القرارية ذات الطابع الكمي.

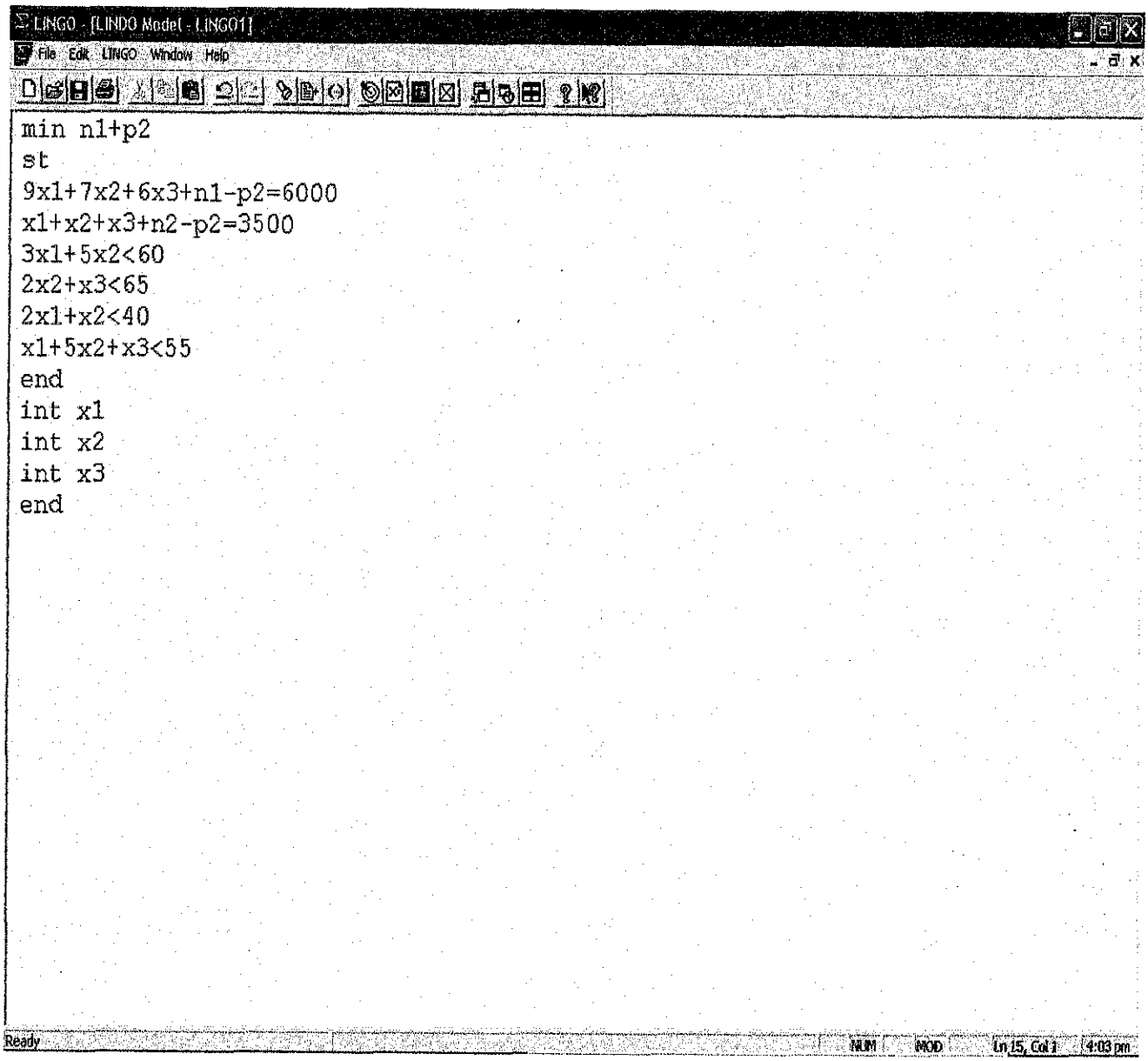
يمكن القول أنه في الوقت الحاضر مؤسساتنا لازالت بعيدة كل البعد عن تطبيق مثل هذه الأساليب العلمية لاتخاذ القرارات في كل مجالات النشاط فيها،لكن اعتبارا للتحديات الكبرى التي تنتظر اقتصادنا وما تحمله من رهانات اقتصاد السوق والمنافسة التامة ،سيضطر كل من المديرين والمسيرين متخذي القرار في مؤسساتنا الوطنية على حد سواء بالتوجه والاعتماد

تدريجيا على الأساليب الرياضية لحل كل المسائل القرارية لمختلف مجالات التسيير،حتى تتمكن من المضي قدما نحو مستقل زاهر واقتصاد متطور يعتمد على أحدث التقنيات والأساليب لاتخاذ القرارات ولا يتأتى هذا إلا من خلال :

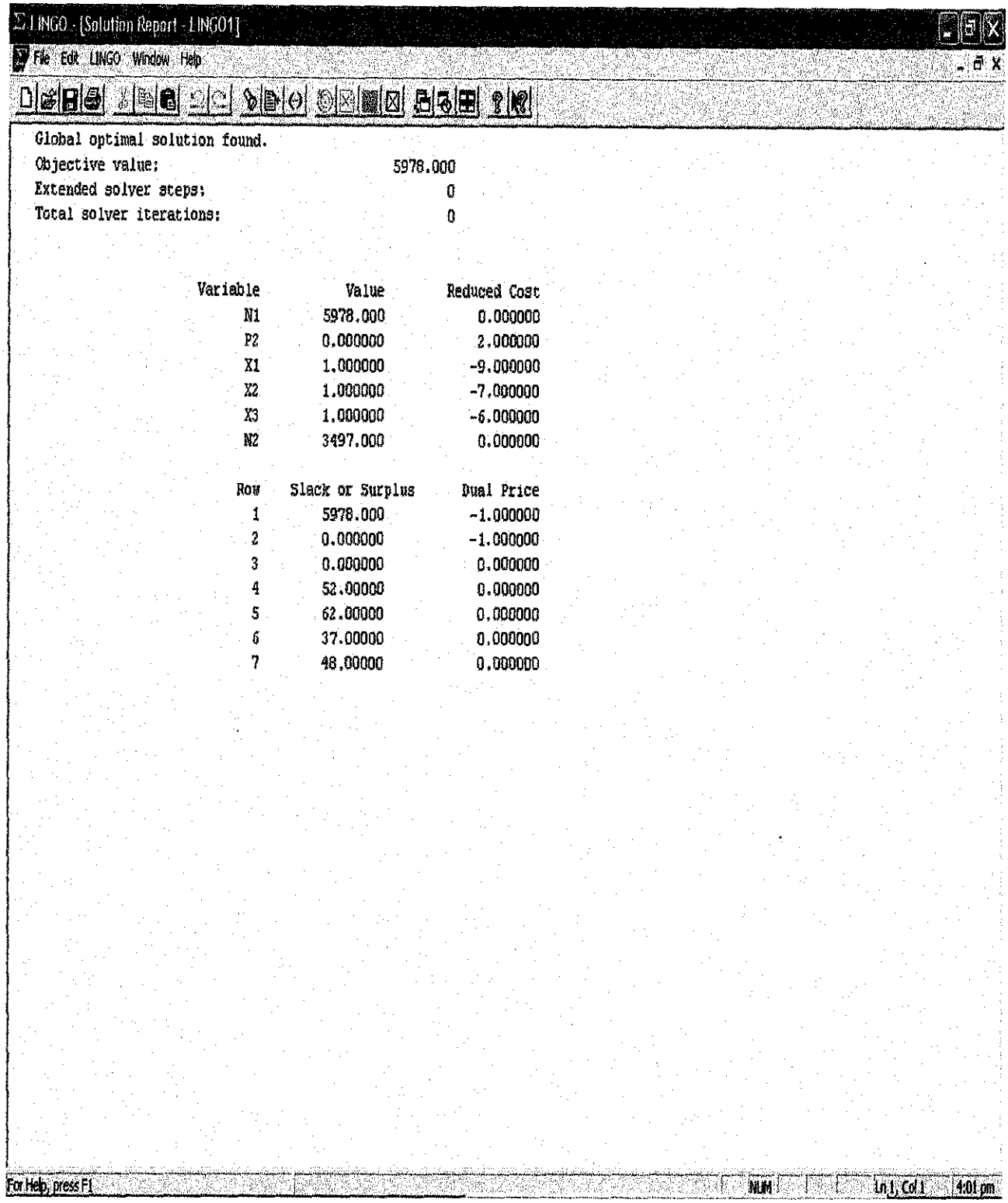
- تكوين إطارات سامية في مجال بحوث العمليات والتحليل الكمي للإدارة وذلك بالاستعانة بالخبرات الأجنبية في هذا الميدان، وتحميلها مسؤولية النهوض بمؤسساتنا الوطنية التي لا تزال في فترة سبات.
- الاهتمام بكل نشاطات المؤسسة كل على حدى ومحاولة الربط بينها كوضع قسم خاص بعمليات تخطيط الإنتاج حتى يشكل نقطة وصل بين قسم المبيعات والتوزيع وقسم الإنتاج ويضمن السير الحسن للعملية الإنتاجية وكذا عملية التوزيع.
- إقامة وتوفير نظام معلومات صلب داخل مؤسساتنا الوطنية بغية توفير جميع المعلومات اللازمة المتعلقة بالنشاط الداخلي والخارجي للمؤسسة و ما يضمن الإلمام بجميع جوانب المشكلة بغية الوصول إلى القرار السليم والصائب.

وفي الأخير نأمل أن نكون قد استوفينا القدر الأدنى من هاته الدراسة فما كان فيها من توفيق فمن الله وحده وما كان فيها من تقصير فمني و من الشيطان.

الملحق رقم (1):الصياغة الرياضية لنموذج المثال(5-1)



الملحق رقم (2):حل الصياغة الرياضية للمثال(5-1)



LINGO - [Solution Report - LINGO1]

File Edit LINGO Window Help

Global optimal solution found.

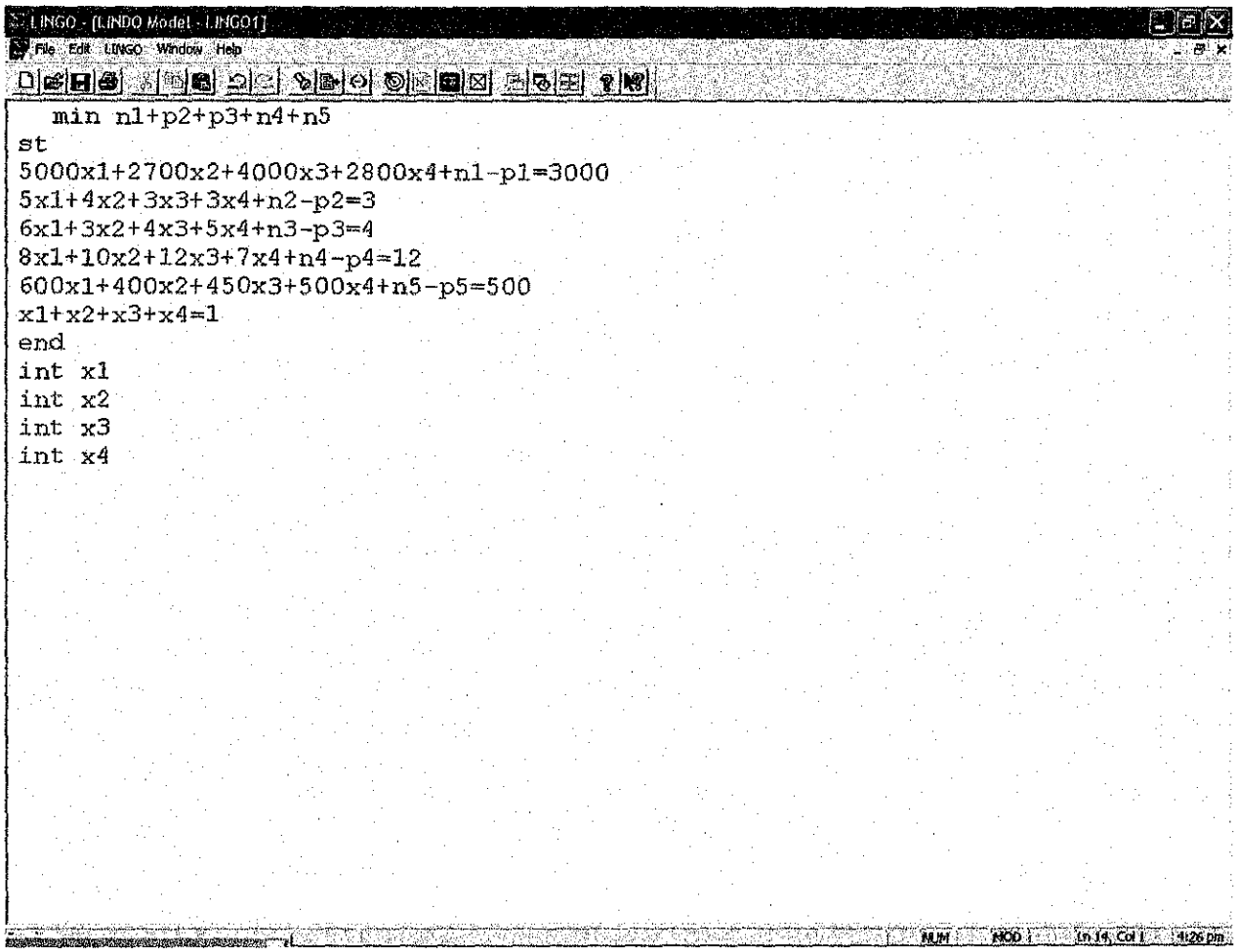
Objective value:	5978.000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	0

Variable	Value	Reduced Cost
N1	5978.000	0.000000
P2	0.000000	2.000000
X1	1.000000	-9.000000
X2	1.000000	-7.000000
X3	1.000000	-6.000000
N2	3497.000	0.000000

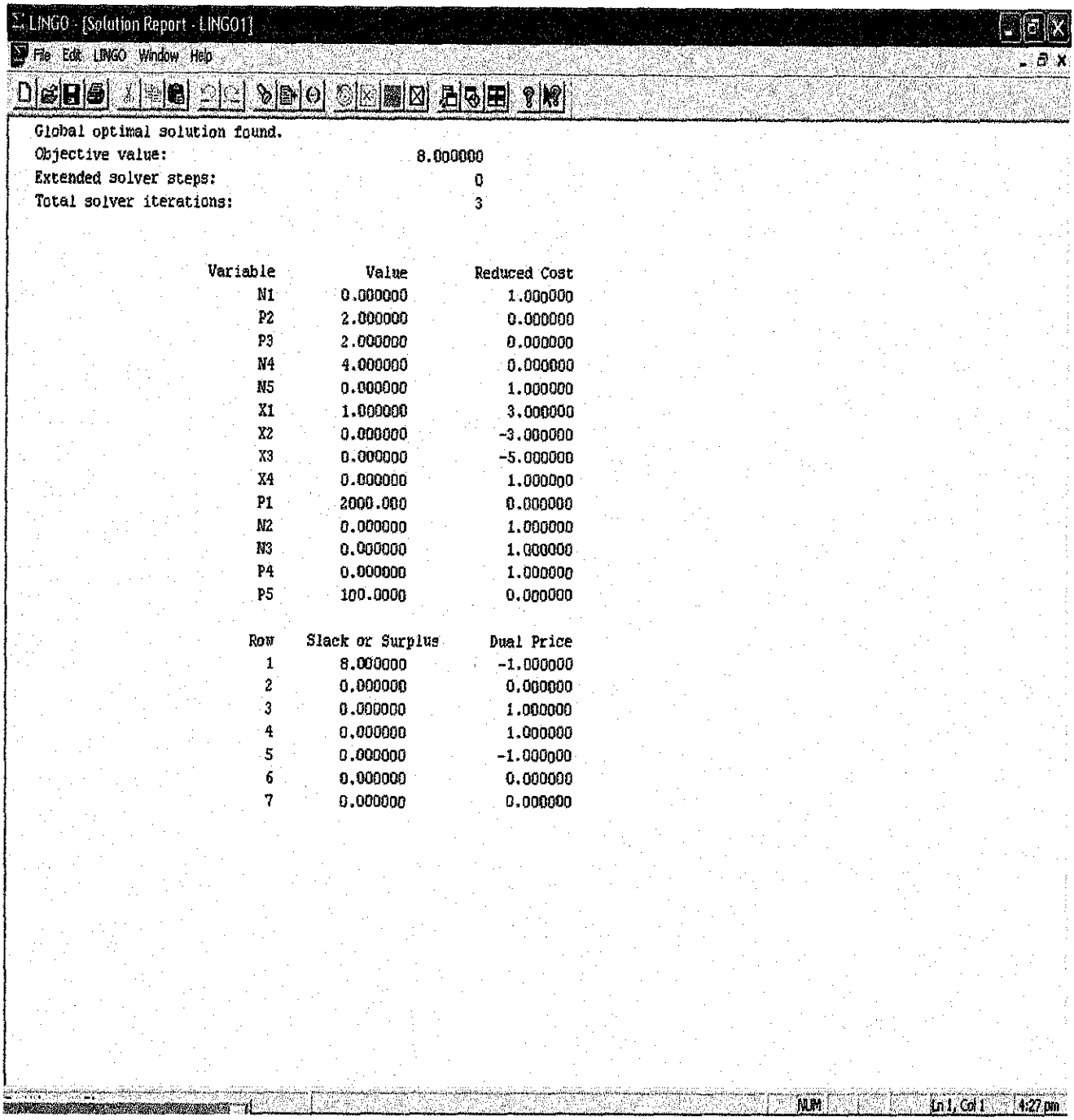
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	5978.000	-1.000000
2	0.000000	-1.000000
3	0.000000	0.000000
4	52.00000	0.000000
5	62.00000	0.000000
6	37.00000	0.000000
7	48.00000	0.000000

For Help, press F1 NUM Ln 1, Col 1 4:01 pm

الملحق رقم (3):الصياغة الرياضية للمثال التوضيحي



الملحق رقم (4):حل الصياغة الرياضية للمثال التوضيحي



LINGO - [Solution Report - LINGO1]

File Edit LINGO Window Help

Global optimal solution found.

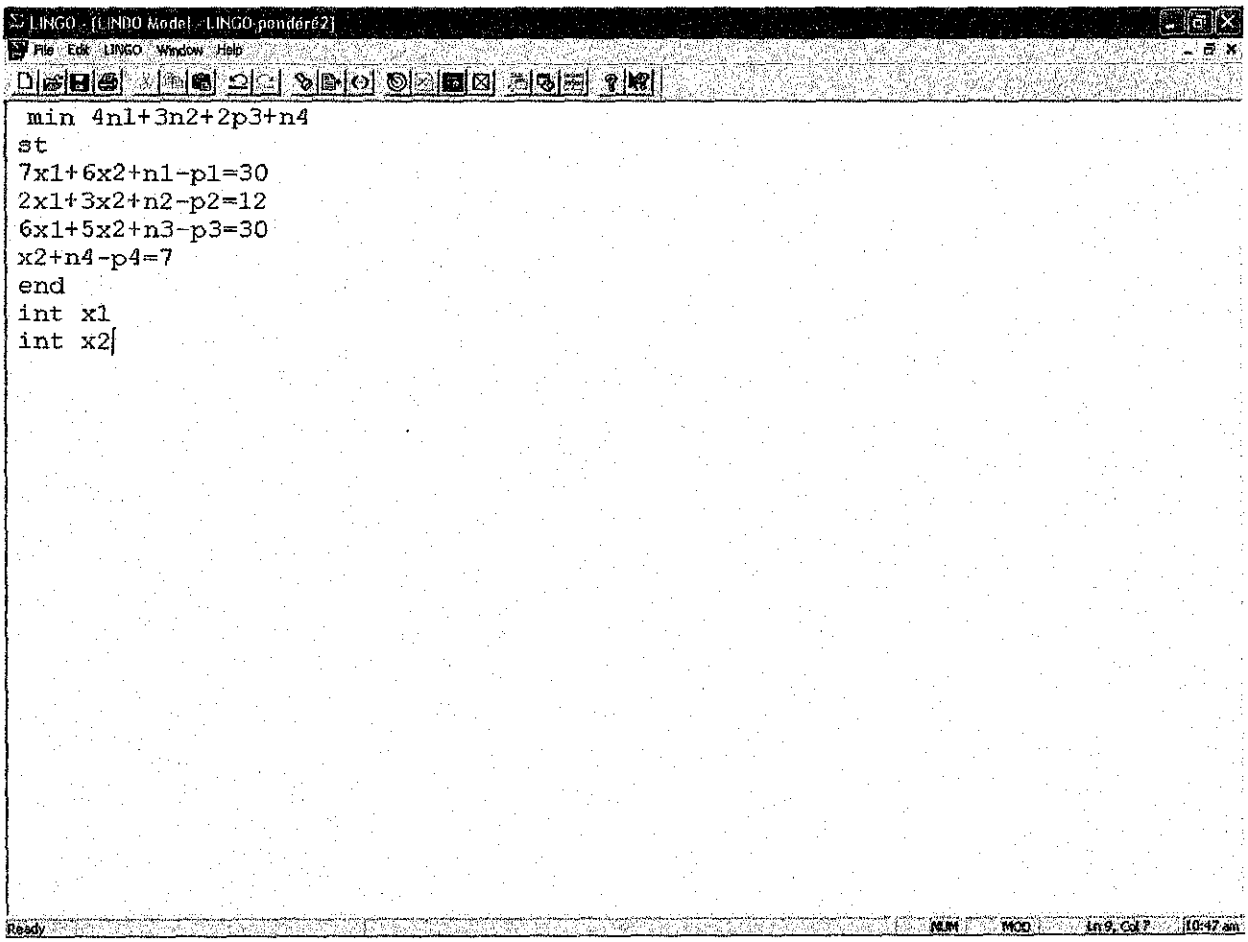
Objective value:	8.000000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	3

Variable	Value	Reduced Cost
N1	0.000000	1.000000
P2	2.000000	0.000000
P3	2.000000	0.000000
N4	4.000000	0.000000
N5	0.000000	1.000000
X1	1.000000	3.000000
X2	0.000000	-3.000000
X3	0.000000	-5.000000
X4	0.000000	1.000000
P1	2000.000	0.000000
N2	0.000000	1.000000
N3	0.000000	1.000000
P4	0.000000	1.000000
P5	100.0000	0.000000

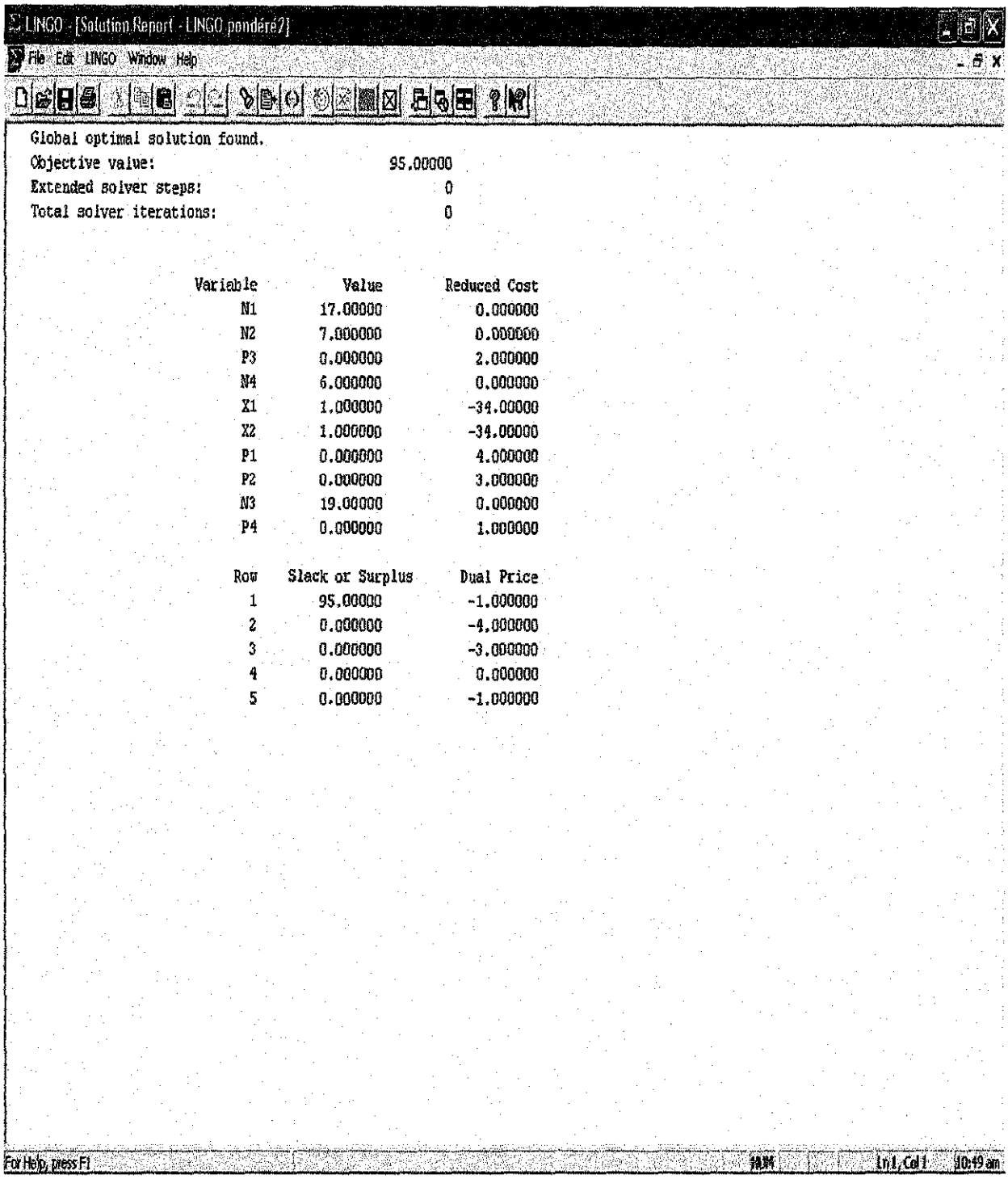
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	8.000000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	1.000000
4	0.000000	1.000000
5	0.000000	-1.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000

NUM Ln 1, Col 1 4:27 pm

الملحق رقم (5): الصياغة الرياضية للمثال (2-5)



الملحق رقم (6): حل الصياغة الرياضية للمثال (5-2)



LINGO - [Solution Report - LINGO pondéré2]

File Edit LINGO Window Help

Global optimal solution found.

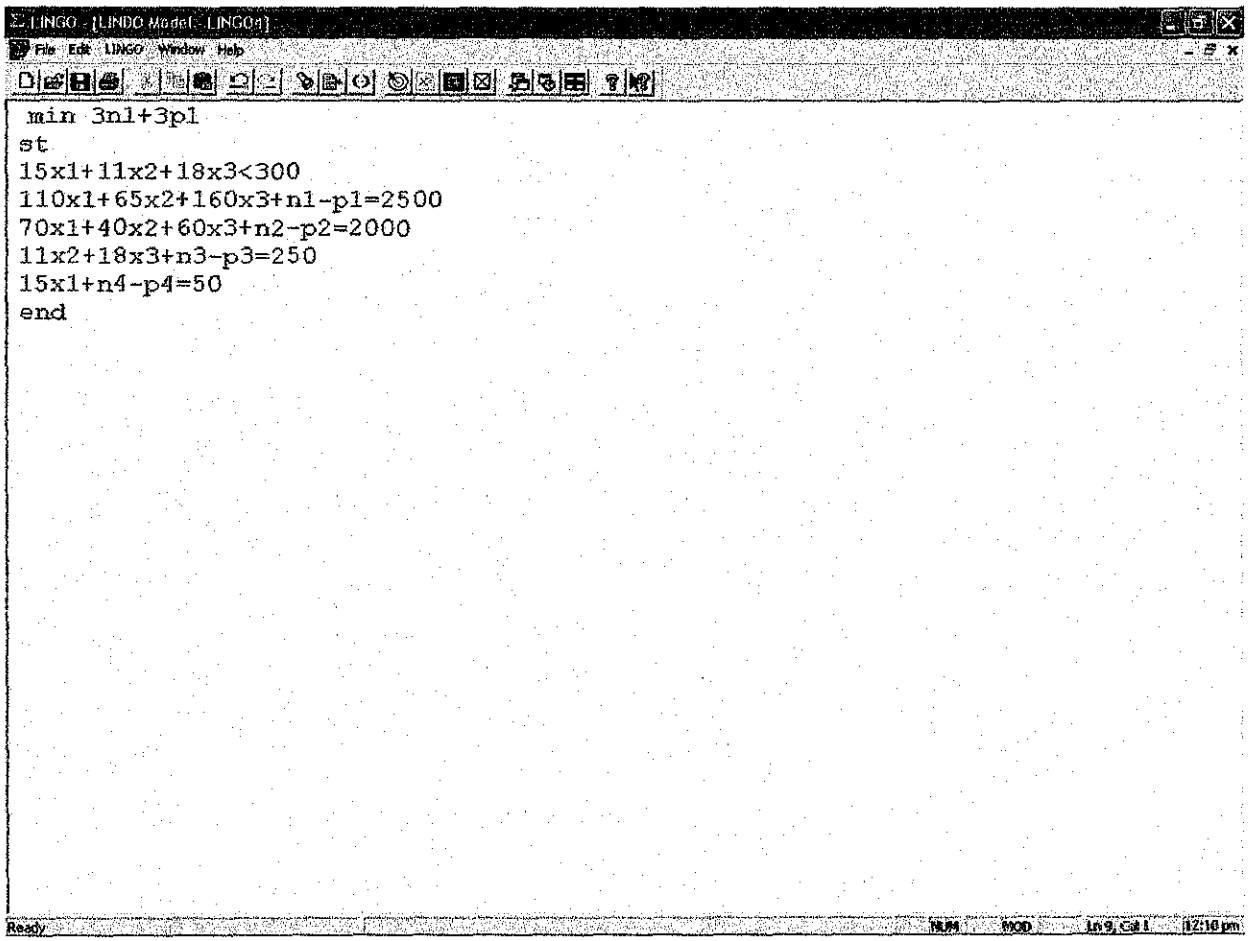
Objective value:	95.00000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	0

Variable	Value	Reduced Cost
N1	17.00000	0.000000
N2	7.000000	0.000000
P3	0.000000	2.000000
N4	6.000000	0.000000
X1	1.000000	-34.00000
X2	1.000000	-34.00000
P1	0.000000	4.000000
P2	0.000000	3.000000
N3	19.00000	0.000000
P4	0.000000	1.000000

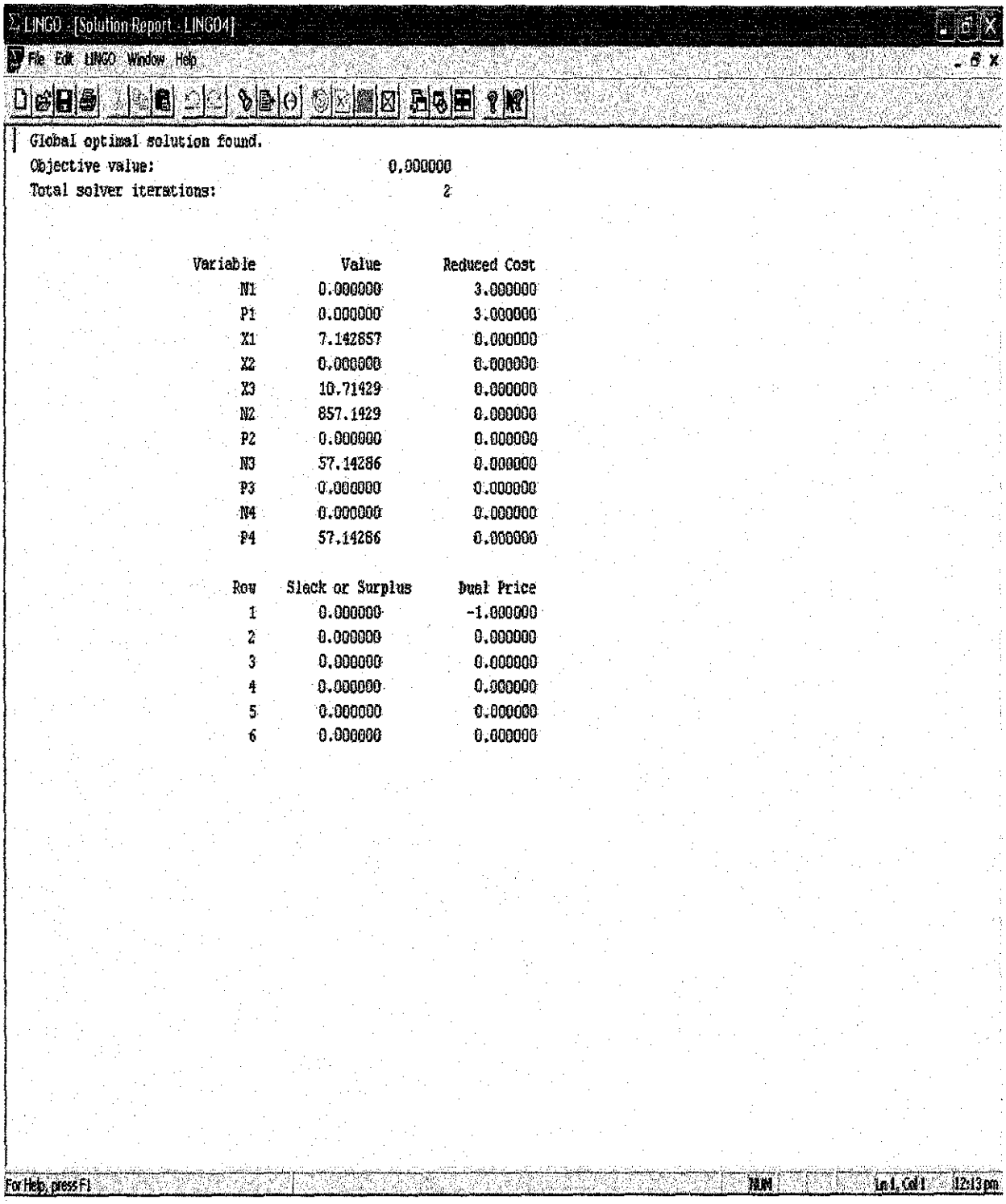
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	95.00000	-1.000000
2	0.000000	-4.000000
3	0.000000	-3.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	-1.000000

For Help, press F1 — Ln 1, Col 1 — 10:19 am

الملحق رقم (7): الصياغة الرياضية الأولى للمثال (5-3)



الملحق رقم (8): حل الصياغة الرياضية الأولى للمثال (5-3)



LINGO - [Solution Report - LINGO4]

File Edit LINGO Window Help

Global optimal solution found.

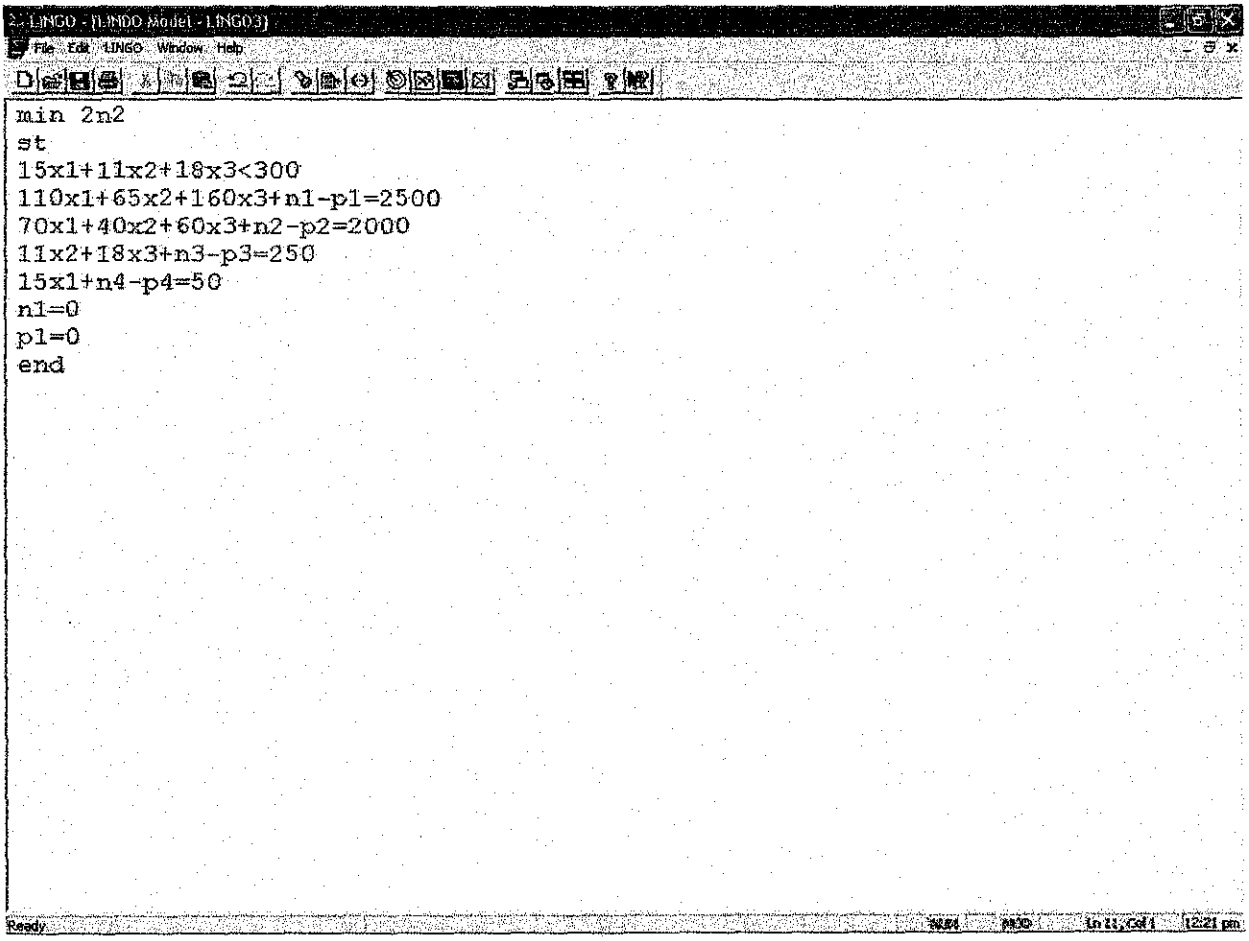
Objective value:	0.000000
Total solver iterations:	2

Variable	Value	Reduced Cost
N1	0.000000	3.000000
P1	0.000000	3.000000
X1	7.142857	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	10.71429	0.000000
N2	857.1429	0.000000
P2	0.000000	0.000000
N3	57.14286	0.000000
P3	0.000000	0.000000
N4	0.000000	0.000000
P4	57.14286	0.000000

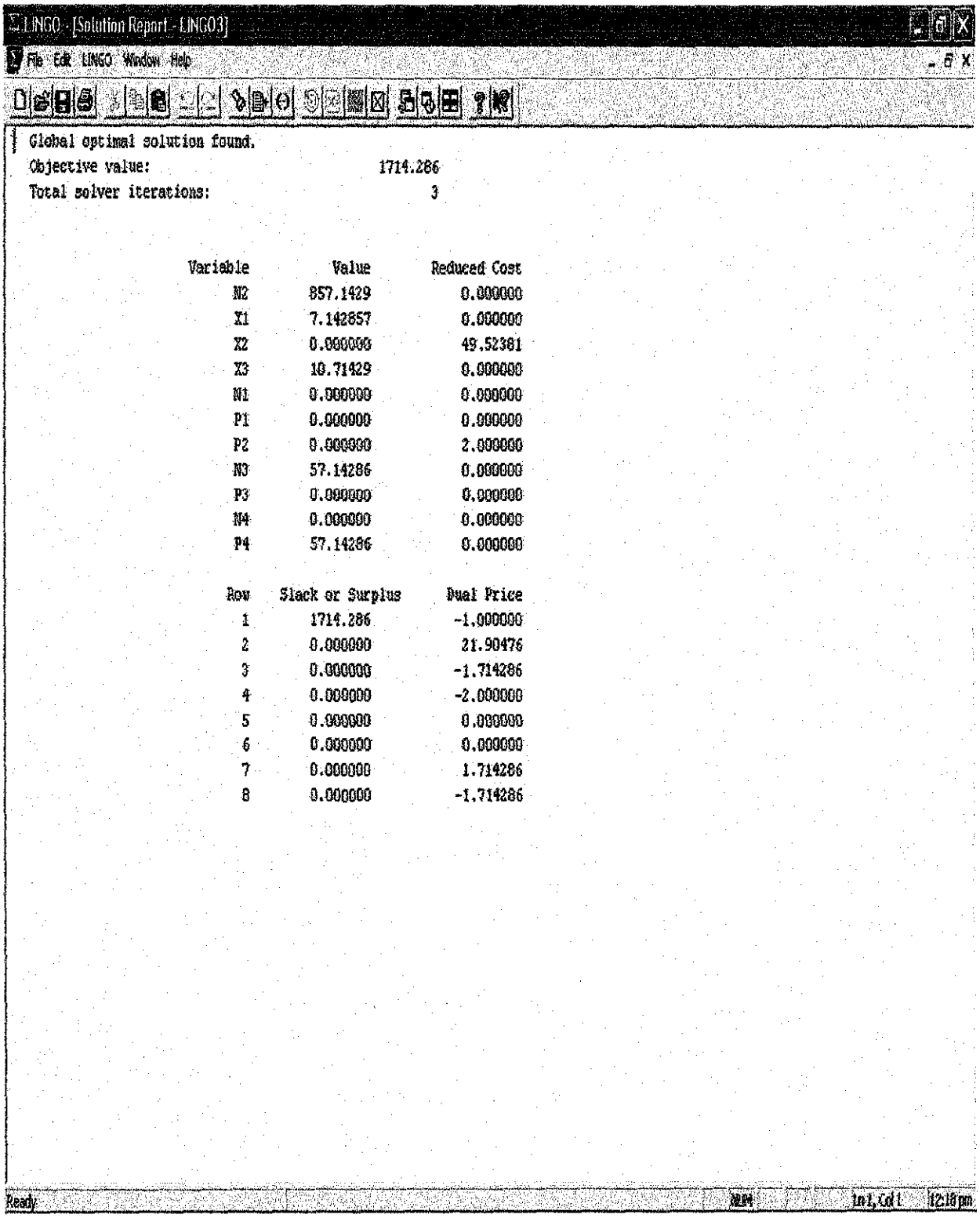
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000

For Help, press F1 NUM Ln 1, Col 1 12:13 pm

الملحق رقم (9): الصياغة الرياضية الثانية للمثال (5-3)



الملحق رقم (10): حل الصياغة الرياضية الثانية للمثال (5-3)



LINGO - [Solution Report - LINGO3]

File Edit LINGO Window Help

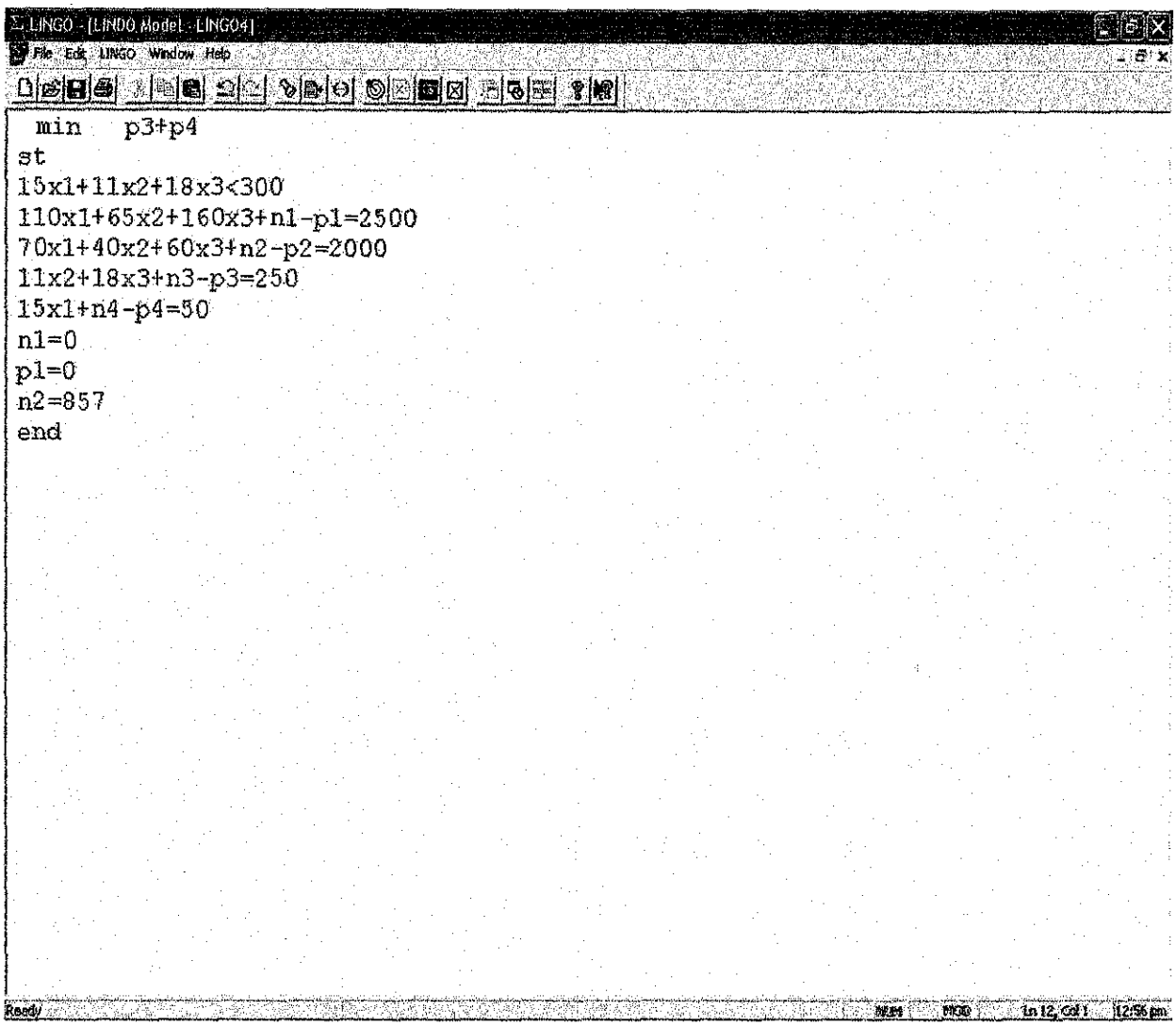
Global optimal solution found.
Objective value: 1714.286
Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
N2	857.1429	0.000000
X1	7.142857	0.000000
X2	0.000000	49.52381
X3	10.71429	0.000000
N1	0.000000	0.000000
P1	0.000000	0.000000
P2	0.000000	2.000000
N3	57.14286	0.000000
P3	0.000000	0.000000
N4	0.000000	0.000000
P4	57.14286	0.000000

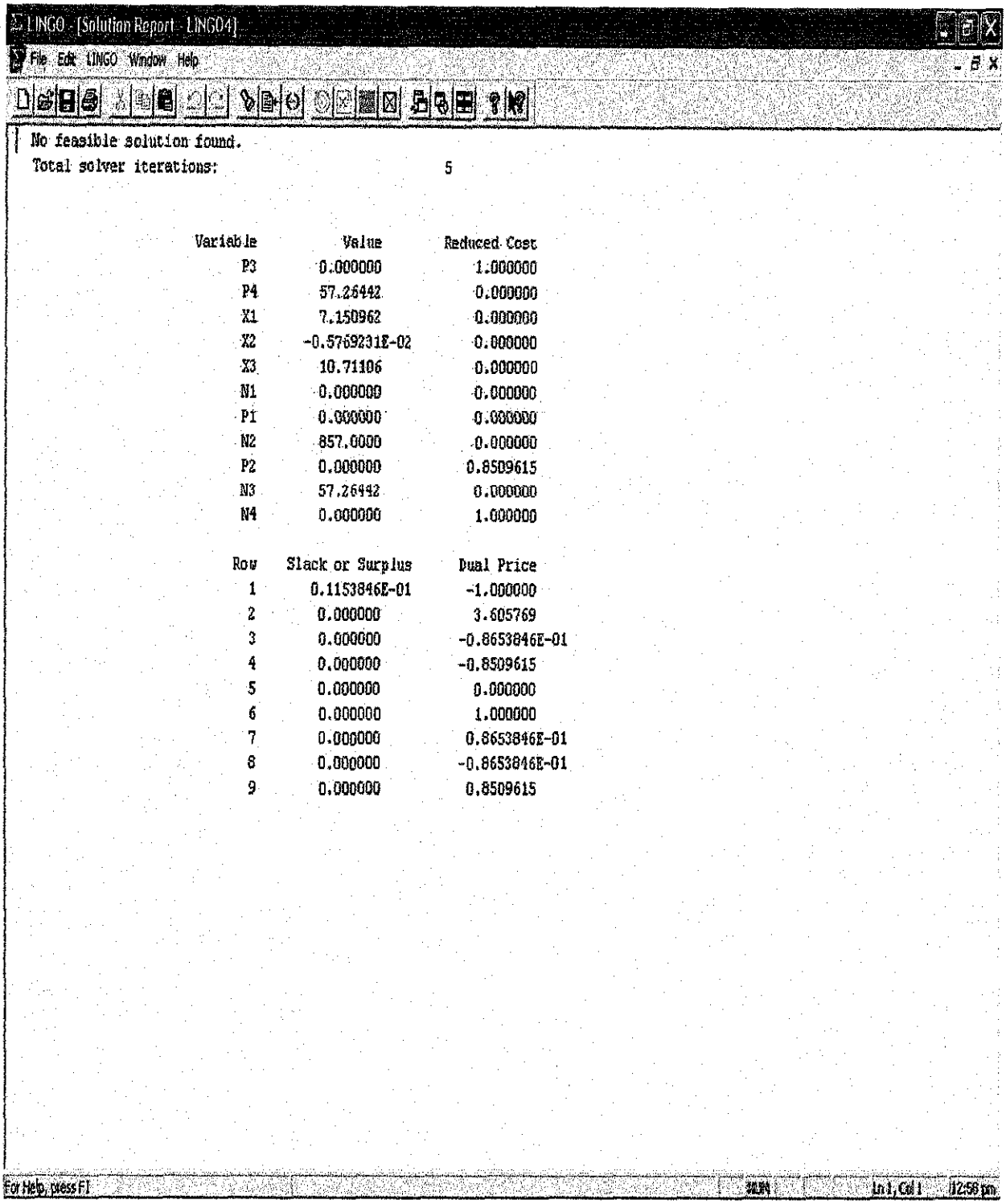
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1714.286	-1.000000
2	0.000000	21.90476
3	0.000000	-1.714286
4	0.000000	-2.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	1.714286
8	0.000000	-1.714286

Ready NUM Ln 1, Col 1 12:18 pm

الملحق رقم (11): الصياغة الرياضية الثالثة للمثال (5-3)



الملحق رقم (12): حل الصياغة الرياضية الثالثة للمثال (5-3)



LINGO - [Solution Report - LINGO4]

File Edit LINGO Window Help

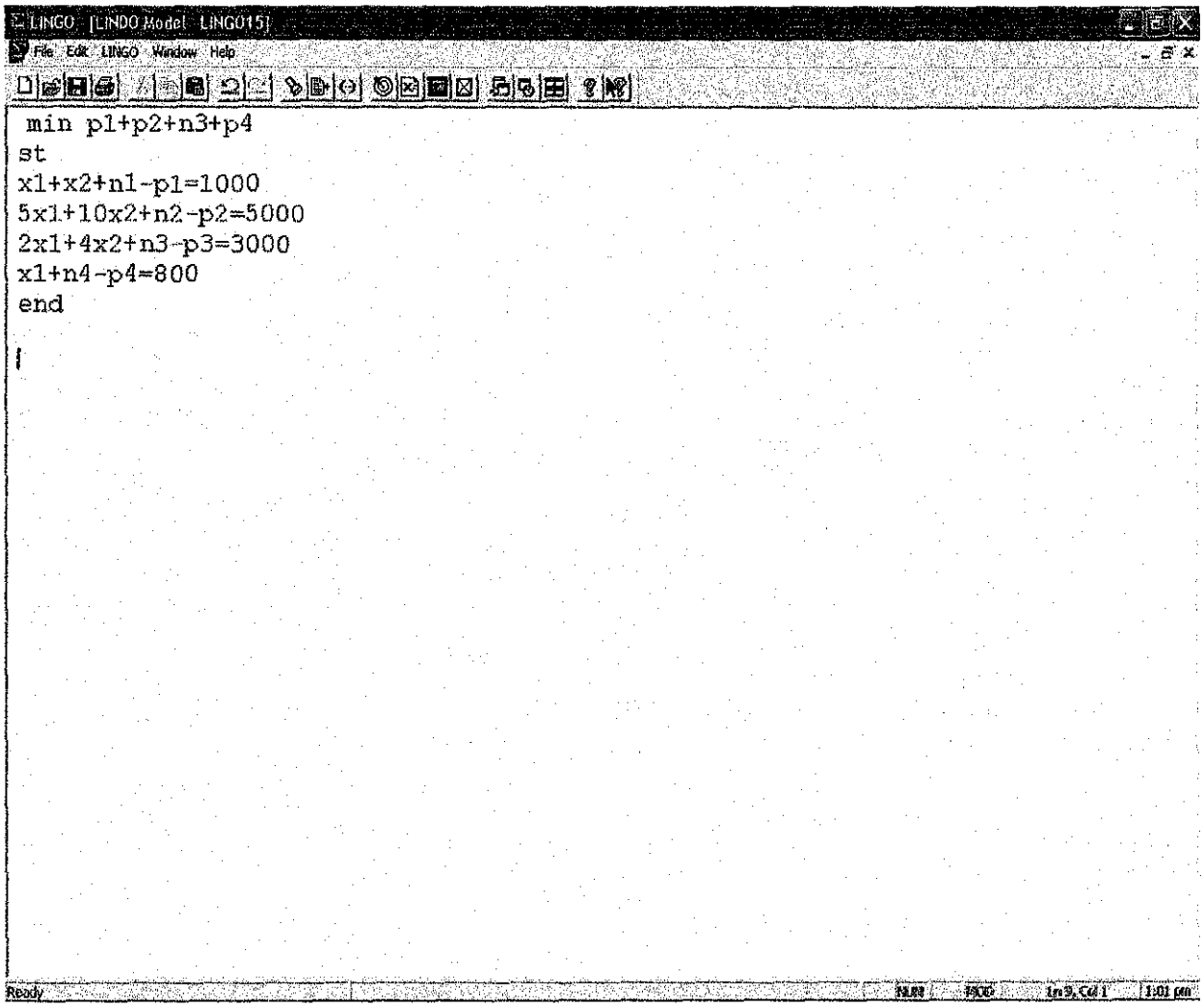
No feasible solution found.
Total solver iterations: 5

Variable	Value	Reduced Cost
P3	0.000000	1.000000
P4	57.26442	0.000000
X1	7.150962	0.000000
X2	-0.5769231E-02	0.000000
X3	10.71106	0.000000
N1	0.000000	0.000000
P1	0.000000	0.000000
N2	857.0000	0.000000
P2	0.000000	0.8509615
N3	57.26442	0.000000
N4	0.000000	1.000000

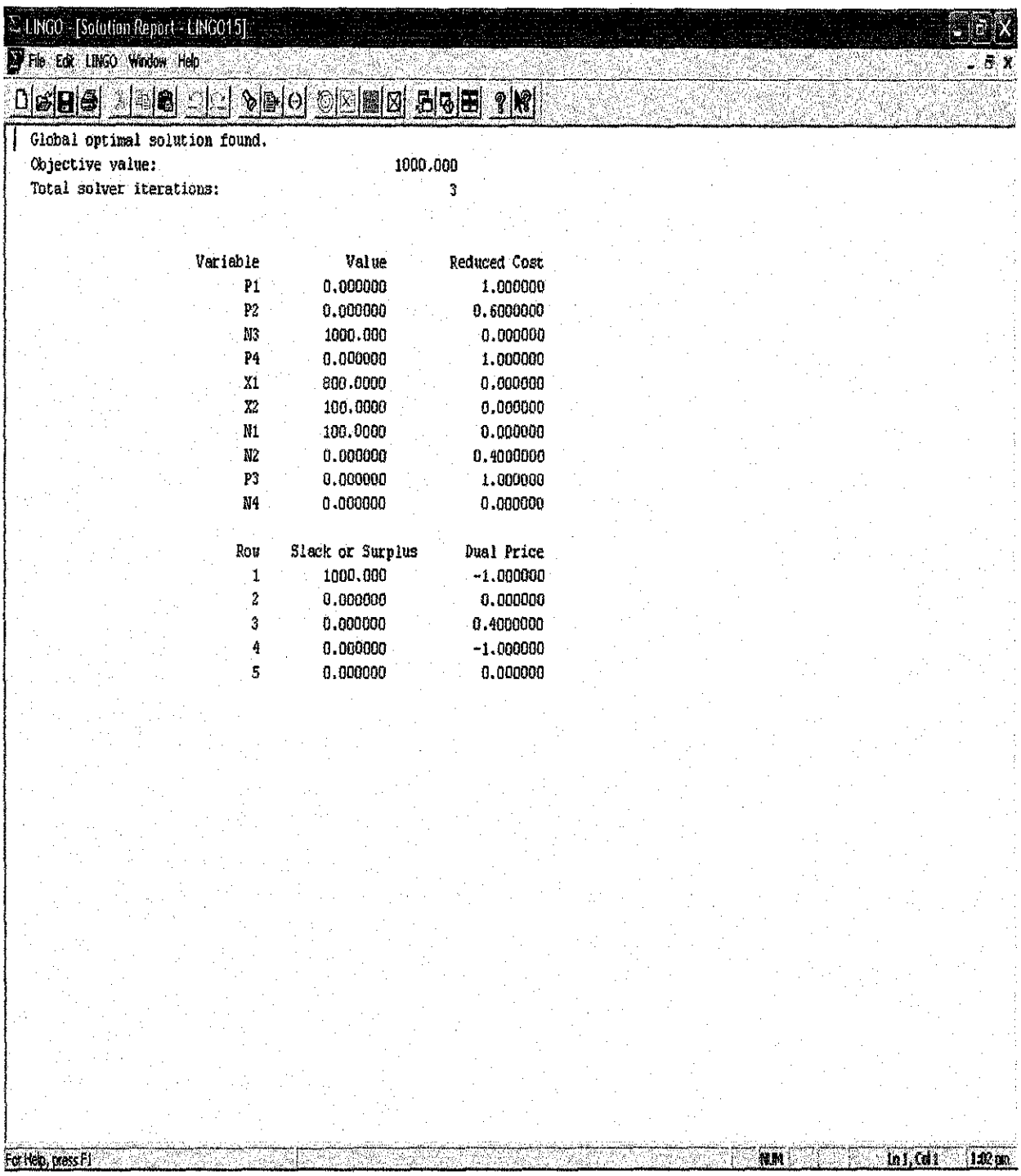
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1153846E-01	-1.000000
2	0.000000	3.605769
3	0.000000	-0.8653846E-01
4	0.000000	-0.8509615
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	1.000000
7	0.000000	0.8653846E-01
8	0.000000	-0.8653846E-01
9	0.000000	0.8509615

For Help, press F1 NUM Ln 1, Col 1 12:56 pm

الملحق رقم (13): الصياغة الرياضية الأولى للمثال (5-4)



الملحق رقم (14): حل الصياغة الرياضية الأولى للمثال (5-4)



LINGO - [Solution Report - LINGO15]

File Edit LINGO Window Help

Global optimal solution found.

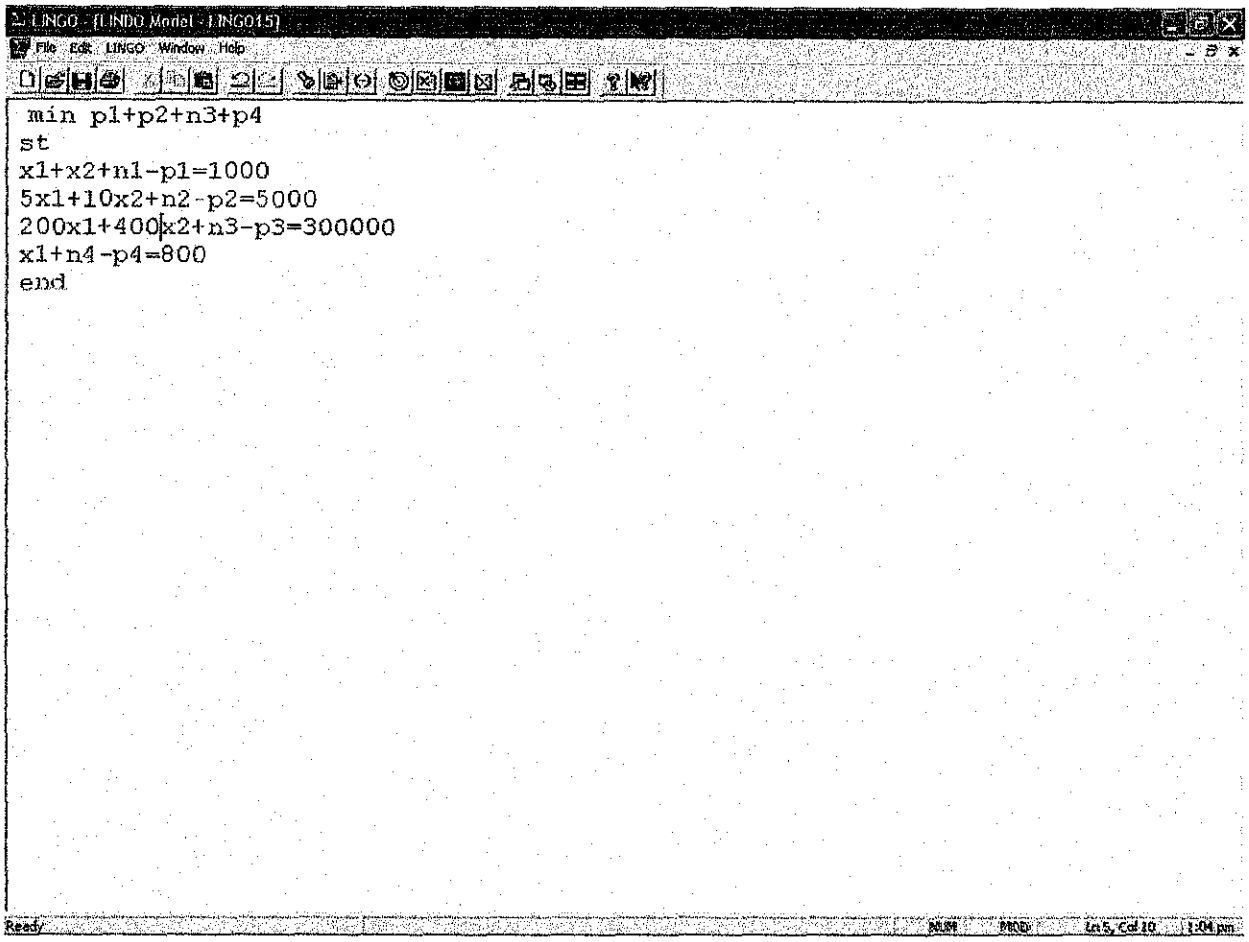
Objective value:	1000.000
Total solver iterations:	3

Variable	Value	Reduced Cost
P1	0.000000	1.000000
P2	0.000000	0.6000000
N3	1000.000	0.000000
P4	0.000000	1.000000
X1	800.0000	0.000000
X2	100.0000	0.000000
N1	100.0000	0.000000
N2	0.000000	0.4000000
P3	0.000000	1.000000
N4	0.000000	0.000000

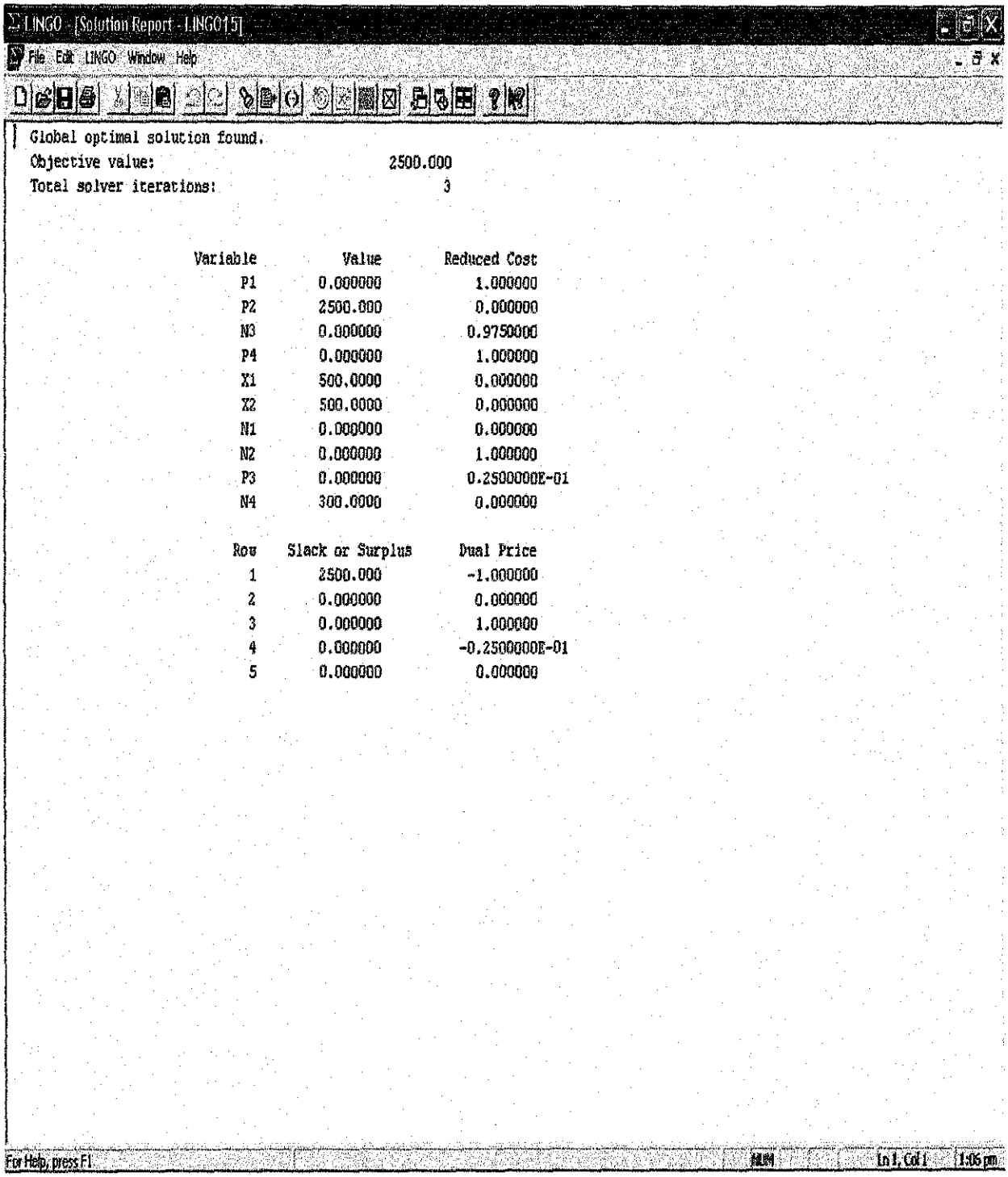
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1000.000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.4000000
4	0.000000	-1.000000
5	0.000000	0.000000

For Help, press F1 NUM Ln 1, Col 1 1:02 pm

الملحق رقم (15): الصياغة الرياضية الثانية للمثال (5-4)



الملحق رقم (16): حل الصياغة الرياضية الثانية للمثال (5-4)



LINGO - [Solution Report - LINGO15]

File Edit LINGO Window Help

Global optimal solution found.

Objective value: 2500.000

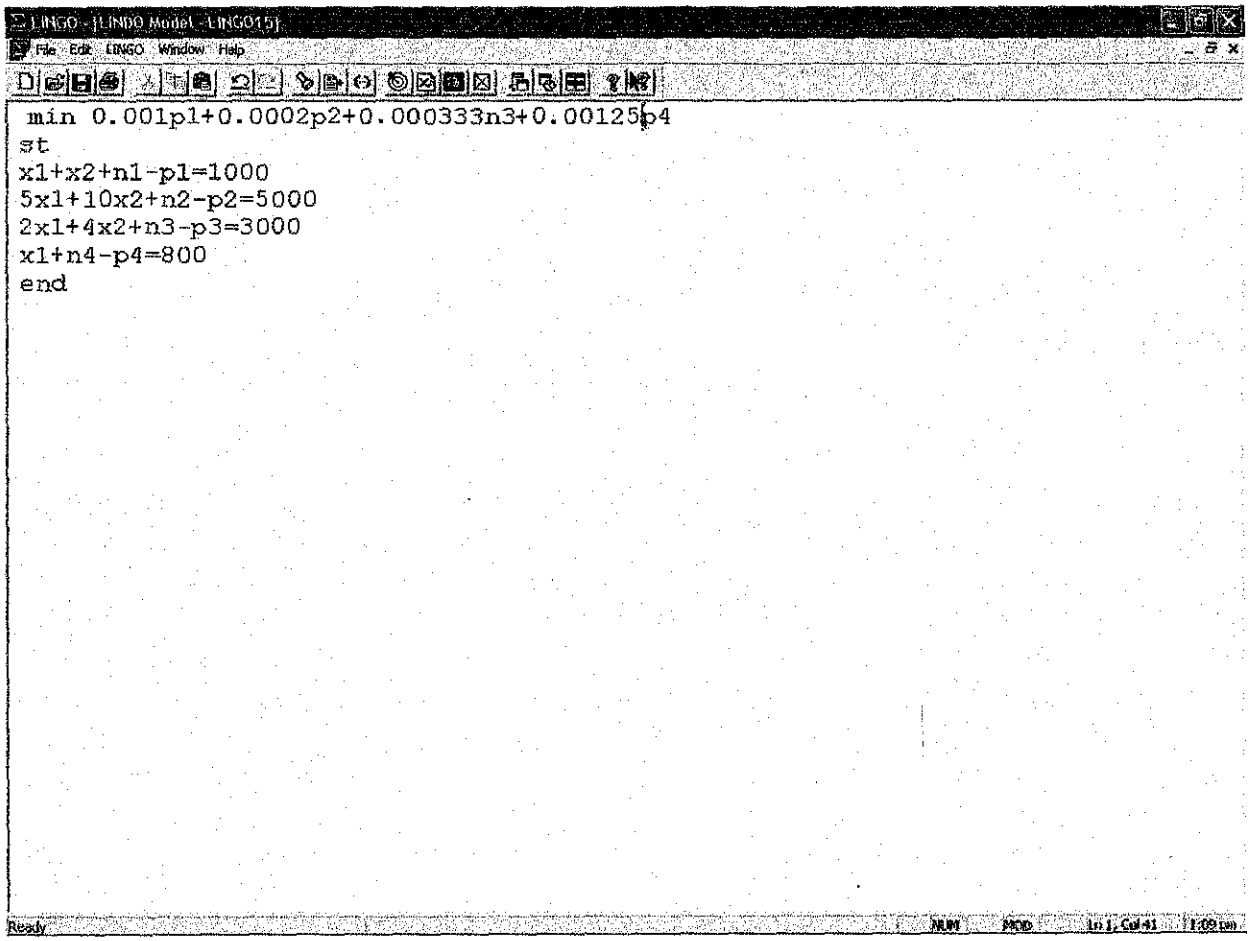
Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
P1	0.000000	1.000000
P2	2500.000	0.000000
N3	0.000000	0.9750000
P4	0.000000	1.000000
X1	500.0000	0.000000
X2	500.0000	0.000000
N1	0.000000	0.000000
N2	0.000000	1.000000
P3	0.000000	0.2500000E-01
N4	300.0000	0.000000

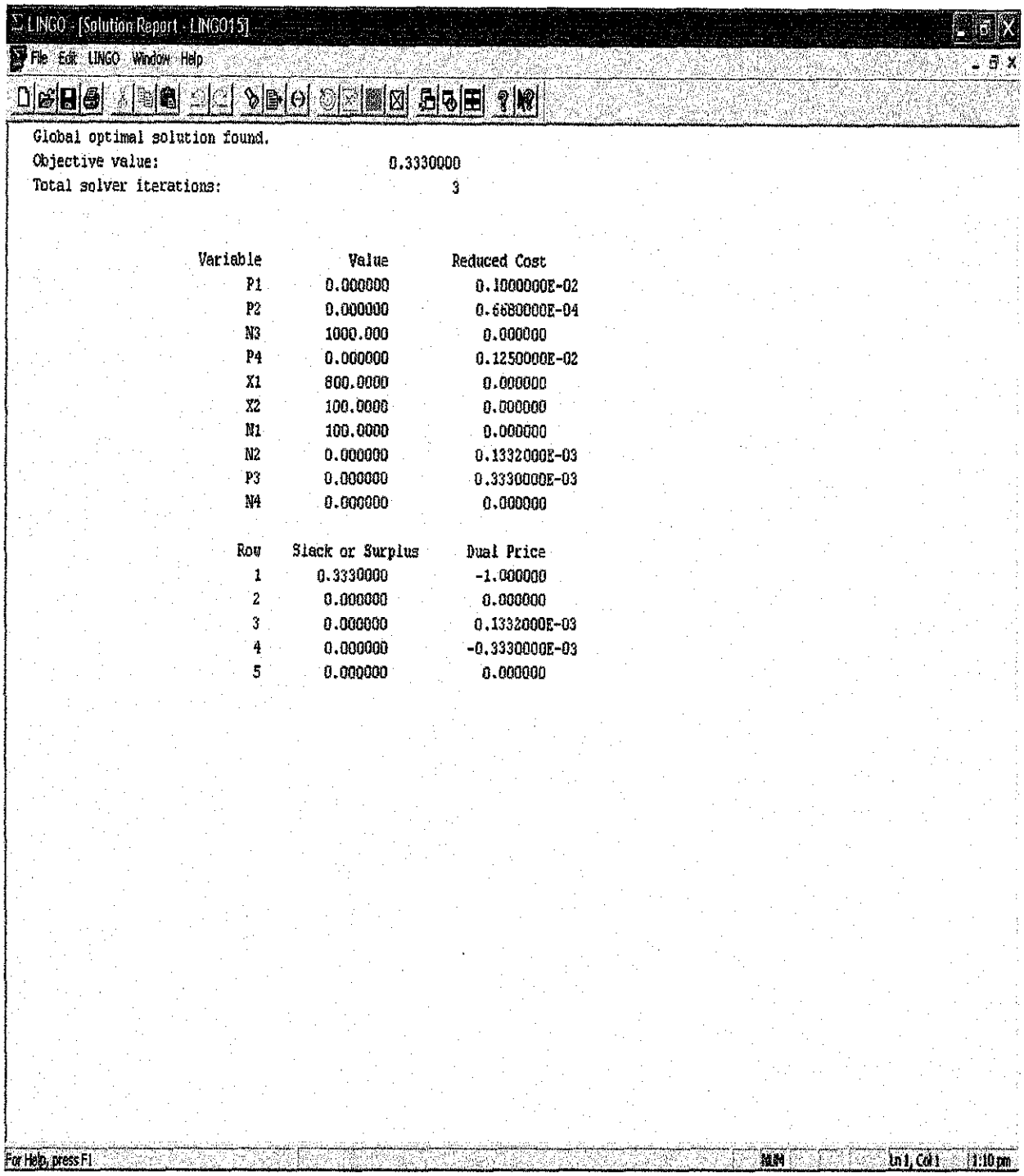
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	2500.000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	1.000000
4	0.000000	-0.2500000E-01
5	0.000000	0.000000

For Help, press F1 NUM Ln 1, Col 1 1:06 pm

الملحق رقم (17): الصياغة الرياضية الثالثة للمثال (5-4)



الملحق رقم (18): حل الصياغة الرياضية الثالثة للمثال (5-4)



LINGO - [Solution Report - LINGO15]

File Edit LINGO Window Help

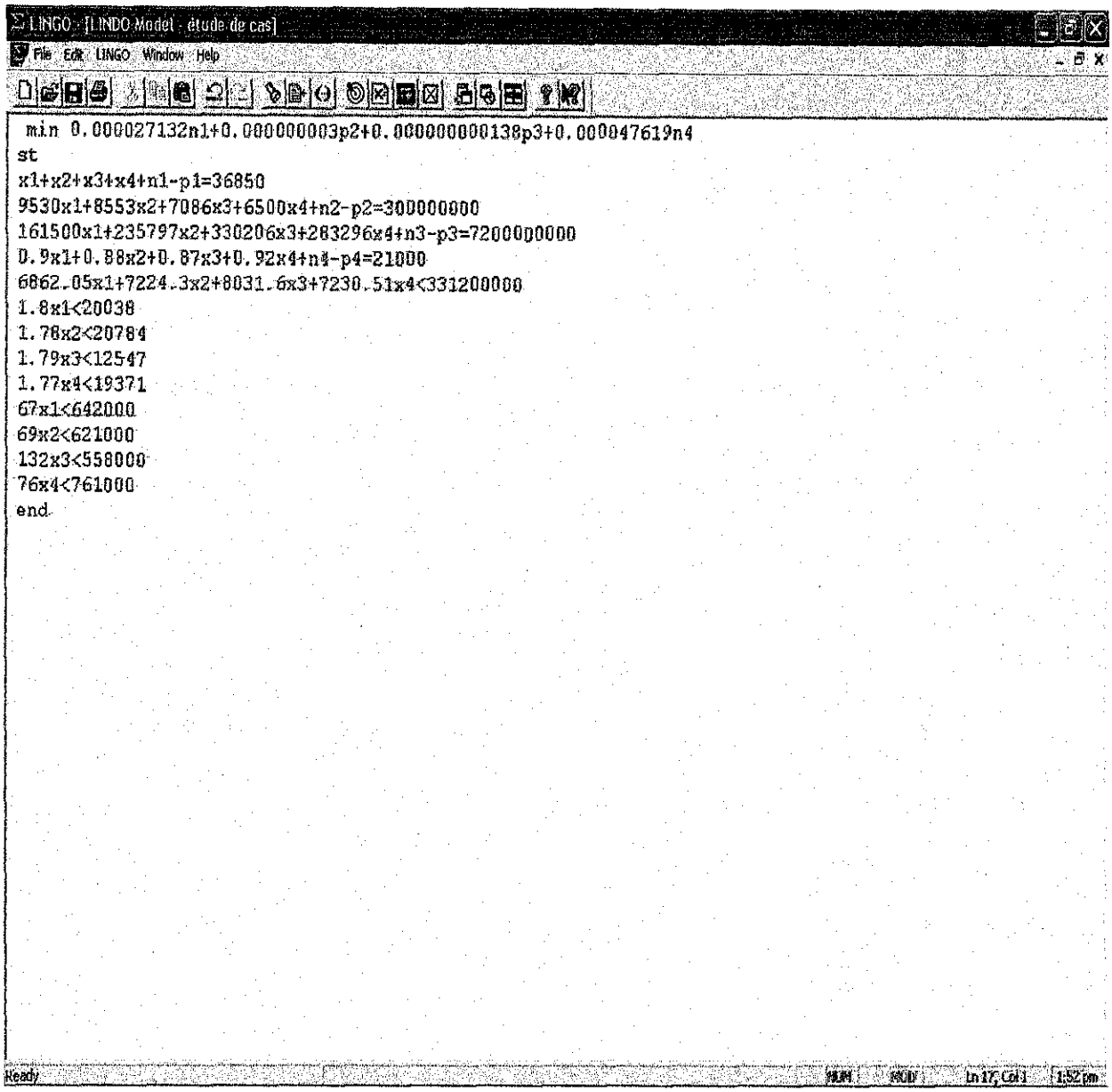
Global optimal solution found.
Objective value: 0.3330000
Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
P1	0.000000	0.1000000E-02
P2	0.000000	0.6680000E-04
N3	1000.000	0.000000
P4	0.000000	0.1250000E-02
X1	800.0000	0.000000
X2	100.0000	0.000000
N1	100.0000	0.000000
N2	0.000000	0.1332000E-03
P3	0.000000	0.3330000E-03
N4	0.000000	0.000000

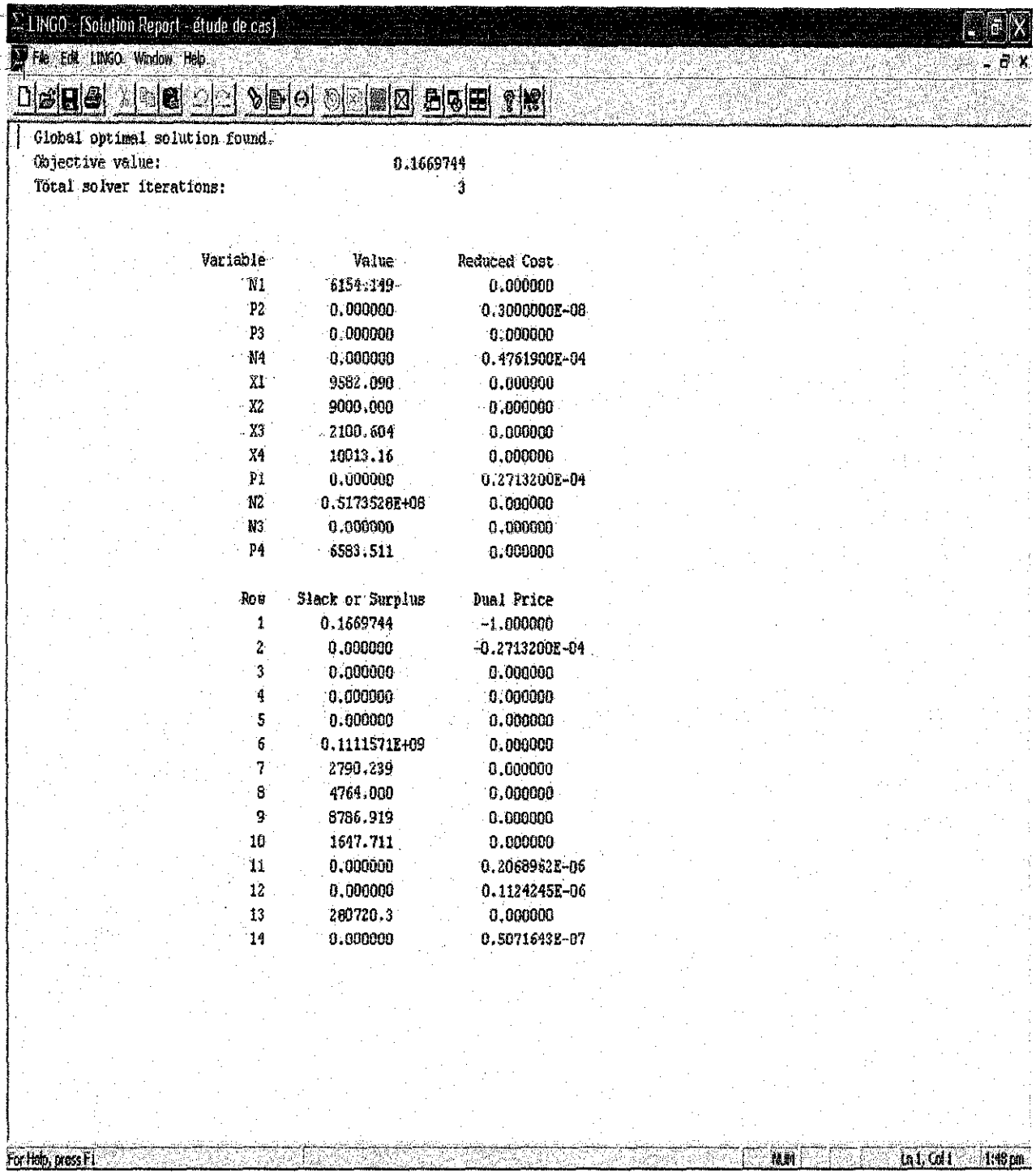
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.3330000	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.1332000E-03
4	0.000000	-0.3330000E-03
5	0.000000	0.000000

For Help, press F1 NUM Ln 1, Col 1 1:10 pm

الملحق رقم (19): الصياغة الرياضية لدراسة حالة



الملحق رقم (20): حل الصياغة الرياضية لدراسة حالة



LINGO - [Solution Report - étude de cas]

File Edit LINGO Window Help

Global optimal solution found.
Objective value: 0.1669744
Total solver iterations: 3

Variable	Value	Reduced Cost
N1	6154.149	0.000000
P2	0.000000	0.3000000E-08
P3	0.000000	0.000000
N4	0.000000	0.4761900E-04
X1	9582.090	0.000000
X2	9000.000	0.000000
X3	2100.604	0.000000
X4	10013.16	0.000000
P1	0.000000	0.2713200E-04
N2	0.5173528E+08	0.000000
N3	0.000000	0.000000
P4	6583.511	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.1669744	-1.000000
2	0.000000	-0.2713200E-04
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.1111571E+09	0.000000
7	2790.239	0.000000
8	4764.000	0.000000
9	8786.919	0.000000
10	1647.711	0.000000
11	0.000000	0.2068962E-06
12	0.000000	0.1124245E-06
13	280720.3	0.000000
14	0.000000	0.5071643E-07

For Help, press F1 NUM Ln 1, Col 1 1:46 pm

فهـــرس الجـــداول والأشـــكال

- جـــدول (5 – 1) : معطيات المثال (5 – 1)..... 126
- جـــدول (5 – 2) : حل المثال (5 – 1)..... 128
- جـــدول (6 – 1) : عدد العمال خلال السنوات (1998....2006) 128
- جـــدول (6 – 2) : حركة العمّال (2004 – 2005 – 2006) 159
- جـــدول (6 – 3) :هرم الأعمار في 31 – 12 – 2006 159
- جـــدول (6 – 4) : الإمكانيات التقنية للشركة 161
- جـــدول (6 – 5) : نتائج حلّ المسألة 179

* فهـــــــرس الأشكال *

- شـــكل (1 – 1) : عناصر النظام الإنتاجي 9
- شـــكل (1 – 2) : نموذج النظام الإنتاجي 10
- شـــكل 2 : شبكة الإنتاج والتوزيع 67
- شـــكل (2 – 1) : الشبكة العام للشبكة 68
- شـــكل (2 – 2) : المسار في الشبكة (Chemin) .....
- شـــكل (2 – 3) : السلسة (chaîne) 69
- شـــكل (2 – 4) : الدّارة (circuit) 69
- شـــكل (2 – 5) : الشجرة (l'abre) 70
- شـــكل (2 – 6) : الشبكة G 70
- شـــكل (2 – 7) : شبكة غير متناظرة 71
- شـــكل (2 – 8) : شبكة المثال (3 – 1) المدن وأطول الطرق الواصلة بينها 72
- شـــكل (2 – 9) : شبكة المثال (3 – 2) 73
- شـــكل (2 – 10) : شبكة المثال (3 – 3) 74
- شـــكل (2 – 11) : الشبكة B 74
- شـــكل (2 – 12) : الشبكة G والشبكة الجزئية لها..... 76
- شـــكل (2 – 13) : الشبكة G والشبكة التحتية لها..... 76
- شـــكل (2 – 14) : الشبكة G والشبكة المختزلة لها..... 76
- شـــكل (3 – 1) : شبكة المثال (3 – 4) لتطبيق خوازمية فورد..... 78
- شـــكل (3 – 2) : شبكة الحل للبحث عن أقصر مسار(مرحلة الذهاب) 78
- شـــكل (3 – 3) : شبكة الحل للبحث عن أقصر مسار(مرحلة الإياب) 81
- شـــكل (3 – 4) : شبكة المسار المسار الأمثل للمثال(3 – 4)..... 83
- شـــكل (3 – 5) : شبكة الحل للبحث عن أطول مسار(مرحلة الذهاب) 84
- شـــكل (3 – 6) : شبكة الحل للبحث عن أطول مسار(مرحلة الإياب) 86
- شـــكل (3 – 7) : تطبيق طريقة الفحص التتابعي على شبكة المثال (3 – 4)..... 88
- شـــكل (3 – 8) : شبكة المثال (3 – 5) 91
- شـــكل (3 – 9) : المسارات المثلى لطرقة المصفوفات 94
- شـــكل (3 – 10) : المسرى الأثل المتوصل إليه بطريقة المصفوفات 101
- شـــكل (4 – 1) : خوارزمية الحل لفورد فلكرسون..... 103
- شـــكل (4 – 2) : قاعدة كورشوف..... 103
- شـــكل (4 – 3) : خوارزمية الحل لفورد فلكرسون لحل مثال (4 – 1) 105
- شـــكل (4 – 4) : شبكة البحث عن أمثل تدفق للمثال (4 – 1) 106
- شـــكل (4 – 5) : اختبار الحل لتحسينه 107
- شـــكل (4 – 6) : تحسين الحل 108

- شـــكل (4 – 7) : : شبكة الحل الأمثل للمثال (4 – 1) 108
- شـــكل (5 – 1) : شجرة بسبعة قمم وستة أحرف 110
- شـــكل (5 – 2) : شبكة توصيل الكهرباء للقرى لسونالغاز المثال (4 – 2)..... 111
- شـــكل (5 – 3) : الشجرة المثلى بخوازمية كريسكال (حالة الشجرة الدنيا)..... 112
- شـــكل (5 – 4) : الشجيرتين α ، ß 113
- شـــكل (5 – 5) : الأحرف الرابطة بين α ، ß 114
- شـــكل (5 – 6) : الشجرة المثلى بخوارزمية سولان (حالة الشجرة الدنيا)..... 114
- شـــكل (5 – 7) : الشجرة المثلى بخوارزمية كريسكال(حالة الشجرة العظمى)..... 117
- شـــكل (5 – 8) : الشجيرات α، ß ، λ بتطبيق خوارزمية سولان 118
- شـــكل (5 – 9) : الأحرف الرابطة بين الشجيرتين α ، ß 118
- شـــكل (5 – 10) : الشجيرات δ، λ 119
- شـــكل (5 – 11) : الأحرف الرابطة بين الشجيرتين δ، λ 119
- شـــكل (5 – 12) :الشجرة المثلى بتطبيق خوارزمية سولان
(حالة الشجرة العظمى) مثال (4 – 2) 119
- شـــكل (6 – 1) : هرم الأعمار لعمّال شركة ALZINC..... 160
- شـــكل (6 – 2) : إنتاج الزنك سنة 2006..... 163
- شـــكل (6 – 3) : VENTES PHYSIQUES PAR DESTINATION 2006..... 168
- شـــكل (6 – 4) :LES VENTES 2006 PAR CLIENT ZINC ET ALLIAGES.. 170

فهرس المنحنيات

* فهـــــــــرس المنحنيات *

- منـــحنى (1 – 1) : إستـراتيجيّـات التـوزيـع 45
- منـــحنى (1 – 2) : سـاعات العمـل في الورشـات الثـلاثـة مثـال (2 – 1)..... 47
- منـــحنى (1 – 3) : سـاعات العمـل في الورشـات الثـلاثـة مثـال (2 – 2)..... 60
- منـــحنى (1 – 4) : النقـط المحـددة لمنطقـة الحلـول 62
- منـــحنى (1 – 5) : جـدول Simplexe 64
- منـــحنى (1 – 6) : جـدول Simplexe للمثـال (2 – 2) 65
- منـــحنى (2 – 1) : جـدول Big Méthode Simplexe للمثـال (2 – 3) 162

المراجع

المراجع باللغة العربية

1. جاسم مجيد « التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية ».مؤسسات شباب الجامعة- الإسكندرية-2004.

2. سعيد أوكيل « وظائف ونشاطات المؤسسة الصناعية»-الديوان الوطني- 1992.

3. عبد الستار محمد علي « إدارة الإنتاج و العمليات ».

4. محمد توفيق الماضي « إدارة الإنتاج و العمليات » -الدار الجامعية-الإسكندرية.

5. مدحت القريشي « الاقتصاد الصناعي » دار وائل للنشر- الطبعة الثانية-2005-

6. محمد إسماعيل بلال « إدارة الإنتاج والعمليات-مدخل كمي- »دار الجامعة الجديدة.

7. د.فريد عبد الفتاح زين الدين «تخطيط ومراقبة الإنتاج مدخل إدارة الجودة».

8. محمد الحناوي، علي الشرقاوي «إدارة النشاط الإنتاجي في المشروعات الصناعية» الدار الجامعية.

9. هاني حامد الضمور« طرق التوزيع » ، دار وائل للنشر عمان الأردن-

10. د. عصام الدين أمين أبو علفة « التوزيع" (المفاهيم، الاستراتيجية، العمليات) "النظرية والتطبيق».

11.د.منى محمد علي الطائي « الاقتصاد الإداري» دار زهران للنشر والتوزيع.1998

12.فتحي خليل حمدان،رشيق رفيق مرعي « مقدمة في بحوث العمليات» دار وائل للنشر،الطبعة الرابعة.2004

13.محمد راتول « بحوث العمليات » ديوان المطبوعات الجامعية.2004

14.كمال خليفة أبو زد،زينات محمد محرم « دراسات في استخدام بحوث العمليات في المحاسبة » ،المكتب الجامعي الحديث-2006

15.محمد اسماعيل بلال « بحوث العمليات استخدام الأساليب الكمية في صنع القرار» الدار الجامعية الجديدة -2005.

16.سهيلة عبد اللة سعيد « الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات » الطبعة الأولى.2007

17.محمد صالح الحناوي، محمد توفيق الماضي « بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج » الدار الجامعية-2006.

18.نبيل محمد مرسي « التحليل الكمي في مجال الأعمال » دار الجامعة الجديدة-2004.

19.محمد أسعد عبد الوهاب النيداني « مقدمة في بحوث العمليات» مكتبة ومطبعة الإشعاع الفنية، الطبعة الثالثة،1998.

20.د.نصيب رجم « إدارة أنظمة التوزيع - تطبيقات ودراسة حالة - » دار العلوم للنشر والتوزيع.

21.د.محمد توفيق الماضي، د.اسماعيل السيد « إدارة المواد والإمداد » الدار الجامعية.

22.أرمان داين « التسويق » منشورات عويدات.

23.د.بكري ،سونيا « تخطيط ومراقبة الإنتاج » الاسكندرية،مكتبة الإشعاع.1996

24.د.مخيمر، عبد العزيز جميل « إدارة الإنتاج والعمليات - مدخل إتخاذ القرار» المنصورة ،قسم الإدارة،كلية التجارة،1995.

25.د.علي عبد السلام المعزاوي « بحوث العمليات في مجال الإنتاج والنقل» منشورات دار النهضة العربية، القاهرة .1980.

26.د.حسين عطا غنيم « دراسات في بحوث العمليات -نماذج وتطبيقات» منشورات كلية المحاسبة-غريان.1992.

27.د.محمد سليمان هدى « بحوث العمليات -تطبيقات وخوارزميات».دار الحامد.1999

(les références) المراجع باللغة الفرنسية

1. **Aouni belaid , Amal Hassain , Jean. Marc Martel** " les références du décideur dans le goal programming: état de l'art et perspectives futures" 6ème conférence francophone de modélisation et simulation –Rebat. Maroc- 2006.

2. **Boualem bemmazouz**"recherche opérationnelle de gestion " Atlas édition

3. **Boutaleb kouider** " théorie de la décision – éléments de cours", office de publications universitaire.

4. **D.Barczyk,R.Evrard** "la disribution "édition nathan, 1997

5. **François Blondel** " gestion de la production- comprendre les logiques de gestion industrielle pour agir " 4ième édition. Dunod.Paris,2005.

6. **F.Droesbeke, M.Hallin, Ci.L effeve**" les graphes par l'exemple .

7. **GH.Opris** " Programmation linéaire " Algérie.1983.

8. **Gilles Bresssy, Christian Knonkynt**" économie d'entreprise " 7ème édition. 2004.

9. **Hugues Molet** "système de production et de logistiques ", la voisier, 2006.

10. **J.Lendrevie, D.Lindo, R.Lanfer** "théorie et pratique de marketing ".Dalloz gestion,2ième édition 1979.

11. **J.P Flipo** "pratique de direction commercial marketing". Paris. 1981.

12. **Jaque vigny** " distribution",Dalloz,3ième édition 2000.

13. **Jean Maucorps** " optimisation des réseaux des ventes "

14. **J.How** "Distribution " edition d'organisation.paris,1998.

15. **José destrous " outils d'aide a la dicision "** ,dunod,1998.

16. **Kaufman.A** "Invitation a la recherche opérationnelle " ,Dunod, Paris.1979.

17. **Marie_Laure Allaine,Claire chambolle** " économie de la distribution" édition la découverte, Paris ,2003 .

18. **M .Filser** "canaux de distribution –discription, analyse, gestion" - Paris.1989.

19. **Miloude Boubaker** "la disribution en Algérie : enjeux et perspectives " office des publication universitaire.

20. **Nadia benhareth** " recherche opérationnelle , théorie des graphes ".

21. **Prièrre Béranger** " la nouvelle règle de la production vers l'excellence industrielle" ,Dunod,1995.

22. **Pinor,YYes**" logistique,production,distribution, soutien", 3ième édition.

23. **P.Azoulzy, P.Dassonville** " recherche opérationnelle de gestion ",presse universitaire de France.

24. **.Robert faure, Bernard Lemaine,Christophe Picoulou** "précis de recherche opérationnelle – cours et exercice d'application ", 5ième édition.Dunod.

25. **Robert faure** " Exrcices et problème résolus de recherche opérationnelle,graphes :leurs usage,leurs algorithme",Dunod,1998.

26. **W.George Plossel** " la nouvelle donne de la gestion de production"- Paris.1993.

27. **Y. Fournis** "le réseau de vente" Dunod entreprise_1ière édition, 1997.

رسائل وأطروحات جامعية:

1. مقيدش"التخطيط الإجمالي للطاقة الإنتاجية"أطروحة لنيل شهادة الماجستير تحت إشراف البروفيسور بلمقدم مصطفى.جامعة تلمسان.

2. كازي ثاني لطفي"تحليل نمطي لمتغيرات نموذج البرمجة بالأهداف" أطروحة لنيل شهادة الماجستير تحت إشراف البروفيسور بلمقدم مصطفى.جامعة تلمسان.2007

3. موسليم حسين "توحيد وحدات القياس في البرمجة الخطية بالأهداف "أطروحة لنيل شهادة الماجستير تحت إشراف البروفيسور بلمقدم مصطفى.جامعة تلمسان .2005.

الملاحق