الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Université Abou Bekr Belkaid
Tlemcen Algérie
جامعة أبي بكر بلقايد
تلمسان الجزائر

كلية العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية

أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية

تخصص: بحوث العمليات وتسيير المؤسسات

بعنوان:

فعالية استخدام البرمجة الديناميكية في عملية اتخاذ قرار إدارة المخزون – مشروع بناء سد شركة SEROR -

من إعداد الطالب:

- قازي أول محمد شكري

تحت إشراف:

- الدكتور : أونان بومدين

أعضاء لجنة المناقشة

-ا.د بلمقدم مصطفى	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	رئيسا
- د. أونان بومدين	أستاذ محاضر	جامعة سيدي بلعباس	مشرفا
-ا.د بطاهر سمير	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	ممتحنا
- د.صوار يوسف	أستاذ محاضر	جامعة سعيدة	ممتحنا
- د.يحيى برويقات عبد الكريم	أستاذ محاضر	جامعة تلمسان	ممتحنا
-د. بن سعيد محمد	أستاذ محاضر	جامعة سيدي بلعباس	ممتحنا

السنة الجامعية :2014-2015.

إهداء

أهدي هذا العمل المتواضع إلى أغلى شمعتين أنارتا لي دربي و أعز مخلوقين في الوجود

والداي اعترافا مني لهما بالجميل.

إلى زوجتي الكريمة و جميع أقاربها.

إلى أخواتي: أمال، نعيمة و سهام.

إلى جميع الأهل و الأقارب سوآءا كانوا من بعيد أو قريب.

إلى جميع زملائي الأساتذة بجامعتي سيدي بلعباس و تلمسان.

إلى من ساعدني من قريب أو من بعيد في إنجاز هذا العمل.

قازي أول محمد شكري.

تشكرات

بداية أتقدم بشكري إلى الله سبحانه و تعالى الذي منحني القوة و الصبر في إنجاز هذا العمل المتواضع.

أتوجه بالشكر الجزيل و العرفان و التقدير إلى كل من ساعدني من قريب في إنجاز هذا العمل و الأخص بالذكر البروفيسور بلمقدم مصطفى و الأستاذ أونان بومدين على توجيهاتهما الصائبة و تشجيعاتهما المعنوية طوال مدة إشرافهما علي و حرصهما على إتمام هذا العمل على أحسن وجه.

و أشكر السادة الأساتذة أعضاء اللجنة على قبولهم و تفضلهم بمناقشة و إثراء هذه المذكرة مسبقا.

كما لا أنسى أن أشكر كل من شارك في إخراج هذا العمل للضوء و لو بكلمة طيبة أو ابتسامة أو دعاء، و أسأل الله العلي القدير أن ينفع بهذا العمل قارئه و أن يتقبله في ميزان الحسنات إنه سميع قريب مجيب الدعوات.

قازي أول محمد شكري

الفهرس

المقدمة العامة ..... أ

الفصل الأول: الدراسة النظرية التحليلية للقرارات الإدارية ولإدارة المخزون

المقدمة..... 01

I. الإطار النظري للقرارات الإدارية..... 03

I. 1. ماهية صنع القرارات..... 03

I. 2. أهمية عملية اتخاذ القرارات الإدارية..... 05

I. 3. الخطوات العلمية لاتخاذ القرارات..... 06

I. 4. العوامل المؤثرة على عملية اتخاذ القرار..... 08

I. 5. تصنيف القرارات الإدارية..... 10

I. 6. حالات أو ظروف اتخاذ القرارات الإدارية..... 19

I. 7. الأساليب المستخدمة في اتخاذ القرارات الإدارية..... 21

I. 8. الأهمية النسبية للأساليب العلمية و الكمية..... 29

II. الإطار النظري لنظرية المخزون.... 34

II. 1. تعريف نظرية التخزين (Storage Theory Definition) 35

II. 2. تعريف المخزون (Inventory or Stock Definition) 35

II. 3. الهدف من التخزين (Storage Target) 35

II. 4. تطور نظرية التخزين (Storage Theory Development) 36

II. 5. الشكل العام لأنظمة التخزين..... 38

II. 6. عناصر تكاليف المخزون الأساسية..... 40

II. 1.6. عناصر تكاليف المخزون الأساسية..... 40

II. 2.6. تكاليف الطلبية..... 41

II. 3.6. تكلفة التخزين..... 41

II. 4.6. تكاليف العجز..... 42

II. 7. أنواع نماذج التخزين..... 42

II. 1.7. النماذج المحددة..... 42

II. 2.7. النماذج الاحتمالية..... 43

الخاتمة..... 45

الفصل الثاني: البرمجة الديناميكية

المقدمة..... 47
I. نشأة و التطور التاريخي لبحوث العمليات..... 48
II. مفهوم بحوث العمليات..... 50
III. أنواع نماذج بحوث العمليات..... 52
IV. التعريف بتقنية البرمجة الديناميكية و مزاياها..... 53
IV. 1. القدرة على حل المسائل غير الخطية..... 56
IV. 2. القدرة على معالجة مناطق الحلول غير المحدبة..... 65
IV. 3. القدرة على معالجة المسائل ذات المتغيرات المنقطعة (الأعداد الصحيحة) 73
V. عمليات القرار متعددة المراحل (عناصرها وأنماطها) 75
V. 1. عناصر عمليات القرار المتعددة المراحل..... 76
V. 2. الأنماط الأساسية لعمليات القرار المتعددة المراحل..... 79
صياغة البرمجة الديناميكية (العلاقات التتابعية) 80
VI. 1. أسلوب العد الضمني..... 82
VI. 2. بناء علاقة تتابعية أمامية..... 84
VI. 3. بناء علاقة تتابعية خلفية..... 96
VI. 4. البرمجة الديناميكية في ظل آفاق مؤكدة..... 97
VI. 5. البرمجة الديناميكية في ظل آفاق غير محدودة..... 103
VI. 6. البرمجة الديناميكية التصادفية..... 105
VII. خوارزمية الإياب – الطريقة الشبكية..... 109
VIII. خوارزمية الإياب – الطريقة الجدولية..... 109
الخاتمة..... 111

الفصل الثالث: تطبيق البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون

المقدمة..... 112

I. شركة الدراسات و إنجاز الأعمال الفنية بالغرب الجزائري..... 113

II. صياغة النموذج العام لمسألة إدارة المخزون بالبرمجة الديناميكية..... 117

III. الوصف الرياضي لمسألة إدارة المخزون بالبرمجة الديناميكية..... 118

IV. تصميم برنامج حاسوبي بلغةMicrosoft Visual Basic 6.0 لحل المشكلة المطروحة..... 123

IV. 1. البيانات المدخلة إلى البرنامج الحاسوبي..... 123

V. حل نموذج إدارة المخزون باستخدام البرمجة الديناميكية (المشكلة المطروحة) باستعمال برنامج حاسوبي Microsoft Visual Basic 6.0 128

V. 1. إجراء استبيان إحصائي لأسعار المواد الأولية للبناء..... 128

V. 2. الكميات اللازمة من مادة الاسمنت لمشروع بناء سد بولاية معسكر..... 130

V. 3. تطبيق البرنامج الحاسوبي لإدارة المخزون على مشروع بناء سد بولاية معسكر..... 130

الخاتمة..... 157

الخاتمة العامة..... 158

الملاحق..... 161

قائمة الأشكال ، الجداول..... 164

قائمة المصادر والمراجع..... 167

المقدمة العامة

مقدمة عامة:

يتسم عالم اليوم بالتطورات التقنية والاقتصادية والاجتماعية و كبر حجم المنشآت و اتسام بيئة الأعمال بالتغير المستمر (الديناميكية) و عدم التأكد، الأمر الذي أدى إلى تعقد و تشابك المشكلات الاقتصادية و الاجتماعية و السياسية التي تواجهها المؤسسات، و أصبح من الصعب على الإدارة الاعتماد على الحدس و التخمين في حل المشكلات التي تواجهها عند القيام بوظائفها و منها على وجه التحديد اتخاذ القرارات الاستراتيجية.

و في ضوء هذا التقدم و التطور السريع في شتى المجالات، فقد ظهرت الحاجة الماسة للاعتماد على أدوات علمية و منطقية تساعد على اتخاذ القرارات و تقدم المشورة المناسبة لحل المشاكل التي تواجه منظمات الأعمال. و من بين هذه الأدوات العلمية الكمية أساليب بحوث العمليات التي أصبحت تحتل دورا بارزا في ترشيد القرارات في المؤسسات الصناعية و الخدمية...الخ. و التي هي من بين مخرجات المدرسة العلمية في الإدارة التي تنادي لتطبيق الأساليب العلمية في اتخاذ القرارات الإدارية لكي تجعلها أكثر دقة و موضوعية.

لذلك وجدنا أنه من الضروري أن نتعرف على أساليب بحوث العمليات بصفة عامة و أسلوب البرمجة الديناميكية بصفة خاصة، و التي تمكن أصحاب القرار استخلاص الحلول المثلى التي تساهم بشكل فعال في عملية اتخاذ القرار المناسب.

إشكالية البحث

إن أي مشروع بناء يتكون من مجموعة من المراحل، حيث أن كل مرحلة تحتاج لإنجازها إلى تأمين عدد من الموارد (عمال، آلات، مواد أولية...الخ)، و يعد برنامج الموارد من البرامج الهامة و الأساسية في إدارة المشروع، و الذي يهدف إلى تحديد الكميات الواجب توريدها و تخزينها في كل مرحلة من المشروع.

و بما أن الموارد المالية محدودة في أي مشروع، فإنها تدعي الحاجة إلى حسن إدارة و تنظيم

هذه الموارد لتحقيق أعظم استثماراتها و أكبر عائد ممكن من خلال تقليل من الكلفة، و ذلك بتطبيق الطرق الرياضية الحديثة، و على رأسها تطبيق البرمجة الديناميكية في ترشيد القرار.

بناءا على ما تم عرضه و نظرا لأهمية الموضوع من الناحية الاقتصادية فإن الإشكالية المطروحة في هذا البحث هي:

كيف يمكن استخدام البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون قصد تحقيق أدنى تكلفة في مشروع بناء سد لشركة SEROR ؟

و لمعالجة هذه الإشكالية، تم صياغة الفرضيتين التاليتين:

- استخدام البرمجة الديناميكية يساهم في ترشيد قرارات إدارة المخزون في مشروع بناء سد داخل شركة SEROR.
- إن تطبيق البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون يساهم في تخفيض تكلفة المشروع.

أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى:

1. إظهار مدى أهمية بحوث العمليات (أسلوب البرمجة الديناميكية) و الدور الذي تؤديه في عملية اتخاذ القرارات متعددة المراحل.
2. استخدام البرمجة الديناميكية متعددة المراحل في ضوء مبدأ الأمثلية و استخدام الصيغة الأمامية أو العكسية للوصول إلى العائد الأمثل و تحسين نوعية و كفاءة القرار و ذلك بالاستعانة بإحدى البرامج الحاسوبية.
3. قلة الأدبيات و الدراسات التي أعطت البرمجة الديناميكية أهميتها في معالجة معظم المشكلات الإدارية و الاقتصادية.

أهمية البحث

تتجلى أهمية البحث استخدام البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون، وحث المسؤولين أو صناع القرار على استخدام هذه الأساليب الرياضية الحديثة للتقليل من تكلفة المشروع.

منهج البحث و أسلوبه

اعتمدت الدراسة على المنهج التحليلي، حيث أن تحقيق أهداف البحث و اختبار الفرضيتين تتطلب أن يجمع هذا البحث بين الشقين النظري و الميداني لقطاع موضوع الدراسة و البحث، و ذلك بهدف التصور الأمثل لعرض المشكلة و تحليليها و وضع الحلول المناسبة لها من الناحية النظرية و التطبيقية.

الدراسات السابقة:

بالرغم من أهمية هذا الموضوع إلا أنه تقل الدراسات و المراجع في هذا المجال، حيث نجد من بين الدراسات التي حاولت معالجة هذا الموضوع أو جزء منه ما يلي:

- مذكرة مقدمة نيل شهادة ماجستير للباحثة بوكليخة لطيفة بعنوان "**تخطيط الإنتاج باستخدام البرمجة الديناميكية دراسة حالة المؤسسة الوطنية للصناعات النسيجية و الحريرية SOITEX** "، 2008-2009 تحت إشراف بلمقدم مصطفى، جامعة تلمسان و التي قامت بدراسة عملية تخطيط الإنتاج و ذلك بمحاولة اقتراح طريقة البرمجة الديناميكية لإعداد الخطة الإنتاجية في مؤسسة SOITEX.

- مذكرة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه للباحثة غازي هيفا بعنوان "**صياغة مسألة تمهيد الإنتاج كمسألة البرمجة الديناميكية مع خوارزميات للحل و مثال توضيحي**" جامعة البعث جمهورية العربية السورية 2011.

حيث اهتمت بدراسة توابع الكلفة و الإنتاج باستعمال تقنية البرمجة الديناميكية و تطبيق هذه الدراسة على إحدى المؤسسات السورية.

- بحث بعنوان "**البرمجة الديناميكية و التحكم الأمثل**" للباحث Bertsekas و الذي عمل على حل مسألة توجيه المخزون للبائع كتطبيق عملي بواسطة نظام (Vendor Managed Inventory VMI) الذي من خلاله يعرف البائع حاجة الزبون و زمن الإمداد المناسب لهذا المخزون بأقل التكاليف الممكنة مستخدما سلاسل ماركوف ، و هي إحدى تطبيقات البرمجة الديناميكية في اتخاذ القرار و إيجاد الحل.

فدرس بذلك السياسات الأمثلية لتحديد المخزون وحيد الموزع من البائع لعدة زبائن و كانت نتائج البحث متعلقة بالسلع الاستهلاكية.

و بالتالي فإن مسألة إدارة المخزون مواد البناء اللازمة في ورشة البناء باستخدام البرمجة الديناميكية لم يتطرق إلى دراستها أي من الباحثين.

تنظيم البحث

تم تقسيم هذا البحث المتواضع إلى ثلاث فصول رئيسية:

الفصل الأول: يتضمن الدراسة النظرية للقرارات الإدارية من جهة و ذلك بالتطرق إلى ما هي صنع القرار و أهمية عملية اتخاذ القرار، تصنيف القرارات، الحالات و العوامل المؤثرة على عملية اتخاذ القرار، الأساليب المستخدمة في اتخاذ القرار و أهمية الأساليب العلمية الكمية في اتخاذ القرار و لإدارة المخزون من جهة أخرى و ذلك بالتطرق إلى: تعريف نظرية التخزين، تعريف المخزون، الهدف من التخزين، تطور نظرية التخزين، الشكل العام لأنظمة التخزين ، عناصر تكاليف المخزون الأساسية أنواع نماذج التخزين.

الفصل الثاني: نتطرق أولا إلى بحوث العمليات، فنعرف مفهوم و نشأة بحوث العمليات ثم أنواع نماذج بحوث العمليات و ثانيا البرمجة الديناميكية و كل ما يتعلق به من خلال النقاط التالية: تعريف البرمجة

الديناميكية و مزاياها ثم عناصر و أنماط عمليات القرار متعددة المراحل و في الأخير نتطرق إلى العلاقات التتابعية في البرمجة الديناميكية.

الفصل الثالث: نقوم بالدراسة التطبيقية الميدانية للبرمجة الديناميكية على شركة الدراسات و إنجاز الأعمال الفنية بالغرب الجزائري SEROR في حل مشكلة إدارة المخزون لمشروع بناء سد و ذلك باستعانة برنامج حاسوبي مصمم بلغة Microsoft Visual Basic 6.0.

الفصل الأول

الدراسة النظرية للقرارات الإدارية ولإدارة المخزون

المقدمة:

إن عملية اتخاذ القرار تنتشر في جميع المجالات و المستويات بدءا من الفرد الذي يعمل من خلال سعيه المستمر من أجل البقاء و ممارسة النشاط الإنساني، أما إذا انتقلنا إلى مجال الحياة العملية أي على مستوى الإدارة فيراها الإداري أنها تتصل اتصالا مباشرا بالوظائف الإدارية الأخرى، بل يمكن القول أنها أكثر أهمية من باقي العمليات الأخرى حيث تشكل عاملا مشتركا بين كل الوظائف الإدارية (تخطيط، تنظيم، توجيه، رقابة،...الخ)، و بناءا عل ذلك أصبحت القرارات الإدارية من أهم الموضوعات الإدارية التي تلقى اهتماما كبيرا من جانب المهتمين بالإدارة و المهتمين بالقانون الإداري نظرا لحيوية و أهمية الدور العلمي و التنظيمي و الوظيفي لها، حيث اعتبر بعض المهتمين بالإدارة عملية اتخاذ القرارات جوهر العملية الإدارية و قلب الإدارة و وسيلتها الأساسية في تحقيق أهداف المؤسسة.

فلم تعد عملية اتخاذ القرار تعتمد على التجربة و الخطأ أو التخمين فقط بل أصبحت تستند إلى مناهج و أساليب علمية لتساهم في حل المشكلات المختلفة التي تواجه الإدارة بالاعتماد على التحليل الكمي للبيانات و المعلومات، أما بالنسبة لإدارة المخزون فمن الصعوبات التي نواجها أنه ورشة العمل تتكون من عدة مراحل و إن هذه الورشة تحتاج إلى كمية إجمالية من المواد الأولية و المطلوب اتخاذ القرار الأمثل بالكميات الواجب توريدها إلى الورشة في كل مرحلة و بالتالي الكميات الواجب تخزينها في كل مرحلة، و عليه سوف نتطرق في هذا الفصل أولا لدراسة الجانب النظري للقرارات الإدارية و ذلك من خلال النقاط التالية:

- ماهية صنع القرار.
- أهمية عملية اتخاذ القرار.
- أنواع القرارات (تصنيف القرارات).
- حالات (أو ظروف) اتخاذ القرارات.
- الخطوات العلمية لاتخاذ القرارات.
- العوامل المؤثرة على عملية اتخاذ القرار.

- الأساليب المستخدمة في اتخاذ القرار.
- الأهمية النسبية للأساليب العلمية و الكمية.

و إلى الجانب النظري لإدارة المخزون و ذلك من خلال النقاط التالية:

- تعريف نظرية التخزين.
- تعريف المخزون.
- الهدف من التخزين.
- تطور نظرية التخزين.
- الشكل العام لأنظمة التخزين .
- عناصر تكاليف المخزون الأساسية .
- أنواع نماذج التخزين.

I. الإطار النظري للقرارات الإدارية:

عرفت البشرية فنون الإدارة و ممارستها عمليا منذ أقدم العصور، و ظهر النشاط الإداري مبكرا في تاريخ الحضارة الإنسانية.

ذلك أنه إذا كانت العملية الإدارية هي أساسا عملية تنسيق و توجيه جهود الأفراد و الجماعات نحو تحقيق أهداف معينة (فردية أو جماعية).

و إن القرارات هي من أهم وسائل الإدارة لتحقيق هذه الأهداف، فإن الكثير من المفاهيم المرتبط بالقرارات لها جدور تمتد في تاريخها إلى الوقت الذي بدأ فيه التفاعل الاجتماعي، و بالتالي فإن الكثير من المفاهيم الإدارية الحديثة و المرتبطة بموضوع القرارات الإدارية كانت نتيجة للتطور التاريخي في الإدارة القديمة.

I. 1. ماهية صنع القرارات

يواجه المديرون في المؤسسات الصناعية في كثير من الأحيان مشاكل عديدة، هذه المشاكل تحتاج إلى اتخاذ قرارات مناسبة حتى يتمكن المديرون من تسيير الأعمال داخل تلك المؤسسات بصورة سليمة.

تعتبر عملية صنع القرارات عملية ديناميكية تشكل المحور الرئيسي لوظائف التسيير في الإدارة على مختلف مستوياتها التنظيمية أي شاملة لجميعها و تعرف عملية صنع القرار بأنها الخطوات التي يتم بمقتضاها البحث في المشكلة و تقديم أفضل الحلول و أنسبها من بين البدائل المتاحة و الهادفة لحل هذه المشكلة .

و إن اتخاذ القرارات ليس أمرا سهلا، فاتخاذ القرارات هو أسلوب اختيار بين أفضل البدائل لغرض تحقيق الأهداف المرجوة، و أيضا اختبار لمدى كفاءة المديرين و قدرتهم على تحمل المسؤولية[1] ، وعملية اتخاذ القرارات تدخل فيها مجموعة من العوامل الاقتصادية و السياسية و الاجتماعية و النفسية. كما أنها تعتمد على توافر المعلومات و التي يتم الحصول عليها من مصادر متعددة.

[1]-خان محمد يونس، و هشام صالح غرايبة **"الإدارة المالية"** نيويورك جون وايلي 1986 ص 15.

و يتوقف مدى كفاءة القرارات المتخذة على الطريقة التي يتم بها اتخاذ القرارات، و كفاءة الأفراد المشاركين في عملية اتخاذ القرارات، و ينعكس هذا بدوره على كفاءة الأداء التنظيمي داخل المؤسسات[1].

و يتفق أغلب الكتاب و المفكرين –في مجال الإدارة على أن اتخاذ القرارات هو جوهر العملية الإدارية كلها، و أن نجاح أي منظمة يتوقف إلى حد بعيد على مدى ما تتمتع به إدارتها من قدرة على اتخاذ القرارات المناسبة[2].

عادة ما تتخذ القرارات إما لمواجهة موقف معين، أو لحل مشكلة قائمة، أو لتغيير الاتجاه الحالي للتنفيذ، أو لتثبيت وضع قائم منفذ، أو لمجرد تصحيحه أو لمواصلة السير وفقا للوضع القائم... لذا تعتبر عملية صنع و اتخاذ القرارات بمثابة العمل الذي يكون لنتائجه أكبر الأثر على سير المنشآت و تطورها و على نجاح قيادتها الإدارية و تقدمها في مجال العمل و الإنجاز، و من أجل تحديد المفهوم العلمي لعملية صنع القرارات الإدارية و اتخاذها لابد من التعرف أولا على المفاهيم الآتية :

–القرار: و هو مسار فعل يختاره متخذ القرار باعتباره أنسب وسيلة متاحة أمامه لإنجاز الهدف أو الأهداف التي يبتغيها، أو هو اختيار حل من بين عدة حلول لمشكلة معينة أو من بين سبل العمل المتاحة لتحقيق هدف معين.

–القرار الإداري: و هو الرأي النهائي الذي تتوصل إليه إدارة المنشأة و تعتمده و تتخذه من بين آراء بديلة مختلفة.

–اتخاذ القرار: عملية لاختيار أفضل البدائل المتاحة بعد دراسة النتائج المتوقعة من كل بديل و أثرها في تحقيق الأهداف المطلوبة.

و إن عملية القرار هي عملية تتطلب لاستكمالها إما اتخاذ قرار واحد، و يعرف هذا النوع من العمليات بعمليات القرار ذات مرحلة واحدة أو اتخاذ سلسلة متتالية من القرارات في إطار ما يسمى بعمليات القرار المتعددة المراحل، و هو ما ترتكز عليه دراستنا.

[1]-درويش عبد الكريم، و ليلى تكلا **"أصول الإدارة العامة"** القاهرة مكتبة الأنجلو المصرية 1976 ص 96.
[2]- ريشاردرمارغرين**"تنظيم الأعمال"** ترجمة محمد غريز عبد القادر عامر الطبعة الأولى بنغازي جامعة قريونس 1992 ص 156.

و من هذه المفاهيم يمكن القول أن اختيار البديل الأفضل من بين البدائل المتاحة أنه لا يمكن أن يتم بصورة عشوائية بل تسبق عملية الاختيار هذه خطوات أو مراحل تشكل في مجموعها عملية صنع القرار ، و على هذا الأساس يرى الباحث أن عملية صنع أو اتخاذ القرارات الإدارية هي عملية متتالية من الخطوات أو المراحل الهدف منها هو الوصول إلى تبني البديل الأفضل من بين البدائل المتاحة و ذلك بعد دراستها و تحليل النتائج المترتبة على كل بديل منها و أثرها على تحقيق الأهداف المرجوة و من ثم إصدار الأمر الخاص بالتنفيذ و متابعته للتأكد من سلامة التطبيق و فاعلية القرار المتخذ.

I. 2. أهمية عملية اتخاذ القرارات الإدارية

إن اتخاذ القرارات هي محور العملية الإدارية و ذلك لأنها عملية متداخلة في جمع وظائف الإدارة و نشاطاتها فعندما تمارس الإدارة وظيفة التخطيط فإنها تتخذ قرارات معينة في كل مرحلة من مراحل وضع خطة مواد عند وضع الهدف أو رسم السياسات أو إعداد البرامج أو تحديد الموارد الملائمة أو اختيار أفضل الطرق و الأساليب لتشغيلها، و عندما تضع الإدارة التنظيم الملائم لمهامها المختلفة و أنشطتها المتعددة فإنها تتخذ قرارات بشأن الهيكل التنظيمي و نوعه و حجمه لأسس تقييم الإدارات و الأقسام و الأفراد الذين تحتاج إليهم للقيام بالأعمال المختلفة و نطاق الإشراف المناسب و خطوط السلطة و المسؤولية و الاتصال... و عندما يتخذ المدير وظيفة القيادية فإنه يتخذ مجموعة من القرارات سواء عند توجيه مرؤوسيه و تنسيق مجهوداتهم أو استشارة دوافعهم و تحفيزهم على الأداء الجيد أو حل مشكلاتهم، و عندما تؤدي الإدارة وظيفة الرقابة فإنها أيضا تتخذ قرارات بشأن تحديد المعايير الملائمة لقياس نتائج الأعمال، و التعديلات التي سوف تجريها على الخطة و العمل التي تصبح الأخطاء إن وجدت و هكذا تجري عملية اتخاذ القرارات في دورة مستمرة مع استمرار العملية الإدارية نفسها. إن القرارات المتخذة تؤثر على مستقبل المؤسسة و مدى نجاحها أو فشلها، و على المعاملين و نشاطهم فيها لهذا فإن القرارات الإدارية هي المحور الأساسي و الفعال و الحلقة الرئيسية في العملية الإدارية التي لا تتكامل بدونها فوظائف الإدارة يتحقق وجودها و تنفيذها إلا إذا تم اتخاذ قرارات بشأنها و بشأن جميع النشاطات الأخرى في المؤسسة و الأفراد و العاملين و المتعاملين معها و مع البيئة الخارجية التي

تحيط بها كما تتجلى أهمية القرارات في الإدارة من خلال دور القرارات و ارتباطها بالجوانب العملية الإدارية المختلفة التالية:

أ)التخطيط: يقوم على اتخاذ سلسلة من القرارات الإدارية التي تتعلق بوضع افتراضات حول الأحداث المستقبلية و ردود أفعال، التي كلما كانت قريبة من الواقع كلما كان التخطيط سليما.

ب)التنظيم: يقوم على اتخاذ سلسلة من القرارات الإدارية التي تتعلق بالهيكل التنظيمي الإجراءات التنظيمية طبيعة العلاقة بين العاملين تقسيم العمل مسؤولية العاملين، و تحديد القواعد التي تحكم بسير العمل و نقل عملية اتخاذ القرارات إلى جمع أجزاء التنظيم سواء عموديا أو أفقيا، و العمل على تحقيق تنمية و تدريب العاملين، كما أن تقسيم التنظيم الإداري يتوقف على نوعين: القرارات المتخذة و الكفاءة التي تنفذها.

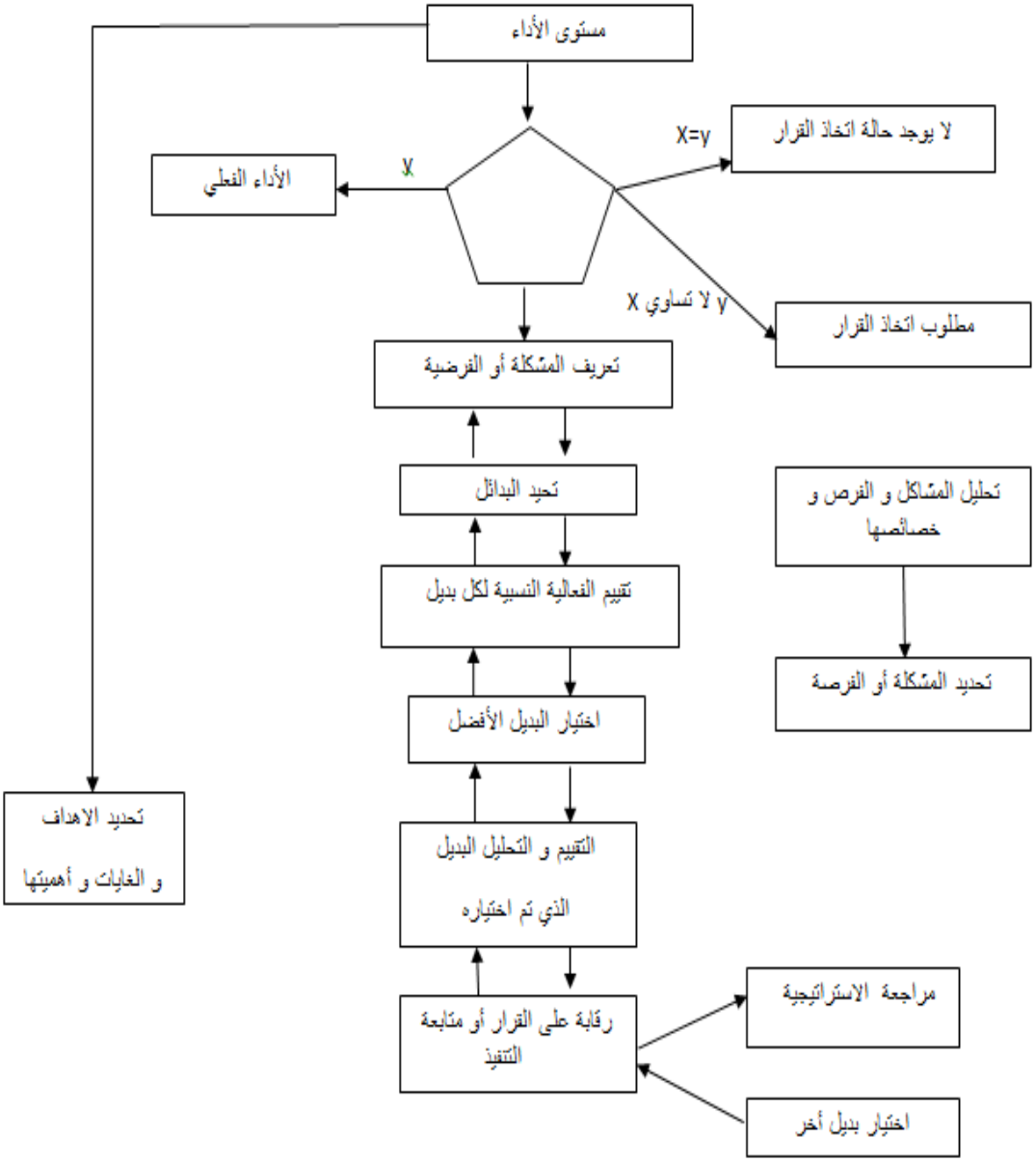
ت)التوجيه: يعتمد على سلسلة من القرارات الإدارية التي تتعلق بكيفية إصدار الأوامر و التعليمات الواضحة و التامة بشأن ما يجب عمله و الإرشاد بأسلوب أداء العمل حسب الظروف القائمة و كيفية الإشراف أثناء التنفيذ و ذلك باستخدام كل وسائل التحضير و التصحيح.

ث)الرقابة: التي تعتمد على سلسلة من القرارات الإدارية التي تتعلق بتحديد المجالات الرقابة معاييرها و المعلومات المطلوبة بها و الزمن اللازم لذلك و الجهات التي تشرف عليها و يمكن القول أن حقيقة المشكلة الإدارية تتمثل باختصار في اتخاذ القرارات التي تحدد كيفية توزيع الموارد على أوجه الاستخدام الغير محدود تحت تأثير العوامل و ضغوط خارجية لا تملك الإدارة قدرة السيطرة عليها إلا في حدود التخفيف من آثارها، كما أن تلك القرارات تتخذ في ظروف تنصف بنقص المعلومات و عدم التأكد و صعوبة الرؤية المستقبلية مما يتطلب ضرورة وجود نظام مناسب فعال يساعد المدير على تقدير بصورة صحيحة و اتخاذ قرارات سليمة.

I.3. الخطوات العلمية لاتخاذ القرارات

إن الغرض من أي قرار هو مواجهة موقف معين أو حل مشكلة قائمة أو محتملة الوقوع فيها، و إن القرار الرشيد هو ذلك القرار الذي يعتمد في اتخاذه على مجموعة من الخطوات حيث يمكن توضيح هذه الخطوات في الشكل التالي :

الشكل (1-1): برمجة خطوات عملية، اتخاذ القرار



المصدر:

H.M.E. Soude Management decision method, for managers of engineering Reimhold co 1980, p15. and research, New York, Van nostranel

I. 4. العوامل المؤثرة على عملية اتخاذ القرار

تطرقنا إلى مراحل عملية اتخاذ القرار، من تحديد المشكلة إلى أن يتخذ القرار باختيار أكثر البدائل المطروحة أفضلية لحل المشكلة، و الهدف من إتباع هذه الخطوات هو الوصول إلى لقرار السليم، لأن وقوع أية أخطاء في البيانات أو المعلومات أو عدم العناية بدراسة البدائل المطروحة يؤدي إلى الوصول بمتخذ القرار إلى قرار غير سليم أو خاطئ. و في الحقيقة فإن هناك عوامل متعددة تؤثر على عملية اتخاذ القرار في مراحلها المختلفة، قد تعيق صدور القرار بالصورة الصحيحة، أو قد تؤدي إلى التأخر في صدوره، أو يلقى العديد من المعارضة سواء من المنفذين لتعارض القرارات مع مصالحهم، أو من المتعاملين مع المؤسسة لعدم تحقيقها لغاياتهم و مصالحهم، من هذه العوامل[1]:

أ- عوامل البيئة الخارجية:

تتمثل عوامل البيئة الخارجية في الضغوط الخارجية القادمة من البيئة المحيطة التي تعمل في وسطها المؤسسة و التي لا تخضع لسيطرة المؤسسة، و يمكن إدراجها كالآتي:

- الظروف الاقتصادية و المالية السائدة في المجتمع.
- التطورات التكنولوجية و القاعدة التحتية.
- العوامل التنظيمية، الاجتماعية مثل النقابات و التشريعات و القوانين الحكومية.

إن هذه العوامل تفرض على الإدارة قرارات لا ترغب في اتخاذها أو ليس في مصلحتها دائما.

ب- عوامل البيئة الداخلية:

عوامل البيئة الداخلية تكون مرتبطة بخصائص المؤسسة، يمكن بعضها كما يلي:

- عدم وجود نظام للمعلومات داخل المؤسسة يفيد متخذ القرار بشكل جديد.
- عدم وضوح درجة العلاقات التنظيمية بين الأفراد و الإدارات و الأقسام.
- درجة وضوح الأهداف الأساسية للمؤسسة.
- مدى توفر الموارد المالية و البشرية و الفنية للمؤسسة.

[1]- د. ناديا أيوب، **"نظرية القرارات الإدارية"** ، الطبعة الثالثة ،منشورات جامعية دمشق بسوريا 1992/1993 ص65.

- القرارات التي تصدر عن مستويات إدارية أخرى.

ت- عوامل شخصية و نفسية:

هذه العوامل مرتبطة بمتخذ القرار باعتباره رجلا إداريا و كل من يساهم في صنع القرار و هي تنقسم إلى نوعين هما:

أولا: عوامل نفسية

منها ما يتعلق ببواعث داخلية للشخص و منها ما يتعلق بالمحيط النفساني المتصل به و خاصة في مرحلة اختيار البدائل.

ثانيا: عوامل شخصية

تتعلق بشخصية متخذ القرار و قدراته، إذ أن القرار يعتمد على الميزات الفردية و الشخصية للفرد التي تطورت معه، و عليه تشكل عمليات اختيار الأفراد و تدريبهم عوامل مهمة في نوعية القرارات المتخذة. و عليه فالسلوك الشخصي يؤثر في عملية اتخاذ القرار، فكل مدير له أسلوبه حتى و لو تساوت المهارات، كما أن أنماط السلوك تؤثر تأثيرا مباشرا على القرار ة المتمثلة في: المجازفة، الحذر، التسرع، التهور.

عوامل أخرى: و تتمثل في:

أولا: تأثير عنصر الزمن

يشكل عنصر الزمن ضغطا كبيرا على متخذ القرار، فكما زادت الفترة الزمنية المتاحة أمام متخذ القرار لاتخاذ قراراه، كلما كانت البدائل المطروحة أكثر و النتائج أقرب إلى الصواب و إمكانية التحليل للمعلومات متاحة أكثر، و كلما ضاقت الفترة الزمنية المتاحة كلما تطلب منه السرعة في اتخاذ القرار مما يقلل في البدائل المتاحة أمامه.

ثانيا: تأثير أهمية القرار

كلما ازدادت أهمية القرار ازدادت ضرورة جمع المعلومات الكافية عنه، و تتعلق الأهمية النسبية لكل قرار بالعوامل التالية:

- عدد الأفراد الذين يتأثرون بالقرار و درجة هذا التأثير.
- كلفة القرار و العائد، حيث تزداد أهميته كلما كان العائد المتوقع الحصول عليه نتيجة القرار مرتفعا.
- الوقت اللازم لاتخاذه، فكلما ازدادت أهمية القرار احتاج الإداري إلى وقت أطول ليكتسب الخبرة و المعرفة بالعوامل المختلفة المؤثرة عليه.

I.5. تصنيف القرارات الإدارية

إن عملية اتخاذ القرارات الإدارية هي العملية التي تحدد طريقة الاستخدام الأفضل في ظل مجموعة الظروف المعينة، و هي تمثل من بين مجموعة من الاختيارات، ما يشعر المدير أنه أفضل هدف لبلوغه أو أحسن عمل للقيام به في الحالات، حيث أن القرارات الإدارية التي يتخذها المدير في أي منشأة كثيرة و متنوعة و تختلف في مضمونها و أساليب اتخاذها باختلاف الموقف أو المشكلة التي تواجهها و نتيجة لذلك فقد تباينت وجهات النظر حول اختيار الأسس التي يتم بموجبها تصنيف القرارات ، فيبقى السؤال الذي يطرح ، ما هي أنواع هذه القرارات ؟

إن القرار الإداري يتطلب وجود مشكلة إدارية تحتاج حلا معينا[1] و أن تكون هناك حلول متعددة لمواجهتها تطرح للنقاش و يتم دراستها و تقييمها في ما يتم الاختيار الحل الأكثر ملائمة.

إن عملية التصنيف لأنواع القرارات لا تخضع لمعايير و اعتبارات ثابتة، بل تكون حسبه طبيعة اتخاذ القرارات و تعدد و اختلاف جوانبها و المعايير المختار، حيث أن أهم معايير تصنيف القرارات الإدارية هي:

[1]- d.L Charron Separi **"Organisation et gestion de l'entreprise et application"** Dunod Paris 1998 p 285.

هناك تقسيمات متجانسة[1]لتصنيفات القرارات و أنواعها و فيما يلي عرض أهم هذه التقسيمات.

1. تقسيم بحسب درجة أهميتها و عموم شمولها ضمن مستويات تنظيم المؤسسة و ضعها : (القرارات الإستراتيجية)

التي تمس مبرر وجودها و كيانها و أهدافها السياسية و سياستها الرئيسية و تعتبر القرارات حيوية[2]و تكون على مستوى الإدارة العليا (**القرارات التكتيكية**) محددة الأجل و التي تتعلق بالإجراءات و كيفية استغلال الموارد اللازمة للعمل مما يحقق أعلى معدل من الأداء[3] و غيرها من المسائل، و ذلك على المستوى الإداريين الوسطى و التنفيذية[4]ثم (**القرارات التنفيذية**) و هي القرارات التي تتعلق بمشكلات العمل اليومي و تنفيذه المباشر.

2. تقسيم وفق معيار طبيعتها: (القرارات النظامية) و (القرارات الشخصية)

فعندما يتصرف المدير في إطار دوره كمسئول رسمي فإنه يتصرف في إطار قواعد النظام الرسمي المعلن و المعروف للمجتمع و هذا النوع من القرارات يمكن بالتفويض فيه المستويات الإدارية التالية و التي تأخذ قراراتها في حدود أحكام النظام المقرر، أما القرارات الشخصية فإنها القرارات التي يتخذها المدير في إطار تقديره كفرد و قيمته الذاتية و هذا النوع من القرارات عادة لا يفوض فيه.

3. تقسيم بحسب درجة إمكان جدولتها: (القرارات الروتينية)

متكررة و من ثم فإنه ليست حالات معينة أو ميزة أو فردية في نوعها و هناك قرارات (التي لا يمكن جدولتها) أو (قرارات غير روتينية) وفقا لروتين معين لكونها تتميز بأن موضوعاتها ليست متشابهة أو متماسكة و ذلك تستلزم النظر في كل حالة على حده وفق ظروفها و موضوعها و تتطلب عملية صنع جديدة يتم بعدها اتخاذ القرار وفق الموقف المعين، و كذا نوع المشكلة التي تواجه المنظمات و المديرون فيمكن تصنيفها إلى نوعين[5]:

---

[1]- د. خليل حسن الشماع **"مبادئ الإدارة مع التركيز على إدارة الأعمال "** دار المسيرة للنشر و التوزيع عمان ، الأردن الطبعة 1 ،1997 ص 108.

[2]- C. Bussenault, Prétet **"Economie et gestion de l'entreprise "** 2éme et Vuibert librairie 1998 p 140.

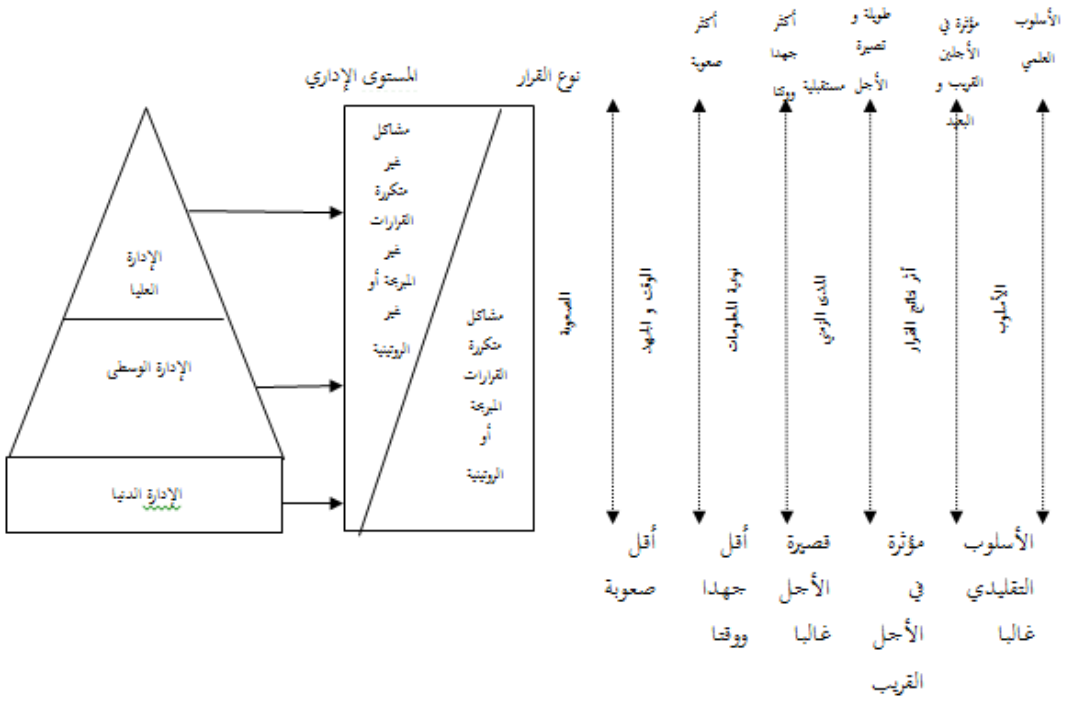
[3]- H. Ansoff **"corporate strategy"** Penguin Book, Harmonds worth 1983 p 30.

[4]- د. عمر و عنائم ، د. علي شرقاوي، **"تنظيم و إدارة الأعمال"** الإسكندرية ، مكتبة الإشعاع 1981 ص 140.

[5]- د. عبد الغفار حنفي ، د. عبد السلام أبو قحف، **"تنظيم إدارة الأعمال"** ، المكتب العربي الحديث الإسكندرية 1999 ص 145.

روتينية أو غير روتينية و الشكل (1-2) يوضح أنواع القرارات و المشكلات في المستويات الإدارية المختلفة و الفروقات بين نوعي القرارات .

الشكل (1-2):أنواع القرارات و المشكلات في المستويات الإدارية المختلفة و الفرو قات بين نوعي القرارات



المصدر: هاشم أحمد عطية "**المحاسبة الإدارية و السياسات الإدارية الحديثة**"، الطبعة الأولى دار و مكتبة الحامد، عمان 2000 ص14.

و يلاحظ من الشكل أعلاه أن الإدارة العليا هي المسئولة عن اتخاذ القرارات الإدارية غير المبرمجة و إن كان هذا لا يمنع اشتراك المستويات الإدارية الأخرى في اتخاذها من قبيل المساهمة في توفير و تقديم المعلومات و بعض الاستشارات التي قد تحتاجها الإدارة العليا.

أما صعوبتها فهي نابعة من كونها تتسم بإحدى الميزات الآتية:

1-تهدف إلى إعطاء جواب جديد لسؤال أو قضية جديدة.

2-تعبر عن استجابة الظروف الداخلية للبيئة الخارجية و تطوراتها.

3-تؤدي إلى إيجاد حالة أو وضع جديد في ضوء الأهداف و الوسائل المتجددة.

4-تتضمن إحداث تغيير جذري في السياسات أو الإجراءات أو الأساليب.

ومن ثم فهي كثيرا ما تستلزم وقتا أطول وجهدا أكبر لجمع المعلومات الوافية والدقيقة لتخفيف حدة التعقيد المصاحبة للمشكلة موضع القرار ولإجراء البحوث والدراسة والتحليل لجميع الفروض والاحتمالات ومناقشتها.

أما من حيث المدى الزمني لامتداد آثارها فان القرارات الإدارية غير المبرمجة تشتمل على:

1-القرارات الإدارية التي يتوقع أن تظهر معظم آثارها خلال فترة زمنية طويلة.

2-القرارات الإدارية _ قصيرة الأجل _ التي لا تتعدى الدورة التشغيلية للمنشأة.

و بقدر تعلق الأمر بالأخيرة منها و هي القرارات الإدارية (غير المبرمجة او غير المتكررة) قصيرة الأجل، فلعل أبرز ما يميزها عن سابقتها هو الآتي:

- إنها تتعلق بمتغيرات النشاط بصورة رئيسية و ليس بتغيير الأنشطة الرئيسية للمنشأة.
- ليس هناك تأثير كبير لعنصري عدم التأكد و الزمن عند توفير المعلومات اللازمة لدراسة الموقف القرار و ذلك لقرب المستقبل المتنبئ به.

- لا يتأثر مستوى الطاقة المتاحة باتخاذها، بمعنى أنها لا تتطلب استثمارات إضافية في الطاقة و إلا اعتبرت قرارات رأسمالية طويلة الأجل يعتمد التحليل المناسب لها على أساليب إعداد الموازنة الرأسمالية.

- يعتبر أسلوب التحليل التفاضلي أنسب أسلوب تعتمده الإدارة في تقييم البدائل لاتخاذ القرار المناسب و حل مثل هذه المشاكل و معالجتها.

و من الأمثلة التي يمكن إيرادها على هذا النوع من القرارات ما يلي[1]:

[1]- د. منعم زمزير الموسوي **"اتخاذ القرارات الإدارية: مدخل كمي"** دار اليازوري العلمية للنشر و التوزيع، 1998 ص 30.

1/ قرار قبول طلبيات خاصة.	SpecialOrders
2/قرار التصنيع أو الشراء.	Make-or-Buy
3/قرار إضافة أو التخلص من أحد خطوط الإنتاج.	Adding or Dropping Product Lines
4/قرار التسعير.	The Pricing Decision
5/قرار تخصيص الموارد النادرة.	AllocatingScarceResources
6/قرار التوقف المؤقت عن مزاولة النشاط.	Temporary Plant Closing
7/قرار البيع لنصف المصنع أو استكمال الإنتاج.	Sell or ProcessFurther

مهما كانت القرارات الإدارية غير المبرمجة طويلة أم قصيرة الأجل فإن النتائج التي ستترتب عليها ستكون ذات أثر مباشر على أعمال المنشأة و على قدرتها التنافسية و من ثم استمرارها. و يؤكد ذلك أن القرارات الطويلة الأجل تهتم بتكوين الطاقة الإنتاجية و بالتالي فهي تحتاج إلى إنفاق رأسمالي كبير و تحمل تكاليف يصعب تجنب حدوثها في الأجل القصير، و هي على درجة كبيرة من الأهمية لأن الخطأ في التقدير عند اتخاذها يؤثر سلبا على مستقبل المنشأة. و تعد القرارات الإستراتيجية مثالا واضحا عليها كقرار اختيار موقع المشروع و طريقة الإنتاج و قرار الدخول إلى أسواق تصريف جديدة و قرارات التوسع و قرارات الاندماج إلى غير ذلك.

كما أن القرارات قصيرة الأجل هي الأخرى لا تقل نتائجها أهمية عن سابقتها فهي تهدف إلى استخدام الموارد المتاحة للمنشأة أفضل استخدام من أجل تحقيق أفضل النتائج الممكنة خلال الفترة القصيرة.

و إلى جانب الاختلاف المتقدم بين القرارات المبرمجة و غير المبرمجة تختلف أيضا الأساليب المستخدمة في اتخاذها، إذ يتأثر أسلوب اتخاذ القرار بطبيعة القرار و نوعه، و يمكن إدراك ذلك من

الجدول (1-1) الذي يوضح العلاقة بين نوع القرار و الأساليب التقليدية و الحديثة المستخدمة في اتخاذه.

الجدول(1-1):العلاقة بين نوع القرار و أسلوب اتخاذه

نوع القرار	الأسلوب المستخدم في اتخاذ القرار
المبرمجة	**(الأسلوب التقليدي)** العادات، إجراءات قياسية، الحكم الشخصي، التخمين، الفراسة، الخبرة.
غير المبرمجة	**(الأسلوب الحديث)** الأسلوب المنهجي لاتخاذ القرارات، بعض أساليب بحوث العمليات مع الاستعانة بالحاسب الآلي، الفريق المتنوع، جلسات الفكر الابتكاري.

المصدر :حسن محمد فهمي **"بحوث العمليات و دورها في اتخاذ القرارات"** دار المريخ للنشر 1981 ص 38.

يتبين من الجدول السابق أن هناك طرق متعددة (تندرج تحت كلا الأسلوبين) يمكن اللجوء إليها عند اتخاذ قرار ما، لكن الطرق التي ينطوي عليها الأسلوب التقليدي يغلب عليها طابع التحيز و التقدير الشخصي و النظرة الذاتية لمتخذ القرار و تنقصها الموضوعية و التدقيق و التمحيص العلمي و الصبغة الكمية، فضلا عن عدم ملائمة الأسلوب نفسه للتطورات المعاصرة التي تتسم بالتعقيد المستمر للمشكلات و تعدد الأهداف التي تسعى المنشأة إلى تحقيقها في حين أن الأسلوب الحديث يرتكز على الموضوعية و التفكير المنطقي غير المتحيز الذي يقوم على منهج علمي محدد يبدأ بتشخيص المشكلة و

تحديد الهدف أو الأهداف و ينتهي باختيار القرار الأنسب الذي يعالج المشكلة و تنفيذه و تصحيح مساراته إلى أن يتحقق الهدف المنشود.

و يستعان في تطبيق هذا المنهج بالمعلومات و سبل التحليل الكمي أو طرق بحوث العمليات التي تنطوي على المنطق و النماذج الرياضية و الإحصائية، و يبدو واضحا من الجدول السابق أيضا أن لبحوث العمليات الدور البارز في اتخاذ القرارات سواء بالنسبة للقرارات المبرمجة أو غير المبرمجة.

وكذلك يبين :

الجدول(1-2):الفرق بين القرارات المبرمجة وغير المبرمجة

القرارات الغير المبرمجة		القرارات المبرمجة	
1	غير مكررة	1	روتينية و متكررة
2	الظروف فيها متغيرة و غير مستقرة	2	الظروف مستقرة و ثابتة نسبيا
3	البيانات غير مؤكدة نسبيا	3	البيانات تتسم بالثبات النسبي أو شبه مؤكد
4	الوقت و الجهود المبذولة فيها كبيرة نسبيا	4	الوقت و الجهد المطلوب محدود
5	غالبا ما يتم اتخاذها في المنتجات الإدارية العليا	5	تتخذ في مختلف المستويات الإدارية
6	غير قابلة لتحويل في الغالب	6	غالبا ما يتم تحويل الصلاحيات الى المستويات الوسطى و الدنيا
7	تتعلق بالبعد الاستراتيجي للمؤسسة	7	تتعلق بالأنشطة التشغيلية للمنظمة

المصدر : د . خليل حسن الشماح و د . خصير كاظم حمود ، "**نظرية المنظمة**" للطبعة1، 2000ص247.

4.تقسيم بحسب أساليب اتخاذها : ويصنف علماء الإدارة القرارات الإدارية حسب هذا التقييم إلى نوعية (قرارات كيفية)أو وضعية و أخرى (قرارات كمية) أو معيارية.

5.تقسيم بحسب الموضوع محل القرار : فهي قد تكون (قرارات أجندة) أي القرار التي تحدد المشاكل ووضع أوليات لبحثها ، و قد تكون (قرارات تفضي الإجراءات) و الأساليب المناسبة للوصول إلى حلول المشاكل مقررة ، و قد تكون (قرارات شخصية) كما قد تكون تنفيذية متعلقة بتحديد من يقوم فماذا و حتى و أين و كيف ، و قد تكون (قرارات تقويمية) متعلقة بقياس الانجازات المحققة و مقارنتها بالإستهدافات المتوقعة .

6.تقسيم بحسب مناسبة اتخاذها :هناك (قرارات الوسطية) التي ينبغي تنفيذها وفقا للتعليمات الصادرة من الجهة العليا(قرارات الاستئنافية) و هي قرارات حسم الخلافات و النزاعات و (قرارات ابتكارية) و هي قرارات ذاتية للمدير لتغيير حركية النشاط.

7.تقسيم بحسب النمط القيادي المتخذ[1]:حسب النمط القيادي هناك نوعين من القرارات الأولى (قرارات أتقراطية) أي تكون انفرادية دون لأي فرضية للمشاركة في اتخاذها و الثانية (قرارات ديمقراطية) و تكون بالمشاركة من خلال اشتراك مستويات مختلفة داخل النظام التنظيم و كل ما يعنيهم أمر القرار من خارج التنظيم .

(وهناك بالإضافة إلى التقسيمات التي ذكرناها، تقسيمات أخرى لأنواع القرارات منها).

- ✓ تقييم القرارات بحسب مجالاتها إلى : القرارات السياسية ، اقتصادية ، اجتماعية[2]
- ✓ تقييم القرارات من حيث الزمن منها : قرارات طارئة و غير طارئة ، قرارات حاضرة و مستقبلية

.

[1]-د . نواف كنعان ، **" اتخاذ القرارات الادارية بين النظرية و التطبيق "** مرجع سابق ، ص 257.
[2]-د . عبد الخالق ذكري ، **" الوسائل العلمية الحديثة التي تساعد على اتخاذ القرار "** ، مؤتمر القادة الاداريين الجهاز المركزي للتنظيم و الادارة ، دورة سادسة (1967) ص 54.

I.6. حالات أو ظروف اتخاذ القرارات الإدارية

بشكل عام هناك ثلاث حالات أو ظروف يتم في ظلها اتخاذ القرارات، و تعتمد هذه الحالات على مدى توفر المعلومات و دقتها و لكل منها مقدار محدد من إمكانية التوقع المستقبلي بالنتائج و هذه الحالات هي:

1. اتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد[1]: (حالة التأكد التام –Certainty)

و تفترض حالة التأكد التام المعرفة الكاملة بنتائج كل بديل من البدائل المعروضة، و على ذلك تستطيع الإدارة تحديد تكلفة كل بديل من البدائل المعروضة و العائد من كل بديل، و في حالة التأكد تستخدم النماذج المحددة و يكون لدينا البدائل الآتية: – حالة وجود عائد محدد لكل بديل من البدائل الممكنة. —حالة وجود أهداف متعددة لكل بديل من البدائل الممكنة.

و تسمى هذه الحالة بحالة التأكد لأن متخذ القرار يكون متأكدا من نتائج قراره، هذا يعني أن احتمال حصوله على النتائج هو واحد صحيح أي 100% و بناءا على ذلك فإنه لا يوجد أكثر من حالة طبيعية واحدة [2]، و تتميز عملية اتخاذ القرار في هذه الحالة بالسهولة، كما أن البيئة الخارجيةلا تؤثر على نتائج القرار و لو أن هذه الحالة تعتبر لا واقعية، حيث أنه لا يمكن وجود حالة التأكد التام[3].

2. اتخاذ القرارات في ظل ظروف الخطر: (حالة المخاطرة – Risk)

و ينتج عن هذه الحالة وجود أكثر من عائد بالنسبة لكل إستراتيجية (قرار) بسبب وجود أكثر من بديل و يتم قياس الاحتمالات الخاصة بكل عائد باستخدام البيانات و المعلومات السابقة لكل احتمال و الذي قد يتحقق أو لا يتحقق، و تتميز حالة المخاطرة هذه عن غيرها بمعرفة احتمالات حالات الطبيعة. و سواء كانت هذه الاحتمالات موضوعية أي مبنية على أسس علمية، أم غير موضوعية و معتمدة على التقديرات الذاتية لمتخذ القرار، فإنها تعامل بنفس الطريقة[4]. و تكون نتائج

[1]-د. مصطفى أبو بكر، د. مصطفى مظهر **"بحوث العمليات و فعالية اتخاذ القرارات "** ، مكتبة عين شمس ، القاهرة، 1997 ص27.
[2]-د. محمد الطروانة، د. سليمان عبيدات ،**" مقدمة في بحوث العمليات أساليب و تطبيقات"** دائرة المكتبات و الوثائق الوطنية، الطبعة الأولى 1989 ص 27.
[3]-Patrice Vizzanova : **"Gestion Financière"** , Berti édition, 1993, p .593
[4]-د. محمد الطروانة، د. سليمان عبيدات، مرجع سابق، ص29.

البديل في حالة المخاطرة محتملة و الصفة الأساسية لهذه الحالة أنه لنتائج كل بديل تتوفر معلومات قليلة لمتخذي القرار مما يعني أنه في حالة المخاطرة[1].

و يفترض في ظل المخاطرة ما يلي:

- إمكانية وجود أكثر من إستراتيجية (قرار).
- إمكانية وجود أكثر من حالة من حالات مستويات عدم التأكد.
- احتمالات حدوث البدائل و بالتالي نتائج كل قرار تكون معلومة لدى متخذي القرار أو يستطيع تقديرها.

و في حقيقة الأمر للمخاطرة درجات تصاحب القرارات المصنوعة في هذه المرحلة، فكلما ازدادت جودة و دقة المعلومات الخاصة بنتائج كل بديل كلما كانت الحالة أقرب إلى التأكد و انخفضت درجة المخاطرة و العكس إن كانت دقتها منخفضة، و في كل الأحوال فإن معظم القرارات التي تصنعها المؤسسات تحمل قدرا من المخاطرة.

3. اتخاذ القرارات في ظل ظروف عدم التأكد: (حالة عدم التأكد – Uncertainty)

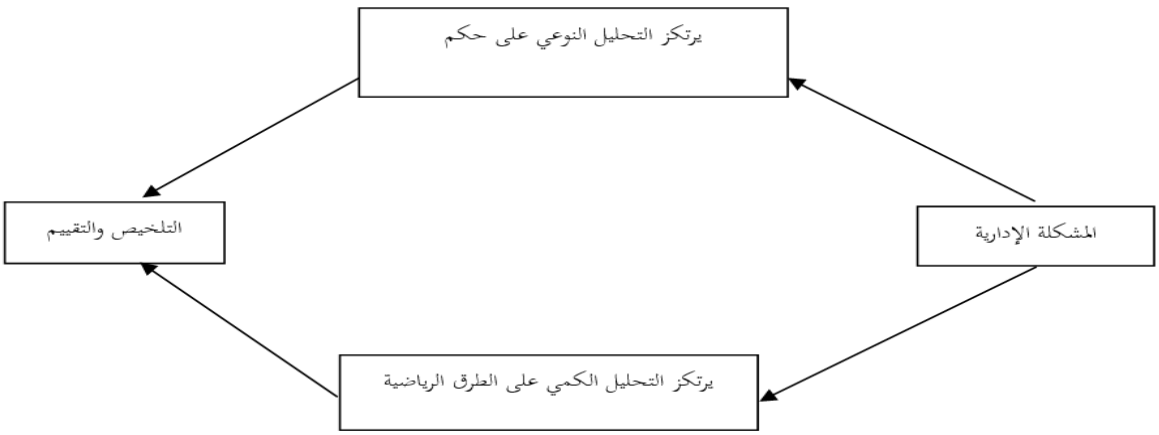
و يقصد بها تلك الحالة التي يوجد فيها أكثر من بديل دون أن يعرف متخذي القرار و لا يستطيع أن يقدر احتمال حدوث كل بديل لعدم وجود أية بيانات سابقة كما في حالة إنتاج منتوج جديد، أو لأن متخذي القرار ليس لديه ثقة في الاحتمالات الشخصية، و لذلك فإنه يفضل أن يعمل كما لو كان لا يعرف أي احتمال لحدوث البدائل.[2] و لذلك تعرف هذه الحالة بظروف اللايقين لاتخاذ القرارات[3]، و ذلك إما لعدم الخبرة أو صعوبة الحصول على الاحتمالات أو لأن القرار جديد من نوعه.[4]بمعنى أنه إذا لم تتوفر معلومات سابقة يمكن لمتخذ القرار الاعتماد عليها، و بالتالي ليست هناك فكرة عن نتائج البديل فالحالة تعتبر حالة عدم تأكد، كما أن عدم معرفة ما حدث في الماضي يجعل من عملية التوقع بما سوف يحدث مستقبلا صعبا.

[1]- Anne Mayére **'Pour une économie de l'information'** CNRS édition ,1990 ,p162.
[2]-Jean Claude Le Roch **'maitrise de l'informatique par la décision'** Paris, 1998, p 149.
[3]-د. مصطفى أبو بكر ، د. مصطفى مظهر، مرجع سابق ص 52.
[4]-د. محمد الطراونة، د. سليمان عبيدات **"مقدمة في بحوث العمليات أساليب وتطبيقات"** مرجع سابق ص 22.

I.7. الأساليب المستخدمة في اتخاذ القرارات الإدارية

لقد استحوذ موضوع اتخاذ القرارات على اهتمام الكتاب في المجالات الفكرية المختلفة وتختلف مداخل الفكر في هذا الصدد و لقد تعددت طرق اتخاذ القرار الإداري ، إذ هناك الطرق الكمية أو الأساليب الحديثة و الأخرى الوضعية أو الأساليب التقليدية الغير كمية ، و هذا ما يوضحه الشكل(1 –3) و إن على الإدارة و متخذي القرار أن يدركوا تلك الأساليب لاستخدامها و هم على درجة كافية من الثقة ، إذ بعد تحديد المشكلة و التباحث مع المحللين يتم الاتفاق على الأساليب التي يمكن استخدامها الموقف[1]

الشكل (1 –3): أساليب عملية اتخاذ القرار



المصدر : د : احمد عبد إسماعيل الصغار ، ماجدة عبد اللطيف محمد ، **"الأساليب الكمية في الادارة"** عمان ، دار المجد لاوي للنشر و التوزيع 1999 ص 17.

و سوف نعرض أهم هذه الأساليب:

أولا : الأساليب التقليدية في اتخاذ القرارات الإدارية

من واقع ما أشار إليه Simon و آخرون يوجد عدد كبير من الأساليب التقليدية لاتخاذ القرارات و حل مشكلات وتعود جذور هذه الأساليب إلى الإدارات القديمة التي كانت تستعمل أسلوب

[1]-د. مهدي زويلف، د.علي العضايلة ، **"ادارة المنظمة نظريات و سلوك"** ، دار المجدلاوي للنشر و التوزيع عمان ، 1996 ص 121 .

التجربة و الخطأ في حل مشاكلها معتمدة على التخمين و الحدس و الخبرة السابقة و الاستعداد الطبيعي لمتخذ القرار من بيع هذه الأساليب ما يلي[1] .

الحكم الشخصي (سواء الاعتماد على الخبرة السابقة أو بدونها) و تقوم هذه الفكرة على تفهم الإدارة من خلال دراسة و تحليل الموقف و الحالات السابقة ، أي بعض المواقف التي واجهها المديرون في الماضي ، فالمدير يمر بالعديد من التجارب أثناء أدائه لمهامه الإدارية يخرج منها بدروسه مستفادة من النجاح و الفشل تكسبه مزيدا من الخبرة التي تساعده في الوصول إلى القرار الصائب ، و لا تقتصر الخبرة المعنية في هذا الأسلوب على خبرة المدير متخذ القرار ، و لكنه يمكن التعلم و الاستفادة من خبرات المديرين الآخرين من زملائه و تجاربهم في حل مشاكل الإدارية و اتخاذ القرارات الصائبة كما يمكن للمدير تدعيم الخبرة السابقة بدراسة الحقائق و البيانات و كل ما يتعلق بالحالة أو الموقف جعل القرار كما يمكنه الاستعانة بأسلوب المشاهدة من خلال(اطلاعه و مشاهدته الأساليب التي يتبعها غيره من المديرين في حل المشاكل).

❖ المحاولة أو الخطأ(التجريب) يطبق هذا الأسلوب في مجال اتخاذ القرارات بحيث يتولى متخذ القرار بنفسه إجراء التجارب أحفظ بعين الاعتبار بجمع الجوانب و العوامل و الاحتمالات المرتبطة بمشكلة القرار ثم التوصل من خلال هذه التجارب و تقديره الشخصي[2] إلى اختيار الأمثل أو البديل الأفضل، و بذلك يتمكن المدير من خلال هذا الأسلوب أن نتعلم من أخطاؤه و يحاول تدارك تلك الأخطاء في القرارات التي يتخذها في المستقبل.

❖ التقليد (أو أتباع القادة) و طبقا لهذا الأسلوب يقوم المديرون بتقليد المنظمات الكبرى أو القائدة في مجال النشاط فيما يختص بقرارات التسعير أو تحديد مستويات الأجور إلى غيره من المجالات.

❖ البديهية و الحكم الشخصي و يعتمد هذا الأسلوب على القدرات الشخصية للمدير و سرعة البديهية في إدراك العناصر الرئيسية للمواقف و المشكلات التي تعترض له و التقدير السليم وفي فحص و تحليل و تخيم البيانات و المعلومات المتاحة و الفهم العميق لكل التفاصيل الخاصة بالمشكلة.

[1]-أحمد ماهر، **" الإدارة مدخل بناء المهارات"**، المكتب العربي الحديث، الاسكندرية، 1985، ص 74 –78.

[2]- د. نواف كنعان، **"اتخاذ القرارات الإدارية و التطبيقية"** ، مرجع سابق ص181.

❖ أسلوب دلفي " DELPHI TECHNIQUE "[1] اسم هذا الأسلوب محدد دلفي اليوناني الذي كان يؤمه الناس استجلابا للمعلومات عن المستقبل و هذا الأسلوب يعتمد على تحديد و مناقشة البدائل غيابيا في اجتماع أعضائه غير موجودين وجه لوجه ، و تتمثل خطوات هذا الأسلوب في الآتي[2]:

أ- تحديد المشكلة، و يلاحظ هنا أن المشكلة المعروفة بشكل مسبق.

ب-تحديد أعضاء الاجتماع من الخبراء و ذوى الرأي .

ت-تصميم قائمة تحتوي على تساؤلات عن بدائل الحل أو سلوك المشكلة و تأثيره بدائل الحل عليها .

ث- إرسال قائمة الأمثلة إلى الخبراء كل على حدا طلبا لرأيهم.

ج-تحليل الإجابات واختصارها و تجميعها في مجموعات متشابهة.

ح-كتابة تقرير مختصر بالإجابات.

خ-إرسال التقرير إلى الخبراء مرة ثانية طلبا لمعرفة رد فعلهم بالنسبة لتوقعاتهم عن الحلول و المشكلة .

د- تعاد الخطوات (ح)، (ح)، (خ)مرة أخرى.

ذ- يتم تجميع الآراء النهائية ووضعها في شكل تقرير نهائي عن أسلوب حل المشكلة المفضل و هذه الطريقة و إن كانت تأخذ فترة طويلة انتظارا لمعرفة آراء و ردود أفعال الخبراء و كتابة التقرير....الخ إلا أنها تناسب المشاكل المعقدة التي قد تستعمل الانتظار ،أو التخطيط الطويل الأجل و يتضح من العرض السابق أن الأساليب التقليدية لاتخاذ القرارات تعتمد على أسس و معايير نابعة من شخصية المدير و قدراته و معارفه ، و أن الأساليب استطاعت أن تحقق قدرا كبيرا من النجاح في ظل ظروف و مواقف معينة ،إلا أن التطورات التي شهدتها الإدارة في مطلع القرن العشرين وما خلفته هذه التطورات من مشاكل أكثر تعقيدا من تلك التي واجهها المديرون في الإدارات القديمة ، أثبت عدم كفاية الأساليب التقليدية الغير كمية لمواجهة معطيات التطورات الجديدة ،و تطلب بالتالي الاستعانة بأساليب و نظريات عملية جديدة تساعد المديرين على التلاؤم مع الظروف الجديدة إذا لم يعد المدير في ظل هذه التطورات

[1]- د. عبد الغفار حنفي، د. عبد السلام أبوقحف **"تنظيم و إدارة الأعمال"** مرجع سابق ص 150.
[2]-أحمد ماهر، **"الإدارة مدخل بناء المهارات"**، مرجع سابق، ص 76.

يستطيع ،بأسلوب التجربة و الخطأ ،مواجهة مشاكل المنظمات الإدارية الكبيرة الحجم ، و أصبح لا بد له من الاعتماد على الأساليب علمية تمكنه من تحليل المشاكل الإدارية و معرفة أبعادها ، و تحليل و تقييم البدائل المطروحة لها و تساعده في نفس الوقت على التنبؤ بأحداث المستقبل[1].

ثانيا: الأساليب العملية (الكمية) في اتخاذ القرارات الإدارية:

الأساليب العملية لاتخاذ القرارات هي انعكاس للمدخل الذي يغلب الجانب العلمي الإدارة على الجانب الفني كما أن التطورات الحديثة في مجال الإدارة أثبت عدم كفاية الأساليب التقليدية و حدها لاتخاذ القرارات الرشيدة لحل المشاكل المعقدة التي أوجدها هذا التطور ،و منه هذه الأساليب تستخدم بينما تتوفر في المشكلة بيانات يمكن التعبير عنها رقميا ، و هذا يقوم متخذ القرار بتحديد المشكلة ، و التفاهم مع المجال على الأساليب الكمية التي يمكن استخدامها في ضوء الموقف ومن تم يقوم المحلل بإعداد النموذج الرياضي الذي يمكن استخدامه في الحل و تتميز الأساليب الحديثة (الكمية) في اتخاذ القرارات أو حل المشكلات عن نظيرتها التقليدية في أنها تقلل أثر التحيز الناجم عن الأحكام الشخصية الذاتية إلى حد كبير ،و في هذا الخصوص يمكن تناول بعض الأساليب الكمية على النحو التالي :

❖ أسلوب مراجعة القوائم الذي يقوم على عدد كبير من العوامل التي تؤثر على نتائج القرار و التي تكون في مجملها إيجابية حتى يتم اختيار بديل ما من بين بديلين فقط أمام متخذ القرار، واحد إيجابي و الآخر سلبي و ذلك بعد فحص هذه القائمة.

❖ الأسلوب الوصفي الذي يبنى على وصف الحقائق و العلاقات الموجودة بين عوامل و متغيرات حالة معينة أو مشكلة قائمة و ذلك لدراسة صفاتها على حدى قصد تحديد مزايا و عيوب العناصر المكونة لها، ثم تحدد أوزانا لكل منها لتقارن النتائج لاختيار عامل من العوامل دون غيره و على ذلك يتم اختيار القرار النهائي. ة يتم هذه الأسلوب إما بطريقة التصنيف الأولويات لبدائل الحل أو بطريقة تحليل شكل حالة لدراسة خصائص المشكلة.

❖ الأسلوب المعياري الذي يتضمن بعض التقنيات الكمية المستخدمة في اتخاذ القرار. هذا

[1] د. عبد الغفار حنفي، د. عبد السلام أبوقحف **"تنظيم إدارة الأعمال"**، مرجع سابق، ص 150

الأسلوب يقوم على تحديد الخطوات الواجب إتباعها لوصول الإداري إلى القرار الذي يحقق الأهداف و يستخدم هذا الأسلوب في حالات المخاطرة و عدم التأكد. كما يمكن من دراسة العلاقات التي تربط بين المتغيرات و العوامل المختلفة التي تؤثر في اتخاذ القرار و على تحديد النتائج التي يعطيها كل قرار بشكل كمي، و من بين الطرق المعيارية هناك: طريقة تحليل نقطة التعادل، طريقة مصفوفة العائد، طريقة شجرة القرارات و طريقة نماذج التخزين.

❖ أسلوب تحليلي التعادل BREAKVEN ANALYSIS[1] هو أسلوب كمي محدد النموذج يساعد الإدارة على اتخاذ القرار ، حيث أن تجاوز نقطة التعادل التي تمثل حجم المبيعات التي تتعادل عندها الإيرادات و التكاليف ،معناه تحقيق الربح ، إذا أي منشأة أعمال تواجه العديد من المشاكل و أهمها ضرورة تلبية احتياجات المجتمع من السلع و الخدمات بصورة اقتصادية ، أي تغطية التكاليف و تحقيق معدل معقول من الربح و تعد عملة تحليل التعادل و ما يرافقها كخارطة التعادل من الأساليب الإدارية في مجال اتخاذ القرار الملائم لتحديد كمية المبيعات أو الإنتاج المربحة.

❖ أسلوب التحليل الحدي الذي يقوم بالمفاضلة مع البدائل المطروحة و من أهم المعايير التي يستخدمها هما معياران "التكلفة الحدية و العائد الحدي" لتحديد الأقصى من خلال تحديد ما إذا كان اتخاذ القرار معين سوف يؤدي إلى تحسين وضع المؤسسة عن ما كانت عليه سابقا أم لا كما يسعى هذا التحليل إلى معرفة مقدار الزيادة أو النقص التي تحدث عن إضافة عنصر واحد من عناصر الإنتاج التي تسيطر عليه الإدارة مع بقاء العناصر الأخرى ثابتة .

❖ أسلوب نماذج الاحتمالات لاتخاذ القرار، و هي تستخدم عندما تتبع اختيارات البديل الأفضل لاختيارات لاحقة ، إن تطبيق نظرية الاحتمالات في مجال عملية اتخاذ القرارات يتم عن طريق تسجيل عدد مرات حدوث حدث مع الاستفادة من هذا التسجيل في التوصل إلى توقيعات سليمة للمستقبل كما يمكن الاحتفاظ بالبيانات التاريخية لنشاطات و مشاكل معينة لتكون معيارا تسند إليه في حساب الاحتمالات .

[1]- د. مهدي زويلف، د. علي العضايلة، **"إدارة المنظمة، نظريات و سلوك"** مرجع سابق، ص 13.

❖ شجرة القرار[1] هو أسلوب بياني يمكن متخذ القرار من الإحاطة بالبدائل المتاحة و النتائج المتوقعة لكل منها بوضوح ، و سيستخدم هذا الأسلوب حينما تكون هناك حاجة إلى عمل سلسلة من القرارات غير المعروف نتاج كل ، منها لذا فإن شجرة القرارات تعتبر نموذجا احتماليا ، و يتميز هذا الأسلوب من أنه يساعد متخذ القرار على معرفة تأثير القرارات التي يتخذها في الوقت الحاضر على البدائل التي يوجهها مستقبلا[2].

❖ أساليب بحوث العمليات و التي تعتمد تطبيقها في مجال اتخاذ القرارات على استخدام مختلف التخصصات القادرة على الإسهام حل المشكلات مثل المتخصصين في العلوم الرياضية و الإدارية والمحاسبة و الهندسة....الخ ، و على أن يتم العمل بينهم جميعا في تعاون كامل في نطاق ما يسمى "بروح الفريق "أو "فرق البحث"[3]كما يعتمد تطبيقه على صياغة المشكلة الإدارية محل القرار بصورة نماذج رياضية و إجراء مقارنة الحسابية بين البدائل المختلفة عن طريق الاستعانة بالحاسب الإلكتروني لإجراء المقارنة اللازمة للتوصل إلى الحل ، و من هنا استخدام هذا الأسلوب لا يزود المدير بقرار نهائي و لكنه يساعد في اتخاذ القرارات في ضوء الحلول التي يضعها و التي يمكن المقارنة بينها على أسس رقمية ، ذلك لأن رشد لكل وجوابه يعتمد على مدى قدرة النموذج الرياضي على تمثيل المشكلة محل القرار ، و تذليل الصعوبات أو العقبات التي تعترض الصياغة الرياضية للمشكلة ، كما يعتمد على مدى التوفر القدرات و المهارات اللازمة في متخذ القرار و التي تمكنه من تشخيص المشكلة و جمع البيانات و تحليلها و تقييمها واتخاذ الخطوات الأزمة لتنفيذ الحل[4]و تستطيع بحوث العمليات أن تمكن المديرين من اتخاذ القرارات على وجه أفضل ،حيث أنها[5]:

أ- تعطى وصفا دقيقا للمشكلة محل القرار و العوامل المؤثرة والمتداخلة فيها، و مدى تداخلها و أهمية كل منها.

ب- تحديد البيانات اللازمة للتعرف على أفضل الحلول ،و مع الإحاطة بأكثر عدد ممكن من الاعتبارات.

[1]- د. مهدي زويلف، د. علي العضايلة، **"إدارة المنظمة نظريات و سلوك"** مرجع سابق ص 139، 140.
[2]- د. عادل حسن، **"الإدارة مدخل الحالات "** الدار الجامعية للطباعة و النشر بيروت، 1984 ص 47.
[3]- ملحق رقم [01,01]ص161 يوضح أهمية المشاركة في اتخاذ القرار.
[4]- د. م. محمد فهمي حسم، **"بحوث العمليات و ظهورها في اتخاذ القرار"**، مقال منشور في مجلة الإدارة العامة بالرياض 1997 ص 43.
[5]- د. نواف كنعان، **"اتخاذ القرارات الإدارية بين النظرية و التطبيق"** مرجع سابق ص 92.

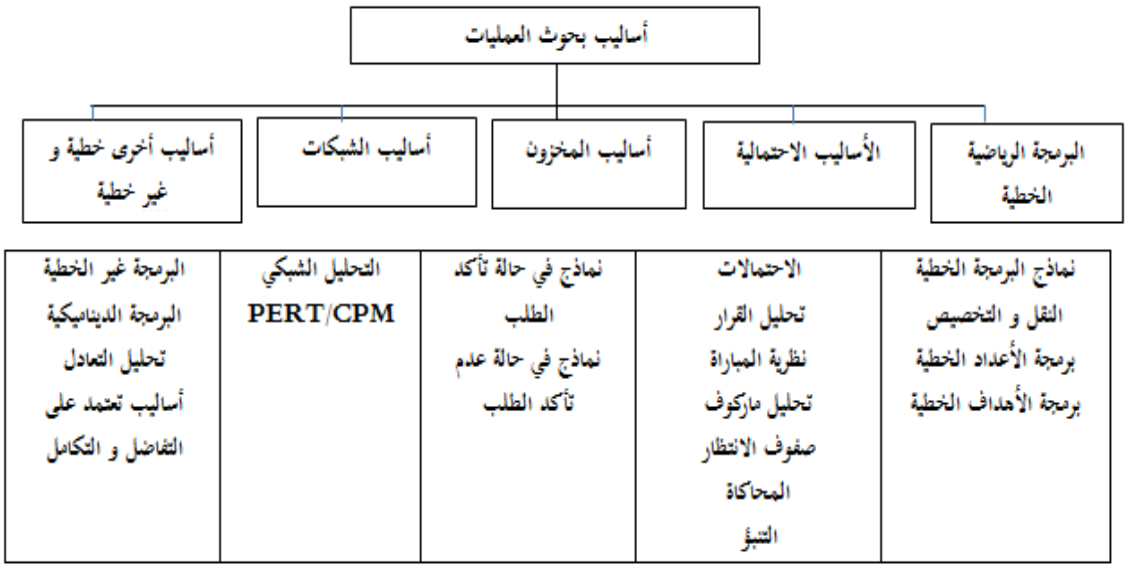
ت- تحديد بدقة البدائل المقترحة كحلول المشكلة، و تناقش كل منها من حيث الكلفة و العائد و مدى المخاطرة فيها.

ث- تمكن متخذ القرار من مقارنة البدائل المقترحة للحلول و اختيار أفضلها بسرعة و كفاءة و بدرجة عالية من الثقة.

ج-تكسب القدرة على تبيين النتائج و التغيير في روتين أو نظام المنظمة أو في المحيط الذي تقوم فيه بأعمالها.

حيث يمكن تصنيف أساليب بحوث العمليات في الشكل التالي:

الشكل (1-4): تصنيف أساليب بحوث العمليات



المصدر:

Bernard W. Taylor, Introduction To Management Science, 4th. ed. , (Boston: Allyn and Bacon, Inc.) 1993, p.6

I.8. الأهمية النسبية للأساليب العلمية والكمية

لقد أحدث التطبيق الرياضي و العلمي للأساليب الكمية تطورا هائلا في اتخاذ القرارات ، مما ساعد في اتخاذ القرار الأمثل بطريقة عامة ، و حصر المشكلة في البدائل ، و الدراسات الوافية لكل منها و بالتالي حل المشكلة و التوصل إلى النتائج كمية لما يترتب على كل بديل ، و التخفيف من مخاطر اتخاذ القرار النهائي[1] .

إن استخدام الأساليب الكمية بما قدمته من وسائل تمكن متخذ القرار من تقديم احتمالات المستقبل وتقدير الظروف المتغيرة المؤكدة ، وإيجاد البدائل المناسبة لحل المشكلة محل القرار و على رأسها بحوث العمليات و أساليبها[2]، و هذا ما توضحه الدراسات الميدانية ل (Turban) و المبينة في الجدول(1-3) و هو التحليل الإحصائي، البرمجة الخطية ، المحاكاة ،البرمجة الديناميكية، التحليل الشبكي (أسلوب تقييم و مراجعة البرامج[3](Pert).

و أسلوب مسار الحرج cpm[4] و نظرية المخزون.
كما أكدت دراسة (Gaither) الميدانية على الاستخدام المتكرر للتحليل الإحصائي و المحاكاة ، البرمجة الخطية و البرمجة الديناميكية و أسلوب تقييم و مراجعة البرامج pert و أسلوب المسار الحرجcpm من أكثر الأساليب الكمية استخداما ، بالإضافة إلى البرمجة غير خطية وخطوط0 الانتظار.

[1]- جوليا جابر **"إدارة الأعمال بين العلم والممارسة"** مؤسسة دار الريحاني للطباعة والنشر، بيروت الطبعة 1، 1984 ص 103، 104.
[2]-سوف نتطرق، بالتفصيل إلى بحوث العمليات في الفصل الثاني.
[3]-PERT 'Program Evaluation and Review Technology '
[4]-CPM 'Critical Path Method'

الجدول التالي يوضح دراسة(Turban):

الجدول(1–3): الدراسة الميدانية ل Turban

الطريقة	**(تكرار الاستخدام نسبة المئوية %)**
1- التحليل الإحصائي	29
2- المحاكاة	25
3- البرمجة الخطية	19
4-البرمجة الديناميكية	6
5-أسلوب تقييم و مراجعة البرامج pert و أسلوب الحرج cpm.	6
6-نظرية المخزون	6
7- البرمجة الغير الخطية	1
8-صفوف الانتظار	1
9-برامج موجهة	1
10- برامج متنوعة	6
المجموع	**100**

المصدر: د أحمد عبد إسماعيل ، ماجد عبد اللطيف محمد،"**الأساليب الكمية في الإدارة**"، ص 19.

و كذلك قام بدارسة شملت 500 شركة للتعرف على الأدوات الكمية المستخدمة في الشركات في مجال تخطيطها ، و يشير الجدول (1–4) النتائج المستخلصة من هذه الدراسة ، حيث يسير التكرار على عدد مرات استخدام كل أسلوب مشار إليه .

الجدول رقم (1-4): الأساليب الكمية الأكثر استخداما في مجال اتخاذ القرار بالشركة

الطريقة	تكرار	النسبة %
البرمجة الخطية	43	21
البرمجة الغير الخطية	08	4
البرمجة الديناميكية	28	14
برامج متكاملة	07	3
خط الانتظار	07	3
نموذج المخزون	24	12
شبكة الأعمال	16	08
أسلوب المحاكاة	60	29
أساليب أخرى	12	6
المجموع	**205**	**100**

المصدر :

Berman and hassman , W.H quantitative analysis for busnissdecisins 3rd p .408-33, pp 38508cnomowood , Richard , DIrwin , Inc , 19

وتشير النسبة المئوية إلى مدى استخدام الأسلوب المعين بالمقارنة بالأساليب الأخرى ، حيث اتضح أن البرمجة الخطية و المحاكاة و البرمجة الديناميكية هم أكثر الأساليب استخداما ويتضح من

العرض السابق للأساليب[1] العلمية (الكمية) التي قدمها العلماء الاقتصاد والرياضيات والإحصاء ، أن هذه الأساليب ساهمت إلى حد كبير في ترشيد عملية اتخاذ القرارات و خاصة في القرارات التي تتخذ في مجال إدارة الأعمال، و إن من أهم الأسباب المدخل الكمي في عملية اتخاذ القرار هو كالآتي:

أ- كون المشكلة معقدة، ولا يستطيع المدير وضع حل جديد بدون مساعدة المختصين في المجال الكمي.

ب- كون المشكلة مهمة و مكلفة جدا ، حيث تحتاج إلى استخدام أموال كثيرة لغرض حلها .

ت- كون المشكلة جديدة و ليس لدى الإدارة خبرة سابقة في حلها.

ث- كون المشكلة متكررة و يرغب المدير في توفير الوقت و الجهد من خلال التوجيه باعتماد الإجراءات الكمية لاتخاذ القرارات الروتينية .

حدد من خلال دارسته الميدانية أهم المشاكل و المجالات التي من الممكن تطبيق الأساليب الكمية فيها بنجاح وهي[2]:

أ- تصميم أنظمة التوزيع (ص / شبكة المواصلات و اختيار موضع المصنع).

ب- القرارات المتعلقة بالتخزين و أوامر المخزن.

ت- توزيع الموارد مع أنشطة المنشأة المختلفة .

ث- تحليل الاستثمار الرأسمالي.

ج- اختيار المحفظة الاستثمارية.

ح- تصميم أنظمة المعلومات.

خ- القرارات المتعلقة بالإنتاج و اختيار المزيج الإنتاجي .

د- تحليل المنتوجات الجديدة.

[1]- و تجدر الإشارة إلى أن الأساليب الكمية ليست بديلا للمدير في اتخاذ القرارات و لكنها أدوات مساعدة و فعالة إذا ما تم التعرف على محدداتها و مجالات تطبيقها، الملحق رقم [02,01]ص 163يوضح ذلك.

[2]- د. أحمد إسماعيل الصفار، د. ماجدة عبد اللطيف محمد ، **"الأساليب الكمية في الإدارة"** مصدر سابق 1999 ص16،17.

لقد تم إجراء دراسة ميدانية أخرى من قبل Gaither حدد فيها أهم مجالات التي تستخدم فيه المصانع للأساليب الكمية وهي: التخطيط والسيطرة على الإنتاج، التخطيط و السيطرة على المشاريع، تحليل المخزون إن المجالات المحددة من قبل دراستي Turban et Gaitherلخدمة الإدارة لاتخاذ القرار الأفضل هي الأكثر اتساعا و استخداما و التي طبقت فعلا الأساليب الكمية و على رأسها بحوث العمليات وطرقها مثل البرمجة الخطية والبرمجة الديناميكية فيها بنجاح.

II. الإطار النظري لنظرية المخزون:

نواجه في حياتنا العملية الكثير من المسائل و الحالات التي نحتاج فيها إلى التخزين، ففي مجال التجارة و الصناعة نحتاج للتخزين لأنه ليس من المعقول أن نصل للحظة لا نستطيع فيها تلبية الطلب و أسباب اللجوء إلى التخزين لا تختلف كثيرا عن أسباب الإدارة فهي التوفير في الكلفة و اختصار زمن تأمين الطلب و ذلك بغية الحصول على جودة عالية[1].

و المخزون من الأشياء التي لا يمكن الاستغناء عنها في معظم المؤسسات فالشركات الصناعية تحتفظ بمخزون للمواد الخام و مستلزمات الإنتاج و المؤسسات الخدمية تحتاج لبعض المواد المستخدمة في هذه الخدمات مثل الأطعمة للمطاعم و الملابس لمحلات الملابس و هكذا. و لكن التحكم في المخزون قد لا يلقى الاهتمام المناسب على الرغم من تأثير ذلك على أداء المؤسسة. فزيادة المخزون تشكل مشكلة و نقصان المخزون يشكل مشكلة أخرى. فنقصان المخزون يؤدي إلى تعطل الإنتاج بينما زيادة المخزون تعني عدم استثمار قيمة المخزون الزائد و استغلال مساحة تخزينية بدون فائدة. لذلك فإننا نواجه دائما مشكلة تحديد قيمة المخزون المثلى و الوقت المناسب لإصدار أمر التوريد للموردين و الكمية المثلى لكل أمر توريد[2] .

[1]- Silver E.A (1978) **'Inventory Control under a probabilistic time-Varying Demand Pattern'** Alle transactions 79 p.
[2]- Tersine R.J. (1994) **'Principles of inventory and Materials management'** prentice-Hall 253 pages.

II. 1. تعريف نظرية التخزين

تفيد في تحديد اللحظة الواجب فيها تأمين الطلبية من حيث الحجم أو الكمية التي سنطلبها، و ما هو الزمن الفاصل بين طلبيتين متتاليتين، و ما الطرق للحفاظ على المخزون في حالة جيدة لحين التصريف و ذلك عن طريق مجموعة من العلاقات حسب المعطيات المتوفرة لدينا[1].

II.2. تعريف المخزون

يمكن تعريف المخزون بأنه ما يتم تخزينه من سلع و مواد للاستفادة منها أو استهلاكها في المستقبل كالمواد الخام و السلع المنتجة و المواد الغذائية...الخ. و من أصعب المهام التي تواجه الأنظمة الاقتصادية أو التجارية أو الصناعية أو العسكرية هي الحاجة إلى المخزون و إدارته[2].

II.3. الهدف من التخزين

- تحديد حجم الطلبية الأمثل الذي يحقق الكلفة أدنى.
- مواجهة الطلبات الفجائية أو الموسمية و تجنب الخسارة نتيجة انقطاع المخزون.
- التوفير في الكلفة الناجمة عن الطلبية، و الاستفادة من تغيرات الأسعار[3].

II.4. تطور نظرية التخزين

لقد مرت نماذج المخزونات بمراحل مختلفة منذ نشأتها في بداية العشرينات، فقد كانت النماذج في البداية بسيطة جدا ثم ازدادت هذه النماذج تعقيدا بالتدريج و لكنها بقيت تمهل أثر الاحتمالية و التغيرات. ثم ظهرت في الخمسينات النماذج الاحتمالية لاستيعاب و معالجة المخزونات غير القابلة للتنبؤ[4] .

و كانت تتعامل هذه النماذج مع منتج واحد فقط كما هو الحال في مسألتنا. و لكن المخزونات التي يصادفها العديد من الناس في الحياة العملية، تتعامل مع مواد مختلفة كبيرة و متفاعلة مع بعضها البعض

[1]- Hadley, G. and Whitin T.M (1963) **'Analysis of inventory system'** prentice-Hall 284 pages.
[2]- Martin K. Starr and David W. Miller (1962) **'inventory control theory and practice'** prentice-Hall 378 pages.
[3]- Smith N.J. (1995) **'Engineering project Management'** Blackwell scientific 1st edn United Kingdom 347 pages.
[4]- Zipkim PH (2000) **'Foundation of inventory management and production planning and scheduling'** Jhon Wiley and sons New York pp 121-158.

إلى حد يجعل إدارتها مسألة حقيقية. و هذا ما أدى إلى تطور ما يسمى التحكم بالمخزون أو إدارة المخزون و هو موضوع خاص يهتم بمعالجة المعطيات. و توجه الاهتمام في ذلك الحين إلى طرق تنسيق السجلات و صيانتها أكثر من التوجه إلى البحث عن الأسلوب الأمثل[1].

و قد ظهرت في بداية السبعينات تقنية تعتمد على قياس زمن الإنتاج أو زمن تحصيل مكونات الإنتاج لكي تكون جاهزة التخزين عند الحاجة لها. و قد افترضت هذه التقنية في البداية وجود طلبات تسويق معينة للمنتجات النهائية، فتقوم عندئذ بحساب تراجعي للكميات و الأزمنة الضرورية للأجزاء المخزنة. ثم أصبحت هذه التقنية أكثر واقعية و فعالية عندما اهتمت بالعوامل الدقيقة الأخرى تدريجيا. و قد أطلق على هذه التقنية اسم تخطيط موارد التصنيع (Manufacturing Resource Planning) و اختصارا (MRP)[2].

و في بداية الثمانينات و أواخر التسعينات ظهرت فلسفات و نظريات جديدة في إدارة المخزونات و مراقبتها، لتطوير الممارسة التصنيعية و كانت دوافع هذه النظريات كلفة الفوائد العالية. فمن المعروف أن لعملية التخزين تكاليف خاصة بها كتكاليف طلب البضائع و تكاليف وضعها و ترتيبها و صيانتها في المخازن و التكاليف الناتجة عن تعطيل رأس المال الذي يدفع ثمنا للمادة المخزنة و غيرها من التكاليف الأخرى. و بالإضافة إلى هذه التكاليف فإن زيادة حجم المادة المخزنة قد تؤدي إلى خسارة كبيرة و إفلاس للنظام صاحب الشأن لما يترتب عليها من تعطيل لرؤوس الأموال و تكاليف كبيرة للاحتفاظ بالمخزون و تلف لنسبة ما من المادة المخزنة. كما أن نقص حجم المخزون لدى نظام ما قد يؤدي إلى خسارة حصة النظام و زبائنه في السوق و إلى هدر طاقات القوى العاملة فيه و هدر موارده مما قد يترتب عليه أيضا خسارة كبيرة للنظام.

فإذا نظرنا إلى الخسارة الناتجة عن زيادة حجم المخزون أو نقصانه و إلى التكاليف الخاصة بالعملية التخزينية و لبعض التكاليف الأخرى على أنها تكاليف كلية للمخزون، فإن نماذج التخزين تبحث في إيجاد السياسة أو السياسات التخزينية المثلى و التي تجعل هذه التكاليف الكلية أقل ما يمكن.

[1]- Abraham, C. Ahuja A.K. Ghash, P.Pakanat, (2001) **'Inventory Management using passive RFID Tays : A survey '** university of Takas39 pages.
[2]- Nahmias C.S (1982) **'Approximation Techniques for Several Stochastic inventory Models'** comput open pp 141-158.

في محطات الإنتاج (مصانع، مشاغل،...) أو ورشات البناء (و هي موضوع البحث) هناك عادة مواد تدخل في التصنيع و التركيب و يمكن وصف هذه العملية كما يلي:

الشكل(1-5) : عملية التصنيع

عند بدء العملية يجب أن تكون جميع المواد الأولية متوفرة فإذا استطعنا مباشرة تأمين المواد الأولية اللازمة لعملية ما هنا لا حاجة للتخزين في الورشة، إلا أن تقلبات الأسعار في السوق من جهة و خطر عدم توفر المواد الأولية في مرحلة لاحقة هي التي قد تضطرنا إلى اعتماد التخزين.

إذا التخزين ضروري عند عدم تطابق التدفق الداخل مع التدفق الخارج.

إن مراقبة مخزون في مؤسسة و إدارته بفعالية تقتضي الإجابة على ثلاثة أسئلة هامة بشأن كمية المخزون المثلى (و هي التي تجعل التكاليف الكلية للمخزون أقل ما يمكن) هي:

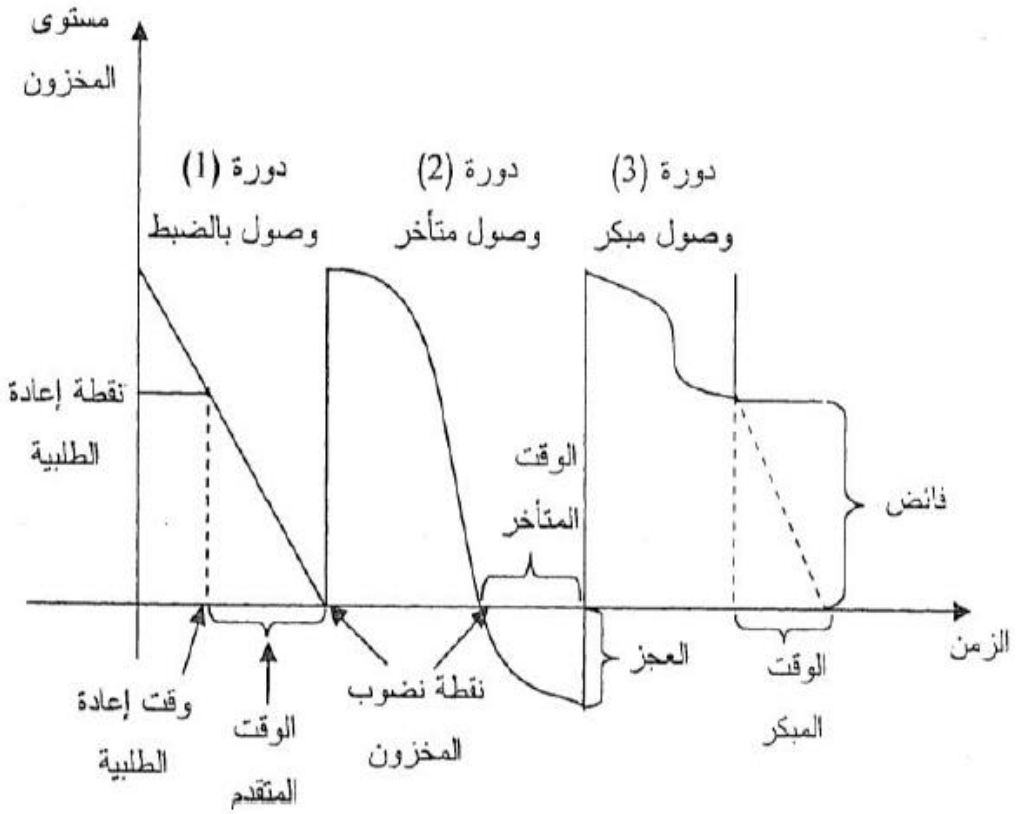
1. ما هي اللحظة التي يجب عندها الإمداد ؟
2. ما هي الكمية الواجب تأمينها أو بعبارة أخرى ما هي كمية الشراء الاقتصادية ؟
3. ما هي التكاليف المرتبطة بعملية التخزين لتحقيق الاقتصاد (التوفير) ؟

II. 5. الشكل العام لأنظمة التخزين

سنطلق، كما أشرنا سابقا اسم المخزون (Inventory) على المادة أو السلعة التي يتم وضعها في أماكن التخزين، كالمخازن أو مراكز التوزيع. و نطلق على كمية هذا المخزون مقاسة بمقياس معين، كالوزن أو الحجم، اسم مستوى المخزون (Inventory Level). و مع الطلب المتزايد على المخزون فإن مستوى المخزون يتراجع تدريجيا حتى يصل إلى نقطة معينة نقوم عندها بإعادة الطلب لكمية جديدة من هذا المخزون نطلق عليها اسم طلبية (order) و ذلك لرفع مستوى المخزون إلى ما كان عليه أو إلى أي مستوى موجب مناسب، و تسمى مثل هذه النقطة نقطة إعادة الطلب

(Reorder Point). كما نسمي الوقت الذي ينقضي بين إعادة الطلبية و وصولها إلى المنطقة التخزينية اسم الوقت المتقدم (Lead Time). و قد تفرض بعض النماذج الرئيسية لضبط المخزون أو وصول الطلبية من المخزون هو بالضبط عند نفاد المخزون(Depletion) أي وصول مستواه إلى الصفر. و يتفق عندما يكون كل من معدل الطلب و الوقت المتقدم ثابتان. أما إذا كان كل من معدل الطلب و الوقت المتقدم أو أحدهما متغيرا بتغير الزمن فإن الطلبية قد تصل مبكرة حيث يحصل عندها فائض (Surplus) في مستوى المخزون أو قد تصل متأخرة حيث يحصل عندها عجز (Shortage) في مستوى المخزون. و يتم عادة تجنب الوقوع في مثل هذا العجز بتخزين كمية احتياطية تسمى مخزون أمان (Safety Stock) [1]. و يعطي الشكل (1–6) توضيحا للحالات الثلاث المشار إليها أعلاه:

الشكل (1–6) : الحالات المختلفة لوصول الطلبية[2]



[1]- Zipkin, (2000), **"Foundation of Inventory Management"**, The McG raw-Hill/Irwin Boston Mass, 212 pages
[2]- Nahmias, C.S. (1982) **"Approximation Techniques For Several Stochastic Inventory Models "** Comput Open pp 141-158.

يبين الشكل (1-6) ثلاث دورات زمنية غير متساوية للعملية التخزينية. و بشكل عام

فإن عملية التخزين تستمر بمرور الزمن وفقا لدورات زمنية متساوية أو غير متساوية. و يتضح من ذلك أن الطلبات قد تتم دوريا (يوميا، أسبوعيا، شهريا...الخ) في مطلع كل دورة حيث يعتمد حجم الطلبية على مستوى المخزون و بعض الشروط الأخرى عند نقطة إعادة الطلب، و يطلق على هذا النوع من أنظمة التخزين اسم أنظمة التخزين الدورية.

و قد تتم الطلبيات بصورة غير دورية أي في لحظة زمنية حيث نقوم في مثل هذه الحالة بمراقبة المخزون باستمرار و تتم إعادة طلبية جديدة عندما يصل مستوى المخزون إلى حد معين لا يسمح تجاوزه، و يطلق على أنظمة التخزين التي من هذا النوع أنظمة تخزين مستمرة.

و من الواضح أن مستوى المخزون يتعلق بصورة رئيسية بما أسميناه الطلب على المخزون. و قد

يكون هذا الطلب معروفا أو معطى بشكل محدد، و نطلق على أنظمة التخزين هذه أنظمة التخزين المحدودة و بالإضافة إلى ذلك فإن الطلب بالنسبة لهذا النوع من الأنظمة قد يكون ثابتا كما هو الحال في الدورة (1) من الشكل (1-6) و يسمى النظام عندئذ نظام تخزين محدود و ساكن. أو قد يكون الطلب متغيرا بتغير الزمن كما هي الحال في الدورة (2) و الدورة (3) من الشكل (1-6) و يسمى النظام عندها نظام تخزين محدود و ديناميكي. و بالمقابل فإن الطلب على المخزون قد لا يكون معطى بشكل محدد بل يعطي لنا توزيعه الاحتمالي و نحصل عندها على ما يسمى أنظمة تخزين احتمالية و التي تنقسم بدورها إلى قسمين:

1. أنظمة تخزين احتمالية مستقرة و ذلك عندما يكون الطلب على المخزون ثابت.
2. أنظمة تخزين احتمالية غير مستقرة و ذلك عندما يكون الطلب على المخزون متغيرا بتغير الزمن و صياغة مشكلات التخزين من هذا النوع هي صياغة صعبة و معقدة.

II. 6.عناصر تكاليف المخزون الأساسية

تسعى أنظمة التخزين كما أشرنا سابقا لجعل التكاليف الكلية للمخزون أقلما يمكن، و

تنقسم تكاليف المخزون الرئيسية إلى ما يلي:

II. 1.6. كلفة الشراء أو تكلفة الإنتاج

و هو الثمن الذي ندفعه لشراء وحدة من المادة التي نرغب بتخزينها، و لا يدخل هذا الثمن ضمن التكاليف المباشرة للمخزون و لكنه يتأثر بالقرار المتعلق بحجم المخزون، فمن المعروف أن موردي المواد يعطون خصما معينا على البضاعة المشتراة يزداد بزيادة حجم هذه البضاعة، و يعني ذلك أن سعر الوحدة من المخزون ينقص بازدياد حجم الطلبية من هذا المخزون.

يطلق على هذا النوع من التكاليف أيضا اسم التكاليف الخصم.

II. 2.6. تكاليف الطلبية

و هي تكلفة ثابتة ناتجة عن طلبية واحدة، و يطلق عليها أيضا اسم تكاليف التجهيز. و نقترن هذه التكلفة مع إعداد كل طلبية و مع التجهيزات الأساسية لدورة إنتاجية تشمل ما يلي:

أ- تكاليف إعداد المستندات اللازمة للطلبية و تتضمن تكاليف الورق و الموظفين و المتابعة...الخ. و تتكرر هذه التكاليف عند كل طلبية.

ب- تكاليف التجهيز للإنتاج: فقد تكون الطلبية منتجة مسبقا و قد لا تكون كذلك، و عندئذ لابد للجهة المنتجة (المصنع مثلا) من إعداد الأجهزة و تحميلها لإنتاج الكمية المطلوبة. و لتحميل الأجهزة تكلفته و تتكرر في كل مرة يتم فيها تحميل هذه الأجهزة أي تتكرر في كل طلبية.

II. 3.6. تكلفة التخزين

هذه التكلفة تمثل مختلف الأعباء و النفقات المتعلقة ببقاء السلعة في المخزن. فهي تشمل ما يلي:

أ- تكاليف رأس المال المدفوع ثمنا للمخزون من حيث أنه رأس مال عاطل ما لم يتم استهلاك المخزون. و التكلفة هنا ناتجة من رأس المال يأتي بأرباح فيما لو استثمر في مجالات أخرى أو من الفوائد التي تدفع على هذا المال في حال اقتراضه من المؤسسات المالية.

ب- تكاليف صيانة المخزون و أجور المخزن و التدفئة و التبريد و الكهرباء و الحراسة...الخ.

ت- تكاليف ناتجة عن تلف المخزون، نتيجة لطول مدة التخزين أو لأسباب أخرى.

ث- الضرائب و التأمينات المدفوعة للمخزون.

ج-تكاليف وضع و ترتيب المخزون في المخزن و تكاليف السجلات و إدخال البيانات اللازمة لذلك...الخ.

II. 4.6.تكاليف العجز

و تشمل التكلفة الناتجة عن تدني الدخل الذي ينتج عادة عن فقدان المبيعات و العملاء و الوقت الضائع للأجهزة و القوى العاملة. و تحدث هذه التكلفة عندما يعجز المخزن عن تلبية رغبات الزبائن مما يؤدي إلى قبول الزبون بتأجيل تلبية طلب أو إلى رفضه هذا التأجيل و عدوله نهائيا عن الشراء. و تمثل هذه التكلفة في حالة الطلبات المؤجلة الخسارة الناتجة عن فقدان ثقة الزبون بالإضافة إلى نفقات إدارية أخرى تقترن مع إعلام الزبون بتأجيل طلبه. و أما في حالة المبيعات الضائعة فتشمل تكلفة العجز الربح الضائع نتيجة فقدان الطلب إلى جانب الخسارة الناشئة عن فقدان ثقة الزبون. و من الواضح أن مثل هذه التكاليف تنقص بازدياد مستوى المخزون فهي بالتالي دالة متناقصة في مستوى المخزون.

أما التكلفة الكلية للمخزون فتساوي مجموع التكاليف الأربع الموضحة أعلاه. فإذا كانت التكاليف الأربع معطاة كتكاليف في وحدة الزمن، فإن التكلفة الكلية (CT) تعبر أيضا عن التكلفة الكلية في وحدة الزمن.

7. أنواع نماذج التخزين

II. 1.7. النماذج المحددة

1. العجز غير مسموح

- الطلب منتظم و الإنتاج لا نهائي.
- الطلب غير منتظم و الإنتاج لا نهائي.

- الطلب منتظم و الإنتاج محدود.

2. العجز مسموح

عندما لا يمنع العجز منعا باتا بل يسمح به مقابل فرض تكاليف معينة، يصبح بإمكان

السياسة المثلى أن تسمح بنفاذ المخزون و بتراكم الطلبات إلى أن يحدث التعويض من جديد و تنص الفكرة على أن كلفة المخزون قد تكون صغيرة إذا ما قورنت بكلفة التخزين، و لذا فالتوفيق بين هذه التكاليف يؤدي إلى هذه الطريقة.

- الطلب منتظم و الإنتاج لا نهائي.
- الطلب منتظم و الإنتاج لا نهائي و الفواصل الزمنية ثابتة.
- الطلب منتظم و الإنتاج محدود.

II. 2.7. النماذج الاحتمالية

توضح هذه النماذج تأثير عدم اليقين على قرارات المخزونات فهنا طلبات التسويق غير

معروفة بشكل واضح، و هذا يجعل الأمر أكثر تعقيدا، و لا يجوز إهمال هذه الجوانب بادعاء أنه يمكن حساب القيم الوسطى للتغيرات على المدى البعيد، و تنقسم هذه النماذج إلى:

أ- الطلب لحظي، كلفة الطلبية معدومة، مستوى المخزون متقطع.

ب- الطلب لحظي، كلفة الطلبية معدومة، مستوى المخزون مستمر.

ت- الطلب مستمر، كلفة الطلبية معدومة، مستوى المخزون متقطع، زمن التزود معدوم.

ث- الطلب مستمر، كلفة الطلبية معدومة، مستوى المخزون مستمر، زمن التزود معدوم.

ج-الطلب مستمر، كلفة الطلبية معدومة، مستوى المخزون متقطع، زمن التزود محدد.

ح-الطلب مستمر، كلفة الطلبية معدومة، مستوى المخزون متقطع، زمن التزود محدد.

إن لنماذج التخزين في مسائل الإدارة كثيرة و تختلف حسب نوع المجال المراد التخزين له ففي مجال الصناعة يمكن الاستفادة من كافة النماذج التي تم التوصل إلى دراستها، أما في مجال التجارة فيتم

اختصار هذه النماذج، و في مجال الإنشاء و التعمير نكون أمام احتمالات أقل من هذه النماذج بسبب ضخامة هذه المشاريع و تعقيدها.

و تصنف نماذج التخزين في المشاريع الهندسية إلى صنفين أساسيين. الأول الطلب غير منتظم و الإمداد غير محدود و في هدا النموذج نستطيع تأمين الكميات المطلوبة مهما كانت مقاديرها من نفس المصدر و بنفس الأسعار دون زيادة. أما الثاني فهو الطلب غير منتظم والإمداد محدود و في هدا النموذج لا نستطيع تأمين كامل الكميات المطلوبة من نفس المصدر و بنفس الأسعار.

و كما لاحظنا في كلا الحالتين الطلب غير منتظم لأن هذه الخاصية موجودة حتما في المشاريع البناء إذ أن الكميات المطلوبة لإنجاز المرحلة الأولى من المشروع مثلا الأساسات مخالفة تماما للكميات المطلوبة لإنجاز المرحلة الثانية من الأعمال.

الخاتمة:

حسب ما تعرضنا إليه في هذا الفصل أن الجانب الأول تناولنا فيه الإطار النظري للقرارات الإدارية حيث أن الإدارة عرفت و طبقت الكثير من المبادئ (أو الأدوات) التي أسهمت في إلقاء الضوء على مدى أهمية صناعة القرار و اتخاذه بالنسبة لأي مؤسسة فكما أن الفرد يتخذ قرارات مختلفة في حياته اليومية فإن عملية اتخاذ القرارات تتغلل و بصورة منتصرة في نشاط المؤسسة و جميع عناصر العملية الإدارية، إذ يعد القرار جوهر العمل الإداري الذي تستمد منه المؤسسة بقاءها و ترتكز عليه في وجه المنافسة خاصة في ظل محيط شديد الاضطرابات و التعقيد و حالات عدم التأكد و لذلك نستخدم أدق الأساليب العلمية الكمية في تحديد و اختيار القرارات المناسبة في الوقت المناسب بناءا على معلومات و ظروف معينة، و هكذا يلعب اتخاذ القرار دورا هاما في ممارسة العمليات الإدارية المختلفة هذا إلى جانب كونه عملية إدارية في حد ذاته إذ أن النجاح أو الفشل الإداري ينسب (يقيم) إلى مدى جودة القرارات المتخذة، فالمدير الناجح يعرف من خلال قراراته الناجحة بينما يعبر القرار الخاطئ أو ضعيف عن مدى تعسر المدير في أداء مهامه، و لذلك تعد عملية صناعة القرار و اتخاذه أهم نشاط إداري باعتباره أنه يتم من خلالها تحديد و إيجاد حل للمشاكل على اختلافها و التي قد تعرض تقدم المؤسسة مستقبلا من خلال اختيارها للحل الأمثل من البدائل المتاحة، و أن هذه الأساليب العلمية الكمية التي يطبقها المدير اليوم في مجال اتخاذ القرارات و على رأسها بحوث العمليات و أساليبها و التي تعتمد في تحليلها و اتخاذها للقرارات على النموذج الرياضي، و هذا ما سوف نعالجه في الفصل القادم بشيء من التفصيل.

أما الجانب الثاني من هذا الفصل تناولنا فيه الإطار النظري لإدارة المخزون (التخزين) و ذلك من خلال البحث على أفضل منهجية في التخزين و الإمداد بالمواد كون أن التخزين و الإمداد بالمواد يرتبط بعنصر المال و بما أن الموارد المالية محدودة لذلك دعت الحاجة إلى إدارة و تنظيم هذه الموارد و بالتالي تقع على عاتق المشرفين على إدارة هذه الموارد بحيث تحقق أعظم استثمار لها و أكبر عائد ممكن و بأقل تكلفة، و الذي هو الهدف الأساسي للإدارة و ذلك من خلال التخزين.

الفصل الثاني

البرمجة الديناميكية

المقدمة:

سوف نتناول في هدا الفصل الدراسة التحليلية للمدخل الكمي حيث أن رفع مستوى أداء المؤسسة وجودته لا يتم إلا بتحسين جودة القرار و هذه الخاصية لا تتحقق إلا باستخدام الأساليب و الأدوات العلمية ، خاصة أساليب بحوث العمليات و البرمجة الديناميكية هي تقنية رياضية و وسيلة فعالة لرفع قدرة البحث عن الحل الأمثل للعديد من المسائل الكبيرة الحجم عن طريق تجزئتها إلى مسائل جزئية (أو مراحل تتابعية) أصغر حجما و بالتالي أقل صعوبة أي نقوم بتجزئة قراراتنا إلى مركبات أو أجزاء صغيرة، و من ثم نقوم بإعادة تركيب هذه القرارات الجزئية و تجميعها للحصول على الحل الأمثل و هذا ما يعرف بعمليات القرار متعددة المراحل، و منه سوف تتمحور الدراسة حول:

- ✓ نشأة و تعريف بحوث العمليات و أنواع نماذج بحوث العمليات.
- ✓ تعريف البرمجة الديناميكية و مزاياها.
- ✓ عناصر و أنماط عمليات القرار متعددة المراحل.
- ✓ العلاقات التتابعية.
- ✓ خوارزمية الإياب – الطريقة الشبكية.
- ✓ خوارزمية الإياب – الطريقة الجدولية.

I. نشأة و التطور التاريخي لبحوث العمليات

لقد استخدمت الوسائل الرياضية في حل المشاكل منذ آلاف السنين، لكن الاستخدام الرسمي و التطبيق الفعال لطرق التحليل الكمي لبحوث العمليات هو من إنتاج القرن العشرين حيث بدأ الاهتمام ببحوث العمليات خلال الحرب العالمية الثانية [1] حيث استخدمت بشكل أساسي في قيادة القوات البريطانية للحصول على أعلى كفاءة للعتاد الحربي و لأفراد العاملين في جيش البريطاني ، وقد أثبت النماذج المستخدمة كفاءات كبيرة أدت إلى نجاح كبير في العمليات العسكرية ، وكان لها الأثر الكبير في تخفيض الخسائر و تعزيز الربح في المعارك ، وقد سبق هذا الاستخدام محاولات فردية متفرقة لبعض العلماء في الولايات المتحدة الأمريكية مثل العالم "Frederick Winslow Taylor" الذي قام بدراسة و تعميم بعض النماذج لتطبيقها في مجال إدارة الإنتاج الصناعي بما يساعد على تحقيق أعلى مردود ممكن الاستخدام الأفراد والآلات ،و لكن هذه المحاولات لا يمكن أن نعتبرها تطوير لبحوث العمليات ، إذ لم يكن معروف ذلك العلم في ذلك الوقت و إنما يمكن اعتباره من المقدمات التي أدت إلى ولادة و نشأة بحوث العمليات ، حيث نعتبر أن هذا العلم بدأ مع بداية الحرب العالمية الثانية ، و امتد بعد إحلال السلم في العالم التي يشمل المجالات الإدارية والاقتصادية و الهندسية و غيرها ، حيث لم يهدر الجهد العلمي الكبير المبذول في نمذجة المسائل العسكرية بل على العكس أستخدم وبشكل كامل في نمدجة المسائل الإدارية ثم زاد الاهتمام بهذا العلم بشكل كبير و قام عدد كبير من العلماء بتطوير و تدريسه في الجامعات و خاصة جامعة " برنستون " pinceton university التي كان لها السبق في تدريس و تطوير هذا العلم ولا بد من خلال السرد التاريخي لمراحل نشوء و تطور بحوث العمليات من ذكر جهود العلماء الذين ساهموا مع " تايلور " في دعم حركة الإدارة العلمية و تبقى فكرة اتخاذ القرارات الإدارية المبنية على أساس كمي لا على أساس التجربة و الخطأ و الحدس الشخصي حيث يرتكز القرار على جمع الحقائق الكمية و تحليلها و تنميطها في قوالب علمية تمهيدا

[1]- د. إبراهيم نائب ، د. إنعام باقية ،" **بحوث العمليات - خوارزميات و برامج حاسوبية**" ، دار وائل للطباعة و النشر و التوزيع ، عمان الأردن ، 1999 ، ص 19.

لتفسيرها و اختيار البدائل الأفضل و من هؤلاء العلماء " هنري فايول" و "فرنك جلبت " و " هنري جانت " و " تايلور " بضرورة استخدام المقاييس الكمية في وضع المعايير و المقاييس لاتخاذ القرارات الإدارية و كان ذلك بجهود فردية في فترة ما بين عام (1841-1925) م ، حيث نعتبر هذه الفترة ، مرحلة الدراسات الفردية المتفوقة تلاها فترات تمهيدية أخرى بين عام (1925-1940) م ، ثم من خلال العمل الجماعي لإيجاد أنماط علمية جديدة للبحث العلمي في مجال الإدارة مثل تجارب شركة " و ستريين الكتريك " و " تجربة " " هوثورن " و التجارب التي أجريت في البحرية الأمريكية [1] لتطبيق أسلوب PERT مع إطار الصواريخ و تجارب شركة Dupont الأمريكية في مشروع مصانع الكيماوية و غيرها .

إلا أن المنطق العلمي الصحيح لبحوث العمليات كان على يد العالم " جورج " الذي استخدم جبر المصفوفات في معالجة مسائل المتولية في الإدارة حيث أوجد مع عدد من العلماء علما جديدا في بداية الخمسينات دعوة بعلم " البرمجة الحظية " Linear programining والذي يعتبر الأساس العلمي الأول لبحوث العمليات إضافة إلى المواضيع الأخرى المتخصصة مثل مسائل النقل التي أوجدها " هتشكوك" عام 1941 م و طورها "كانتورفيش" والبرمجة الديناميكية للعالم ريتشارد بيلمان (Richard Bellman)وغيرها من المواضيع.

و تعتبر نماذج بحوث العمليات امتداد تاريخيا لتطور علوم الإدارة ، إلا أن هذا التطبيق جاء حديثا وزاد من تطوره ظهور الحاسبات الإلكترونية و التطور الكبير طرأ على مكونات الصلبة و مكونات اللينة من برامج و نظم التشغيل حيث ساعدت خوارزميات بحوث العمليات على تطوير عملية البرمجة و إدخال استخدام الحاسوب في قطاع كبيرة من المؤسسات الاقتصادية و الهيئات الإدارية حيث ظهرت الحاجة ملحة لمثل هذه الاستخدامات لما لها من فائدة اقتصادية و عملية .

[1] -Robert Faure, Bernard Lemaire , C. Picouleau **'Précis de recherche opérationnelle '** 7 éme édition Dunod, Paris 2014 , PX II.

II. مفهوم بحوث العمليات

لقد تعددت الآراء حول مفهوم بحوث العمليات، و لكن هناك اتفاقا على أن بحوث العمليات وسيلة للوصول إلى الهدف ، و هي تعبر عن مجموعة من الأساليب الرياضية و الإحصائية فمنهم ما يري بأنها "تطبيق الأدوات و الأساليب و الطرق العلمية في حل مشاكل للمنشأة و يسعى الحل الذي يحققه بالحل الأمثل"[1] و يرى البعض الأخر أن " البحوث العمليات هي مجموعة من الأساليب الرياضية المستخدمة في تحليل المشاكل والبحث عن الحلول المثلى لها ، فهي تحاول الوصول إلى مستوى عال من الترشيد في اتخاذ القرارات ، و تركز على استخدام الطريقة العلمية في تحليل المشاكل الإدارية " ، عرفت بحوث العمليات العديد من المفاهيم من أهمها ما يلي :

1. تعريف جمعية بحوث العمليات البريطانية[2]

عرفت بحوث على أنها تطبق الطرق العلمية لحل المشـاكل المعقدة التي تنشـأ عند تشـغيل و إدارة النظم الكبيرة و المشتملة على الإنسان، الآلات، المواد الخام و الأموال. و هذه النظم قد تتواجد في الصناعة أو التجارة، القطاع المدني أو العسكري، القطاع الحكومي أو القطاع الخاص. و تتميز هذه الطرق العلمية ببناء النماذج التي تأخذ في الاعتبار العنصـــر الاحتمالي في التنبؤ و عند التقييم لكافة النتائج الناتجة عن الاستراتيجيات أو القرارات المختلفة.

2. تعريف جمعية بحوث العمليات الأمريكية [3]

عرفت على أنها تهتم باتخاذ القرارات العلمية ، لتعم وضع أنظمة المعدات والقوى العاملة وفقا لشروط معينة تتطلب تخصيص الموارد المحدودة بشكل أمثل .

---

[1]- سالم قاسم حسين الشيخ،" **استخدام شبكات الأعمال و جيرت لترشيد قرارات الإنفاق الاستثماري و موارده في المشروعات الصناعية (دراسة نظرية – تطبيقية)** " أطروحة دكتوره دولة/علوم تجارية ، كلية العلوم التجارية تخصص المحاسبة ، جامعة وهران (الجزائر) ، ص 111.

[2]- د. رشيق رفيق مرعي ، د. فتحي خليل حمدان ، **"مقدمة في بحوث العمليات "**، دار وائل للنشر، عمان الأردن ، الطبعة الرابعة 2004 ، ص 15.

[3]- نفس المرجع السابق .

3. تعريف PanneerSelvam[1]

بأنها "... المدخل الكمي و العلمي في حل المشكلات لاتخاذ القرارات التنفيذية التي تتطلب صياغة نماذج رياضية، اقتصادية و إحصائية، لمشاكل القرار و السيطرة لمواجهة المواقف الناشئة عن المخاطر و عدم اليقين "

4. تعريف دانتزج [2]

بأنها "علم الإدارة.. أي علم اتخاذ القرارات و تطبيقها"

5. تعريف واجنر[3]

بأنها "مدخل العلم المستخدم في حل المشكلات التي تصادف الإدارة العليا للمشروعات".

و قد عرفها بعض العلماء، على أنها مجموعة من الطرق المستخدمة في إعداد المعلومات بشكل يعطي للإدارة الفرصة القرار المناسب في الوقت المناسب و البعض الآخر اعتبرها علما و فنا .

- **علما** : لاستخدامها أساليب رياضية و حسابية لإيجاد الحل الأمثل .
- **فنا** : لاعتمادها على قدرات و دقة الشخص في استخدام الأسلوب الأمثل في الحل و التحليل للوصول إلى الحل ملائم و ناجح لاتخاذ القرار المناسب .

لذلك فإن بحوث العمليات تعبر عن مجموعة من الأساليب العلمية الإحصائية التي تستخدم في تحليل المشاكل التي تجابه الإدارة و التي تتسم بالطابع الكمي و الصفة المعقدة ، و البحث عن الحلول المثلى لها ، فهي تحاول الوصول إلى المستوى عال من الترشيد في اتخاذ القرارات ، و ترتكز على استخدام الطرق العلمية في تحليل المشاكل الإدارية ، و أن أحد معالم بحوث العمليات الأساسية هو محاولة إيجاد القرار الأمثل.

[1]_ R. Panneerselvam **'Operations Research'**, Prentice-Hall of India Private Limited 2004, p210.

[2]- حنفي عبد الغفار و محمد الصحن **"إدارة الأعمال"** بيروت الدار الجامعية للطباعة و النشر 1991، ص75.

[3]- فؤاد الشيخ سالم، و فالح محمد حسن **"بحوث العمليات: نظرية و تطبيق"** عمان : دار مجدلاوي للنشر و التوزيع 1983 ص 206.

III. أنواع نماذج بحوث العمليات

نواجه في حياتنا العملية الكثير من المواقف و المشاكل التي يمكن معالجتها ضمن علم بحوث العمليات و هذه المواقف تأخذ صيغ و نماذج متنوعة حسب نوع الموقف المدروس حيث أن علم بحوث العمليات تأتي من مقدرته على نمذجة المشاكل و المواقف الحقيقية في المجالات المختلفة و استخدامه لأساليب و خوارزميات علمية رياضية في تحليل تلك النماذج و دراستها و استخلاص الحلول المثلى التي تساهم بشكل فعال في عملية اتخاذ القرار المناسب، إن اهتمامنا ينصب عن النماذج الرياضية أو ما يسمى بالنماذج الكمية بشتى أصنافها و ليس على النماذج المادية أو ما يسمى بالنماذج النوعية و ذلك لصلتها الوثيقة ببحوث العمليات حيث يعرف النموذج الرياضي بأنه "مجموعة من العلاقات الرياضية التي تربط بين كافة المتغيرات و الثوابت المشكلة من خلال الاستعانة بمجموعة من المعاملات و العوامل"[1]، و في ما يلي هناك النماذج الرياضية. و هي من أهم النماذج و الأكثر شيوعا، إذ نفترض خلال بناء هذه النماذج أن جميع المتغيرات المستقلة قابلة للقياس و تستخدم رموزا رياضية لتمثيلها و ترتبط المتغيرات مع بعضها بعلاقات رياضية تصف سلوك النظام ، نذكر منها:

- النماذج الخطية.
- النماذج اللاخطية.
- نماذج الأعداد الصحيحة.
- النماذج الديناميكية.

و هناك النماذج الإحصائية : و هي نماذج رياضية تخضع بعض أو كل متغيراتها إلى قوانين احتمالية، نذكر منها:

- نماذج صفوف الانتظار.
- نماذج الألعاب.

[1]- علي حسن و آخرون **"بحوث العمليات و تطبيقاتها في الوظائف المنشأة"** دار زهران ، عمان 1999 ص 27.

- نماذج التخزين.
- النماذج الشبكية.

و هناك أيضا نماذج البحث و الاستقصاء و المحاكاة.

IV. التعريف بتقنية البرمجة الديناميكية ومزاياها

المؤسس الأول للبرمجة الديناميكية(Richard Bellman)يعتبر العالم ريتشارد بيلمان

عندما قام بنشر نتائجه في شركة RAND. لقد طور بيلمان أولا البرمجة الديناميكية في نهاية الأربعينيات و مطلع الخمسينيات و قام في مطلع عام 1975 بتأليف أول كتاب بعنوان البرمجة الديناميكية. و منذ ذلك الحين غدا هذا الكتاب مصدرا مستمرا لتطبيقات فريدة و لمنطق حل العديد من مسائل البرمجة الديناميكية. و ظهر كتاب ثان لبيلمان عام 1961 و نشر كتابا ثالثا بالتعاون مع دريفس و في نفس الوقت الذي كان فيه بيلمان و شركاؤه ينشرون تقنيات و منهجيات البرمجة الديناميكية، قدم مؤلفون آخرون إسهامات جليلة أخرى. فقد وضع آريس Aris كتابين في البرمجة الديناميكية. و أسهم ميتين Mitten أيضا إسهاما عظيما خلال الستينيات و وفر العديد من الأفكار الأساسية لتطور البرمجة الديناميكية. و نشر نمهاوزر Nemhauser في عام 1966 كتابا ممتازا يتعامل مع تطبيقات البرمجة الديناميكية، عنوانه، مقدمة في البرمجة الديناميكية. بالإضافة إلى الكثير من المراجع الهامة الأخرى[1].

إن البرمجة الديناميكية هي تقنية حسابية استخدمت لإيجاد الحل الأمثل لأنواع معينة من مسائل القرار المتتابع.

و مع أن لفظ ديناميكية في الواقع يعني عدم السكون على مر الزمن. أي أن عامل الزمن يعد من العوامل الهامة في تحديد صفة الديناميكية التي يوصف بها متغير معين أو مسألة معينة فقد يفهم من أسلوب البرمجة الديناميكية أنه يختص في حل المسائل التي يمثل الزمن فيها أحد المتغيرات المهمة المكونة لها.

[1]- Bellman R. (1957) **"Dynamic Programing"** Princeton University press 366 pages.

و في الواقع إن هذا الكلام غير دقيق لأن البرمجة الديناميكية بشكل دقيق هي التوصل إلى الحل الأمثل لمجموعة من المسائل التي يتميز كل منها بتعدد المراحل و التي يتم فيها اتخاذ قرارات معينة[1].

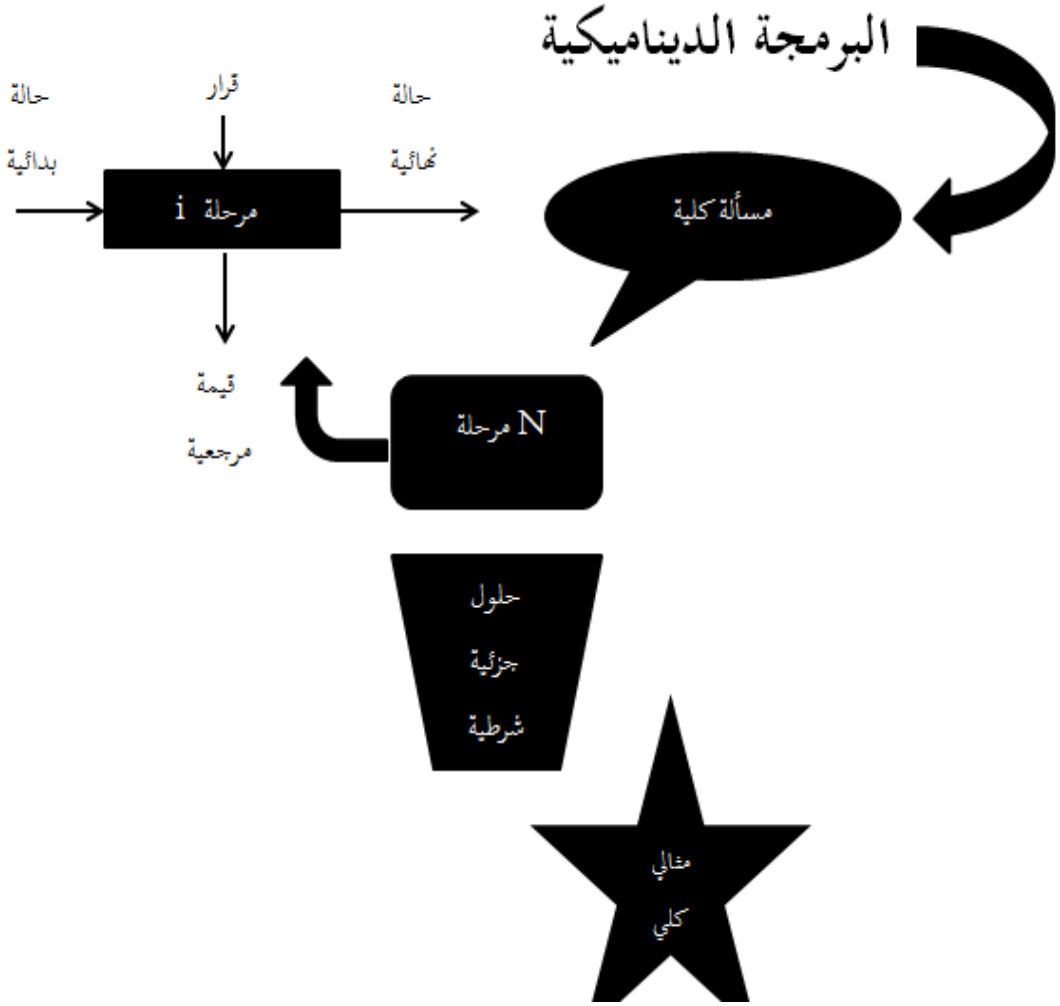
يمكن تعريف البرمجة الديناميكية بأنها إحدى الطرق الرياضية في نمذجة المسائل تهتم بإيجاد الحل الأمثل للمسائل التي يتميز كل منها بتعدد المراحل بحيث يسهل تجزئتها إلى مراحل متعددة و مترابطة، و ذلك عن طريق تحويل كل منها إلى عدة مسائل جزئية و من ثم إيجاد الحل الأمثل الشرطي لكل مسألة جزئية على حدة، ثم يتقدم الحل من مرحلة إلى أخرى، بحيث يكون القرار الذي يمكن اتخاذه في أي مرحلة لاحقة هو القرار الأمثل بصرف النظر عن نوعية القرار الذي تم اتخاذه في المرحلة الثانية، و أخيرا نحصل بالنتيجة على الحل المثالي للمسألة الكلية[2].

حيث أجمعت جل الأدبيات[3] التي تعرضت لتقنية البرمجة الديناميكية من حيث المضمون على تقديم التعريف التالي لهذه التقنية بالرغم من تعدد الأشكال التي تمت بها صياغة هذا التعريف، فالبرمجة الديناميكية هي تقنية رياضية تستخدم لحل مسائل القرارات المتعددة المراحل، تقوم على تقسيم المسألة الأصلية إلى مسائل جزئية أبسط حسابيا ثم إتباع أسلوب العلاقات التتابعية لمعالجتها وتقديم الحل الأمثلة لها.

يمكن التعبير عن التعريف السابق بالشكل (2-1):

[1] -Howard R.A. (1960) **"Dynamic Programing and Markov Processes"** The technology press of M.t with John Wiley and Sons, 237 pages.
[2]- Bertsekas D.p (1995) **"Dynamic Programing and Optimal Control"** Athena Scientific Bellmont MA, 272 pages.
[3]- Budnik Frank S., McLeavey D., Mojena R. **'Principles of Operations Research for Management (Irwin series in quantitative analysis for business'** Richard D. Irwin, 1991, p 562.
- De Neufville R. **'Applied systems Analysis'** Mc Graw-Hill, Inc, New York, Richard de Neufville 1990, p 139.
- Howard R. **'Dynamic probablistic systems'**, Volume II : Semi Markov and Decision process, john Wiley and Sons, Inc, Stanford, 1971, p 917.
- Tahah, **'operations researh Macnillan'** publisting Co, Inc, Now york 1976.

الشكل (2-1): آلية عمل البرمجة الديناميكية



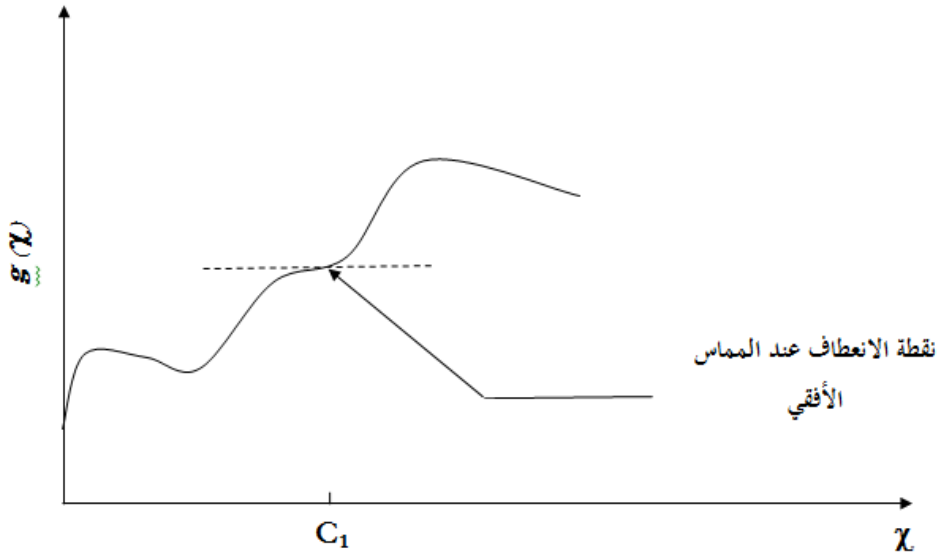
وتتمتع تقنية البرمجة الديناميكية التي وضعها الأستاذ ريتشارد بيلمان، بمزايا مكنتها من تجاوز العقبات الرئيسية التي تواجه تقنيات الأمثلية، إذ بإمكانها التعامل مع الأنماط التالية من المسائل:

IV. 1. القدرة على حل المسائل غير الخطية

أولى التقنيات التقليدية التي تواجه صعوبات في هذا المجال هي حساب التفاضل الذي يعاني من صعوبات حتى في مجال المسائل الخطية، إذ أن أسلوب إعطاء قيمة الصفر للمشتق الجزئي الذي يستند إليه حساب التفاضل ليس كافيا للوصول إلى القيم القصوى الداخلية لانعدام هذا المشتق أيضا عند نقاط الانعطاف على المماس الأفقي[1]، كما هو موضح على الشكل (2-1)

1- Bellman R and Dreyfus S. **"Applied dynamic programming"**, Princeton University Press, 1962, p 5.

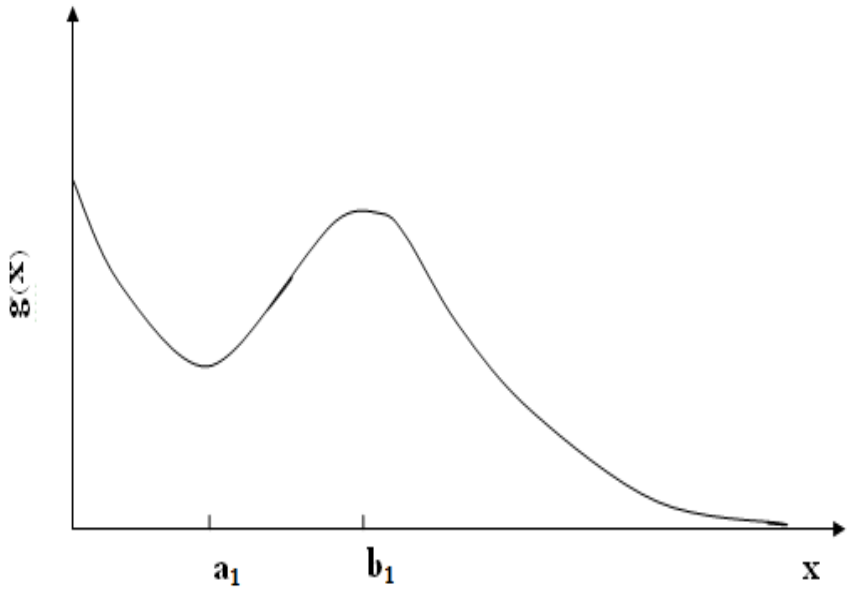
الشكل (2-2)



ويضاف إلى ما سبق أن حساب التفاضل لا يملك القدرة على تحديد القيم الواقعة على حدود منطقة التغاير (Variation Region) فلو أخذنا التابع g(x) الموضح بالشكل (2-3) كمثال فسنجد أن المشتق g'(x) ينعدم في النقاط a_1 و b_1 التي تمثل قيما صغرى وعظمى نسبية على التوالي بيد أنه لا ينعدم في النقطة X = 0 ، التي يأخذ التابع g(x) عندها قيمته العظمى المطلقة ضمن المجال $[0,x_0]$[1].

[1]- Bellman R. and Dreyfus S. **"Applied dynamic Programming"** ,1967, p 6.

الشكل (2-3)



وغالبا ما نواجه مثل هذا الوضع لدى دراسة عمليات التنظيم التقني أو الاقتصادي التي تبرز فيها قيود حرجة critical من الصيغة:

$$a_i \leq x_i \leq b_i$$

وعندما نضطر لتعظيم تابع ذي عدة متغيرات، فإن توفيق جميع الإمكانيات الناجمة عن وجود القيم القصوى النسبية، وعن النقاط المستقرة ذات الطبيعة المعقدة إضافة إلى القيم المحدودة، سيؤدي إلى تزايد عدد الحالات الموجب دراستها، ويأخذ هذا التزايد شكلا أسيا(Exponentielle) يرتبط بعدد الأبعاد(Dimentions)، فإذا كان عدد الحالات المطلوب دراستها هو 2^N على سبيل المثال فإن مضاعفة عدد الأبعاد سيضاعف الزمن اللازم لعملية الحساب بشكل كبير مما يحملنا عبئا كبيرا.

وإذا أردنا دراسة أوجه التصور في تقنية البرمجة الخطية[1]، لنعتبر النموذج الخطي التالي:

1-Chandan J. and others, Essentials of Linear Programming, Vikas Publishing house pvtlid, new delhi, 1994, p 10.
- Yandi A. **Introduction to Mathematical Analysis for Business and Economics**, Brooks, Cole publishing company, pacific Grove, California, 1991, p 300.
- Kothari C., quantitative Techniques, p 284.
- Mc Millan **Quantitative Techniques**, ELBS with DP Publications, 1991, p 263.
- Lapin L, **Quantitative Methods for Business Decisions**, Harcourt Brace jovanovich, INC, new york, p 300.

دالة الهدف:

$$\max Z = 0{,}5x_1 + 2x_2$$

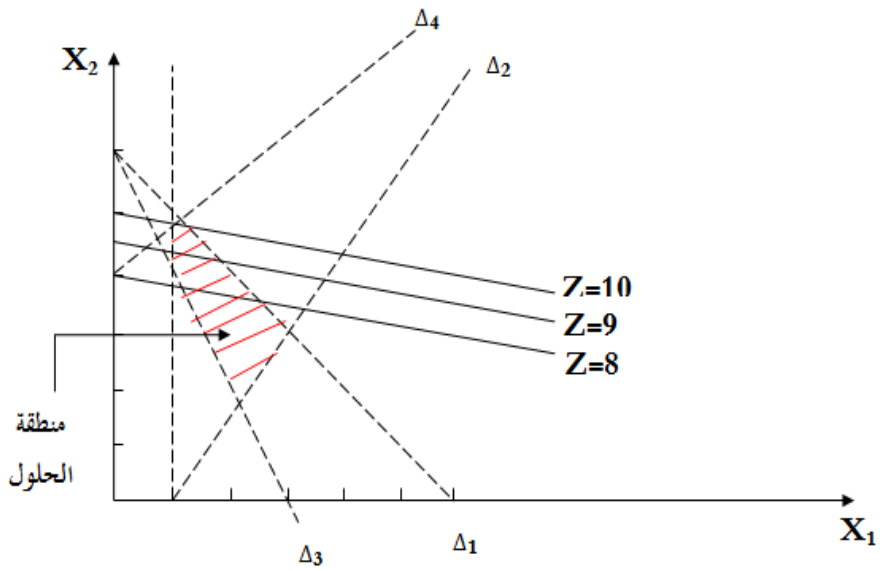
ضمن القيود التالية:

(1-2)

$$x_1 - x_2 \leq 1 \quad \rightarrow \Delta_2$$
$$x_1 + x_2 \leq 6 \quad \rightarrow \Delta_1$$
$$2x_1 + x_2 \geq 6 \quad \rightarrow \Delta_3$$
$$0.5x_1 - x_2 \geq -4 \rightarrow \Delta_4$$
$$x_1 \geq 1\,, x_2 \geq 0$$

يمكن تمثيل الحل بيانيا كما يلي:

الشكل (2-4)



حيث تمثل المنطقة المظللة منطقة الحلول الممكنة، في حين تقع القيمة المثلى عند تقاطع المعادلتين $x_1 + x_2 = 6$ ، $0.5x_1 - x_2 = -4$ في النقطة المتطرفة (4/3,14/3) حيث يأخذ تابع الهدف القيمة 10.

أولى التعديلات التي سندخلها على هذه المسألة يتمثل بتغيير تابع الهدف ليصبح تابعا غير خطي ومن ثم سننتقل إلى إدخال القيود غير الخطية على المسألة.

1. تابع الهدف غير الخطي: سنستبدل تابع الهدف السابق كما أشرنا أعلاه بتابع آخر غير خطي من الصيغة:

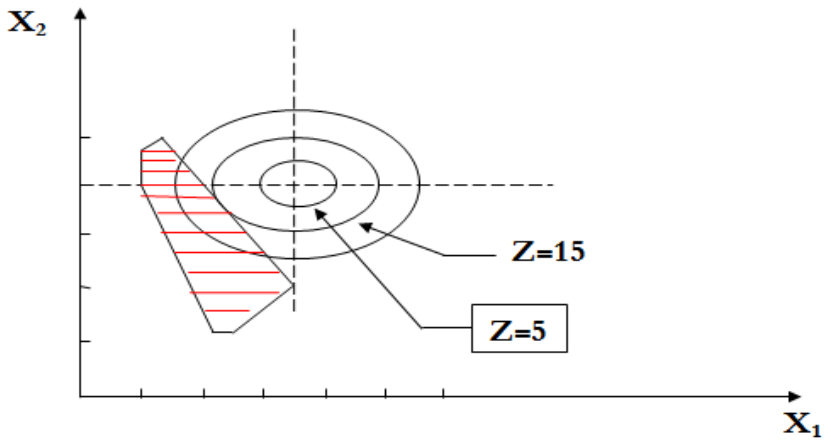
(2-2)

$$z = 10(x_1 - 3.5)^2 + 20(x_2 - 4)^2$$

مع افتراض أننا نرغب بتصغير التابع وملاحظة أنه قابل للفصل[1]

إن الحل البياني للنموذج السابق بصورته المعدلة الجديدة موضح على الشكل (2-5)

الشكل (2-5)



[1]- يقال عن التابع $f(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ أنه قابل للفصل إذا أمكن تقسيمه إلى توابع جزئية كل منها يتبع لمتغير مستقل و بحيث يكون هذا التابع مساويا لمجموع هذه التوابع المنفصلة أي أن: $f(x_1,x_2,\ldots x_n)=f(x_1)+f(x_2)+\ldots+f(x_n)$

نلاحظ على الشكل(2-5)، أن منطقة الحل الممكنة تبقى على حالها في حين يأخذ تابع الهدف الجديد شكل منحنيات قطوع ناقصة مركزها النقطة(4 ،3.5)، إضافة إلى انتقال القيمة المثلى من إحدى النقاط المتطرفة لمنطقة الحل، إلى النقطة التي يكون القطع الناقص عندهما مماسا لأحد أضلاع هذه النقطة، أي في النقطة التي يكون تابع الهدف فيها مماسا للقيد $x_1+x_2=6$ و تجدر الإشارة هنا إلى أن ميل منحنى تابع الهدف عند النقطة المثلى التي نرمز لها ب $x_1^* = x_2^*$يساوي (-1) و هي تمثل قيمة ميل المستقيم الممثل التابع $x_2=-x_1+6$، و يمكن أن نحدد النقطة المذكورة.

من خلال اشتقاق تابع الهدف بالنسبة ل x_1^*, x_2^* و من ثم إجراء المساواة بين المشتقتين و بذلك نحصل على المعادلة التالية:

$$(x_2^* - 4) = 0.5(x_1^* - 3.5)$$

وبحل جملة المعادلتين الأخيرتين، نحصل على الحل الوحيد المتمثل في القيم التالية:

$x_1^* = 2.5$و $x_2^* = 3.5$ والقيمة المثلى لتابع الهدف $z^* = 15$

وكنتيجة لما سبق، نلاحظ بأن أسلوب خوارزمية السمبلكس الذي تنتجه البرمجة الخطية والقائم على دراسة النقاط المتطرفة وتجاهل النقاط الممكنة الأخرى يعد غير ذي جدوى في حل مسائل من هذا النمط.

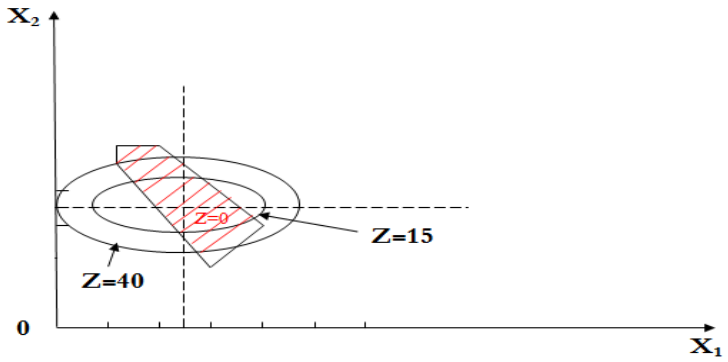
أضف إلى ما سبق أن إيجاد أسلوب يسمح بتقييم جميع النقاط الواقعة على حدود منطقة الحلول الممكنة بما في ذلك النقاط المتطرفة يعد أمرا غير كاف للوصول إلى القيمة المثلى فالحل الأمثل قد يكون نقطة داخلية، ولتوضيح هذا الأمر سنعمل على إدخال التعديل البسيط التالي على تابع الهدف حيث سنفترض بأنه أصبح كما يلي:

(3-2)

$$z = 10(x_1 - 2)^2 + 20(x_2 - 3)^2$$

وهكذا فإن الحل البياني يأخذ الشكل الآتي:

الشكل (2-6)



وكما هو ملاحظ فقد بقيت منطقة الحلول الممكنة على حالها أما القيم المثلى لـ: x_1، x_2، z فتصبح كالآتي: $x_1^* = 2, x_2^* = 3, z^* = 0$

أي أن القيمة المثلى انتقلت من حدود منطقة الحل إلى الداخل، هذا وتجدر الإشارة إلى انعدام فاعلية القيود في هذا المثال باعتبار أن القيمة المثلى لتابع الهدف هي نفسها في حال وجود القيود أو عدمها.

لقد تميزت الأمثلة المقدمة حتى الآن بكون القيمة المثلى الموضعية، قيمة مثلى عامة في آن واحد، إلا أن الوضع لا يكون دائما بمثل هذه السهولة، و للتأكد من ذلك نسوق المثال التالي الذي يأخذ تابع الهدف فيه الصيغة.

$$\max z = 25(x_1 - 2)^2 + (x_2 - 2)^2$$

أما القيود فهي:

(4-2)

$$x_1 + x_2 \geq 2$$

$$x_1 - x_2 \geq -2$$

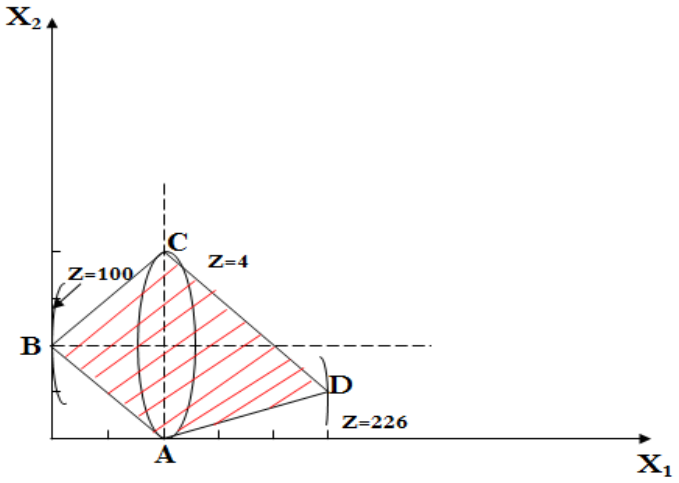
$$x_1 + x_2 \leq 6$$

$$x_1 - 3x_2 \geq 2$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

يمثل الشكل(2-7) الحل الصافي لهذه المسألة:

الشكل (2-7)



حيث تقدم النقطة D كما هو ملاحظ القيمة العظمى العامة، هذا فيما تقدم النقطة B قيمة عظمى نسبية لتابع الهدف تختلف عن القيمة العظمى العامة، إلا أنها أكبر من أي قيمة يأخذها هذا التابع في أي من النقاط المجاورة لهذه النقطة سواء كانت النقطة A أم C.

يظهر هذا المثال عجز أسلوب السمبلكس أيضا عن معالجة مثل هذه الحالة إلا عندما نتوصل إلى القيمة العظمى النسبية الواقعة في النقطة المتطرفة B، فستتوقف الإجراءات الحسابية مما سيؤدي إلى التوصل إلى حال يخالف الواقع، لأنه يتجاهل القيمة العظمى العامة الواقعة في النقطة المتطرفة D.

2-**القيود غير الخطية:** عالجت الأمثلة المطروحة حتى الآن مسائل ذات تابع هدف غير خطي فقط، إلا أننا نواجه في بعض الأحيان مسائل يقترن تابع الهدف غير الخطي فيها بقيود غير خطية أيضا، مما يؤدي إلى تغيير طبيعة منطقة الحل، فلو أخذنا بالاعتبار القيود التالية:

(5-2)

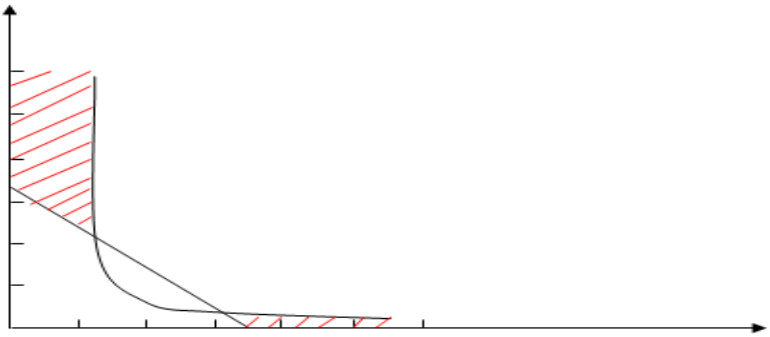
$$(x_1 - 1)x_2 \leq 1$$

$$x_1 + x_2 \geq 3.5$$

$$x_1 , x_2 \geq 0$$

فسنجد بأنه بالإمكان تمثيل منطقة الحل بيانيا على النحو التالي:

الشكل (2-8)



وكما هو واضح من الشكل (2-8) لم يعد فراغ الحل محدبا كما أضحت مجموعة الحلول الممكنة مؤلفة من جزأين منفصلين، وعندما يواجهنا مسائل مجموعة حلولها الممكنة غير محدبة فستظهر لدينا قيم مثلى موضعية مختلفة عن القيمة المثلى العامة حتى لو كان تابع الهدف خطيا.

ولا يعد دور جل التقنيات الحسابية المستخدمة في حل هذا النوع من مسائل البرمجة غير الخطية من إيجاد نقطة تقدم قيمة مثلى موضعية تتابع الهدف، دون أن تبين ما إذا كانت هذه القيمة تعبر عن القيمة المثلى العامة لهذا التابع[1]، مما يجعل البرمجة الديناميكية التقنية الحسابية الوحيدة القادرة على إيجاد القيمة المثلى العامة بغض النظر عن القيم المثلى الموضعية الأخرى.

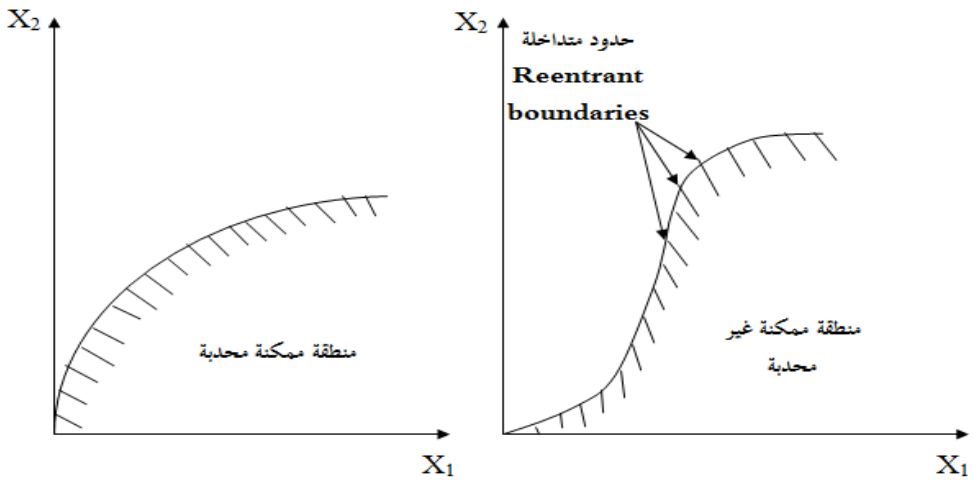
[1]-Hadley G. , **"Nonlinear and Dynamic Programming",** Addison-Wesley Pub. Co. 1ére édi.1964, p 10.

IV. 2. القدرة على معالجة مناطق الحلول غير المحدبة

يحمل شكل منطقة الإمكانيات أهمية خاصة لأنه يرشدنا إلى الأسلوب الواجب إتباعه لحل هذه المسألة، وإذا ما كنا سنواجه صعوبة في هذا المجال، حيث تمثل طبيعة المنطقة الممكنة الناتجة عن القيود القاعدة التي يتم الاستناد إليها لتحديد التقنية المطبقة في الحل. فإذا كانت هذه المنطقة محدبة فمن المستحسن في هذه الحالة استخدام البرمجة الخطية أما إذا كانت هذه المنطقة غير محدبة فإن البرمجة الديناميكية تقدم الأسلوب الأنجع للحل في هذه الحالة، لذا سنقدم بداية تعريفا للمنطقة المحدبة.

لو حاولنا تقديم تعريف اصطلاحي للمنطقة المحدبة فسنجد بأنها المنطقة التي تقع جمع الخطوط المستقيمة الواصلة بين أي نقطتين فيها، بشكل تام داخل حدودها[1]، أي دون أن تكون تعرجات حدودها من النوع الذي يؤدي إلى اختراق فراغ الحل والتي يطلق عليها تسمية الحدود المتداخلة ويوضح الشكل التالي ما المقصود بهذا النوع من الحدود.

الشكل (2–9)



[1]- De Neufville R., **"Applied systems analysis"**, p 19.
- Mc Millan C, '**Mathematical Programming'**, John Wiley and Sons, Inc, 1974, p 177.
- Byron S. and others, '**Introduction to Optimization Theory'**, Prentice Hall Englewood Cliffs, N.J, 1973.

وبالإمكان طرح الأمر رياضيا على النحو التالي: إذا افترضنا أن A وB يمثلان متجهين لنقطتين من المنطقة الممكنة هما A وB وتقعان على حدود هذه المنطقة على سبيل المثال، فيجب أن تقع جميع نقاط المتجه T المحدد بالتركيب الخطي.

(6-2)

$$T = \lambda A + (1 - \lambda)B$$

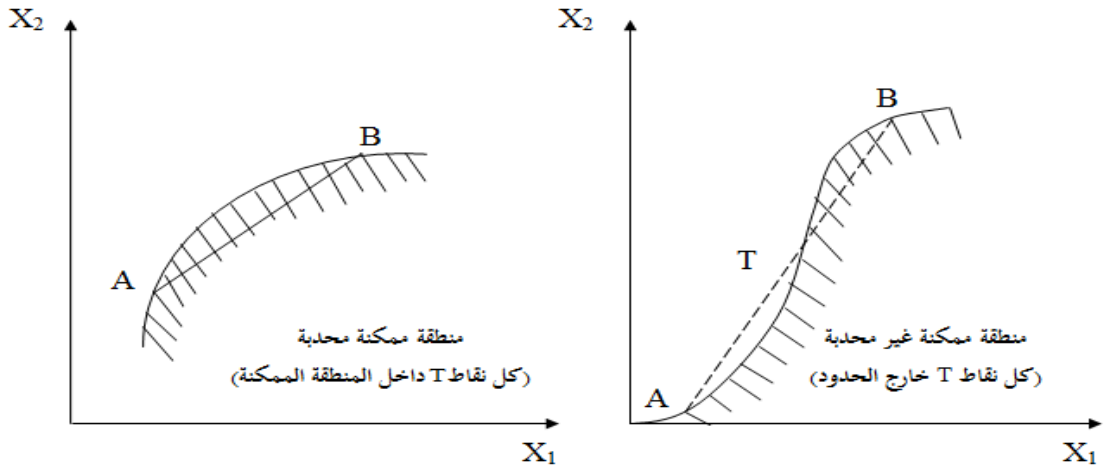
حيث:

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

والذي يمثل النقاط الواقعة على الخط المستقيم الواصل بين A وB، داخل المنطقة الممكنة كي تكون هذه المنطقة محدبة، ويعرف المتجه T على أنه الشريحة الخطية الواصلة بين المتجهين A وB.

وتسهم هذه الخاصية في تحديد اختبار التمييز بين المناطق المحدبة وغير المحدبة ويوضح لنا الشكل (2-10) هذه الخاصية بصورة أفضل، ومتى استطعنا تحديد طبيعة المنطقة يصبح من اليسير علينا اختيار أسلوب الحل المجدي، فإذا كانت المنطقة محدبة فسيكون للمسألة نقطة مثلى وحيدة، أي لن توجد نقاط مثلى موضعية مختلفة عن القيمة المثلى العامة وبالتالي فليس من الضروري البحث في كافة أرجاء منطقة الحل الممكنة للوصول إلى القيمة المثلى إذ يمكننا الانطلاق من نقطة ما، سالكين بعد ذلك مسارا معينا نطور فيه الحل بشكل تدريجي، بحيث يقودنا في النهاية إلى القيمة المثلى وهو ما يتفق مع إمكانيات أسلوب السمبلكس الذي تعتمده البرمجة الخطية في تطوير الحلول، أما عندما تكون المنطقة غير محدبة فستقف البرمجة الخطية عاجزة في هذه الحالة، كما أن أفضل ما يمكن أن تقدمه أساليب البرمجة غير الخطية الأخرى هو إيجاد قيمة موضعية تقدم أفضل حل ممكن دون التأكد من كونها النقطة المثلى العامة.

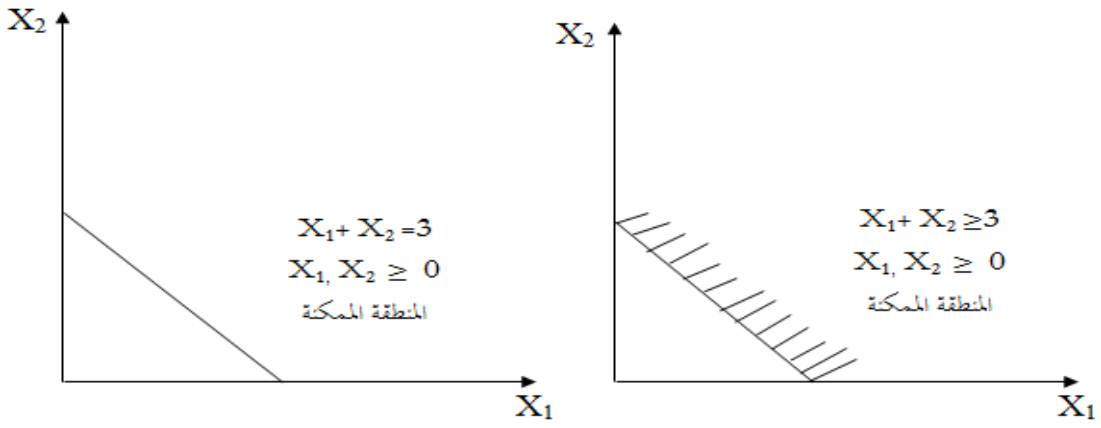
الشكل (2–10)



و قد بذلت الكثير من الجهود لتطوير تقنيات الحل من أجل التمكن من دراسة كامل منطقة الحل الممكنة. و من أهم الجهود المبذولة في هدا المجال التعديلات التي أدخلها كيون و تيوكر على أسلوب مضاريب لاغرانج الذي يعتبر من أبسط أساليب الحل، بيد أن عيبه الرئيسي يتمثل في اقتصاره على معالجة المسائل التي تأخذ القيود المفروضة على تابع الهدف غير الخطي فيها صيغة مساويات، و هو ما يستتبع بالضرورة وقوع الحل على الخطوط التي تمثل هذه القيود. أما بعد إدخال شروط كيون و تيوكر فقد انتفى هذا الالتزام نتيجة توسيع نطاق الحل ليشمل المسائل التي تأخذ قيودها صيغه متراجحات[1]، بحيث عدا من الممكن وقوع الحل في أي نقطة من الفراغ المحدد بهذه القيود، و يمكن توضيح ذلك بيانيا بالشكل التالي الذي يمثل كلا الحالتين:

[1]- Kuhn H.W. and Tucker A.W. **"Nonlinear Programming"** proceedings of the second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, University of California Press, Berkeley Calif. 1951, p.481-492.

الشكل (2–11)



لو قمنا بدراسة النموذج الرياضي التالي[1]، الخاص بشركة تستخدم m عاملا من العوامل المتغيرة و n عاملا من العوامل الثابتة، من أجل انتاج منتجات مختلفة يبلغ عددها p ، حيث:

(**2–7**) الكمية المستخدمة من العامل المتغير: في إنتاج المنتج X_{ik} =k

حيث $(i=1, \ldots, m ; k=1, \ldots, p)$

(**2–8**) الكمية المستخدمة من العامل الثابت: في إنتاج المنتج Y_{jk} =k

حيث $(j=1, \ldots, n ; k=1, \ldots, p)$

(**2–9**) كمية المنتج Z_k =k

حيث $(k=1, \ldots, p)$

(**2–10**) الكمية المتاحة حاليا لدى الشركة من العامل الثابت Y_j =j

حيث $(j=1, \ldots, n)$

[1]- de Neudwille R. **"Applied Systems Analysis"** p33
- Spencer J. and Geary R. , **"exercices in mathematical economics and econometries"** Charles Griffin of company London 1974, p.98.
- Pfonts R.W. **"The theory of cost and production in the multi product firm"** econometrica (October 1971, p.652)

كما يأخذ تابع الإنتاج الخاص بالشركة الصيغة التالية:

$$Q(Z_1, \dots, Z_p, X_{11}, \dots, X_{mp}, Y_{11}, \dots, Y_{np}) = 0 \quad (11-2)$$

وعلاوة على ذلك فإن الاستهلاك الإجمالي للعامل الثابت في إنتاج مجمل المنتجات البالغ عددهاp، لا يمكن أن يتجاوز الكمية المتاحة حاليا لدى الشركة من هذا العامل

$$\sum_{k=1}^{p} Y_{jk} \leq Y_j \quad (12-2)$$

و سنرمز بRلتابع العائد الإجمالي الخاص بالشركة، و بC لتابع التكلفة المتغيرة الإجمالية:

$$R = R(Z_1, \dots, Z_p) \quad (13-2)$$

$$C = C(X_{11}, \dots, X_{mp}) \quad (14-2)$$

هذا و قد اقترح الأستاذ بفوتس ، أن تحويل وحدات من العوامل الثابتة من إنتاج منتج ما إلى منتج آخر يستتبع عادة تكلفة[1]، و هذا النوع من التكاليف لا يندرج في إطار أي نوع من التكاليف سواء كانت الثابتة منها أم المتغيرة، فهذه التكاليف لا تتغير بشكل مستمر مع نتاج منتج معين، لكنها تتغير مع تغير خليط منتجات الشركة.

و يمكن صياغة هذا النوع من تكلفة التحويل على النحو التالي:

$$K = K(Y_{11}, \dots, Y_{np}) \quad (15-2)$$

و من ثم سترمز $\partial K / \partial Y_{jk}$ ، و التي من المفترض أن تكون موجبة، إلى تكلفة تحويل كمية صغيرة من العامل الثابتjإلى إنتاج المنتج k . و أخيرا، فإنFتمثل التكاليف الثابتة الأخرى غيرK.

التكاليف الثابتة= F (16-2)

و بهذا يمكن تعريف تابع الربح الخاص بالشركة على النحو التالي:

[1]- Naylor T. **"A Kuhn- Tucker Model of Multi-Factor Firm Southem economic journal "**April 1975, p.324.

(17-2)

$$\pi = R - C - K - F$$

إن هدف الشركة هو تعظيم التابع المعرف بالعلاقة (2-17) و الذي يخضع للقيود(2-11) و (2-12) بالإضافة للقيود عدم السلبية.

لدى وصولنا إلى هذه النقطة، سنجد بأن أسلوب مضاريب لاغرانج يغدو غير قابل للتطبيق بسبب مقتضيات عدم السلبية، إضافة لقيود المتراجحات التي زادت عدد الحلول الممكنة بشكل كبير، لذا قام الأستاذان كيون و تيوكر بإدخال شروط جديدة على الشكل العام لمضاريب لاغرانج لتعميمها بهدف التمكن من دراسة هذه الحلول.

فأسلوب كيون و تيوكر يمكن أن يطبق لإيجاد القيم القصوى للتابع:

$$\emptyset = \emptyset(X_1, \dots, X_n) \quad (18-2)$$

حيث تكون المتغيرات مقيدة بمتراجحات من الصيغة التالية:

$$H_i(X_1, \dots, X_n) > 0, i = 1, \dots, m \quad (19-2)$$

و لكي يغدو أسلوب كيون و تيوكر فعالا فمن الضروري الافتراض بأن التابع (2-18) و القيود (2-19) مقعرة و قابلة للاشتقاق، كما أن هناك قيدا إضافيا ثانويا مفروضا على القيود نفسها لإزالة أية إمكانية لوجود نقطة وحيدة على حدود القيود[1]

إن تابع لاغرانج الخاص بهذه المسألة و المراد تعظيمه يأخذ الصيغة التالية:

$$L \quad \emptyset(X_1, \dots, X_n) + \sum_{i=1}^{m} \lambda_i H_i(X_1, \dots, X_m) \quad (20-2)$$

من أجل $\lambda_i \geq 0$ و $X_j \geq 0 \quad (j = 1, \dots, n; i = 1, \dots, m)$

[1]- يتم تحقيق الشرط الثانوي إذا كان $L(x_1, \dots, x_n, \lambda_1^0, \dots, \lambda_n^0)$ تابعا مقعرا في $X_1, \dots, X_n$ كما أن $L(x_1^0, \dots, x_n^0, \lambda_1, \dots, \lambda_n)$ تابع محدب ل $\lambda_1, \dots, \lambda_n$. إن الرمز x_j^0 يعني أن X_j تأخذ القيمة التي يتم تعظيم $\emptyset$ عندها.

و لضمان وجود قيمة عظمى مفيدة في X_j° و λ_i° فمن اللازم و الكافي وجود نقطة استقرار Saddle Point عند القيمة القصوى.

إن مجموعة X_j° و λ_i° تسمى نقطة استقرار للتابع $L(X_i, \lambda_i)$ إذا كانت:

$$L(X_j, \lambda_i^\circ) \leq \mathrm{L}(X_j^\circ, \lambda_i^\circ) \leq \mathrm{L}(X_j^\circ, \lambda_i) \text{ و } \lambda_i^\circ \geq 0 \text{ و } X_j^\circ \geq 0$$

من أجل كل: $\lambda_i \geq 0$ و $X_j \geq 0$

و من المفيد تصور تابع فعلي يأخذ شكل السرج بثلاثة أبعاد و ليكن $L(X,\lambda)$ ، و من ثم فإن نقطة الاستقرار هي تلك النقطة التي تقع في منتصف مقعد السرج و التي تقابل قيمة عظمى على محور X (λ ثابتة في λ°)، و تقابل قيمة دنيا على محور λ (X ثابتة في X°).

و لضمان وجود نقطة استقرار فمن اللازم و الكافي التقيد بالشروط التالية:

(**21–2**)

$$\left.\frac{\partial L}{\partial X_j}\right|_{X_j = X_j^\circ} \leq 0, (j = 1, \dots, n)$$

(**22–2**)

$$\sum_{j=1}^{n} \left.\frac{\partial L}{\partial X_j}\right|_{X_j = X_j^\circ} , \quad X_j^\circ = 0$$

(**23–2**)

$$X_j^\circ \geq 0, (j = 1, \dots, n)$$

(**24–2**)

$$\left.\frac{\partial L}{\partial \lambda_i}\right|_{\lambda_i = \lambda_i^\circ} \geq 0, (i = 1, \dots, m)$$

(25-2)

$$\sum_{i=0}^{m} \frac{\partial L}{\partial \lambda_i}\Big|_{\lambda_i=\lambda_i^{\circ}} , \qquad \lambda_i^{\circ} = 0$$

(26-2)

$$\lambda_i^{\circ} \geq 0 \ , (i = 1, \dots, m)$$

تتم المحافظة على اللامساواة بالنسبة للقيد (2-21) فقط عندما تكون $X_j^{\circ} = 0$ ، كما تتم المحافظة على اللامساواة بالنسبة للقيد (2-24) فقد عندما تكون $\lambda_i^{\circ} = 0$، و هذا إذا لم يكن القيد i ملزما.

كما هو ملاحظ من العرض السابق، فإن الشروط التي أدخلها كيون و تيوكر على أسلوب مضاريب لاغرانج قد سمحت بدراسة فراغ الحل بالكامل إلا أن هذا الأمر قد أتى على حساب ازدياد الجهد الحسابي المبذول من أجل الحل.

و حتى عندما تم إدخال شروط كيون و تيوكر على خوارزميات البرمجة غير الخطية الأخرى كخوارزمية وولف لحل مسائل البرمجة التربيعية بواسطة السمبلكس[1]، فقد بقيت هذه التقنية قاصرة لاستنادها أساسا إلى فراغ حل محدب.

وبالتالي تبقى تقنية البرمجة الديناميكية التقنية الأساسية القادرة على التعامل مع المسائل ذات فراغات الحلول غير المحدبة.

IV. 3. القدرة على معالجة المسائل ذات المتغيرات المنقطعة (الأعداد الصحيحة)

لقد عالجت التقنيات التقليدية كحساب التفاضل أو البرمجة الخطية مسائل ذات متغيرات مستمرة، بيد أننا نواجه في الواقع العملي عادة مسائل ذات متغيرات منقطعة و خصوصا عندما تأخذ المتغيرات أعدادا صحيحة.

[1]- Wolfe P. and Frank M. **"An Algorithm for Quadratic Programing"**Naval Research Logistics Quarterly (March-June 1956), p 95.

و قدتم تجاوز هذه العقبة في التقنيات التقليدية عن طريق تقريب الأرقام إلى أقرب عدد صحيح، إلا أن هذا الأمر لا ينطبق على جميع المسائل، إذ تتأثر دقة الحل بشكل كبير فيما إذا كانت قيم المتغيرات صغيرة، و خصوصا في الحالات التي تأخذ فيها المتغيرات إحدى القيمتين الصحيحتين 0 أو 1، كالقيام بالموازنة بين الفرص المتاحة لتوظيف رأس المال على سبيل المثال، إذ يتوجب على الشركة في هذه الحالة الاختيار بين مجموعة من المشاريع الاستثمارية المختلفة، و سيتضمن تابع الهدف في هذه الحالة عددا من المتغيرات يمثل كل منها مشروعا مختلفا، فإذا كانت قيمة المتغير 1 يتم قبول المشروع أما إذا كانت قيمة المتغير صفرا فسيتم رفضه. و من الواضح أن القيمة 0.7 تغدو دون مغزى في هذه الحالة.

و على الرغم من الجهود العديدة التي بذلت لتدارك هذه العقبة، فقد بقي حساب التفاضل و غيره من التقنيات التقليدية عاجزين عن معالجة هذا النوع من المسائل، إذ أن التعامل مع المتغيرات ذات القيم الصحيحة يتطلب أدوات رياضية جديدة.

و مع ازدياد الحاجة لتقنيات تتعامل مع الأعداد الصحيحة فقد تم تطوير تقنية برمجة الأعداد الصحيحة التي تتعامل مع مسائل غير خطية نظرا لتطبيق شرط القيم الصحيحة. إلا أن تجاهل هذا الشرط يضعنا أمام مسائل خطية، و قد تمت الاستفادة من هذه الحقيقة في تطوير خوارزميات برمجة الأعداد الصحيحة التي تعتمد بشكل مباشر أو غير مباشر على الحلول المستمرة للمسائل المطروحة[1].

فأسلوب خوارزمية القطع(Cutting Plane) الذي طوره الأستاذ غوموري عام 1957[2]، و الذي كان الأساس في برمجة الأعداد الصحيحة، ينطلق من نقطة مثلى مستمرة تمثل حلا لمسألة برمجة خطية تم التوصل إليه بوساطة خوارزمية السمبلكس ثم تتم إضافة شروط جديدة للمسألة تعرف بشروط القطع، و ذلك من أجل الوصول إلى القيمة الصحيحة للحل فيما لو كانت هذه القيمة غير صحيحة، بحيث تقطع هذه الشروط شريحة من فراغ الحل المستمر و تعدله بشكل تدريجي حتى يتم

[1]- Lapin L., **"Quantitative Methods for Business Decisions"** Harcoust Bruce javononich inc p.385.
Budnick F. and "**Others Principles of Operations Research for Management**" p.37.
Taha H. "**Operations Research Macmillan publishing**" co p.235.
[2]- Gomory R. E. **"Outline of An Algorithm for integer Solutions to Linear programs"** in R. L. Graves and Philipe Wolfe (eds) Recent Advances in Mathematical Programming, McGraw-Hill Book 1963.

الوصول إلى النقطة المتطرفة التي تحقق الشروط الإضافية الجديدة، و مع مراعاة عدم احتواء الشريحة المقطوعة على نقاط تأخذ قيما صحيحة. و يتطلب مثل هذا الأمر بالطبع عددا محدودا من الخطوات يستمر خلالها التحسين وصولا إلى الحل الأمثل.

كما يستند النمط الآخر لخوارزميات برمجة الأعداد الصحيحة و المسمى بأساليب البحث و الاستقصاء(Search Method) ، و الذي قام بتطوير اختبارات ذكية تدرس بصورة صريحة جزءا بسيطا من نقاط الأعداد الصحيحة الممكنة، في حين تأخذ في حسبانها ضمنيا و بشكل آلي النقاط المتبقية.

فخوارزمية التفريع و التحديد(Branch-and-Bound) تبتدئ بقيمة مثلى مستمرة ثم تقوم بتجزئة فراغ الحل بشكل نظامي إلى مسائل فرعية عن طريق حذف الأجزاء التي لا تتضمن نقاطا صحيحة ممكنة[1].

يبد أن هذه الخوارزميات تعوزها الكفاءة الحسابية، و تلك لضخامة عدد التكرارات المطلوبة لحل المسائل و خاصة في المسائل كبيرة الحجم، فخوارزميات برمجة الأعداد الصحيحة و على العكس من تقنية البرمجة الخطية، لا تستطيع معالجة المسائل الضخمة بنجاح، كما أن هذه الخوارزميات لا تقدم حلولا للمسائل غير الخطية بطبيعتها أي تلك المسائل التي تظل غير خطية حتى و إن لم يتم تطبيق شرط القيم الصحيحة، مما يجعل تقنية البرمجة الديناميكية في هذه الحالة التقنية الوحيدة القادرة على معالجة مسائل من هذا النوع.

V. عمليات القرار متعددة المراحل (عناصرها و أنماطها):

إن الغرض من أي قرار هو مواجهة موقف معين أو حل مشكلة قائمة أو محتمل الوقوع فيها، و إن عملية القرار هي عملية تتطلب لاستكمالها إما اتخاذ قرار واحد . و يعرف هذا النوع من العمليات

[1]- Lawler E.L and wood D.E. **"Branch and Bound Methods, a survey"** operations Research, (July- August 1966).
- Naylor H. and Vernon J. **"Microeconomics and Decisions Models of the Firm "** Harcourt Brace and world, Inc., 1969, p.261.

بعمليات القرار ذات مرحلة واحدة أو اتخاذ سلسلة متتالية من القرارات في إطار ما يسمى بعمليات القرار المتعددة المراحل و هذا هو جوهر تقنية البرمجة الديناميكية.

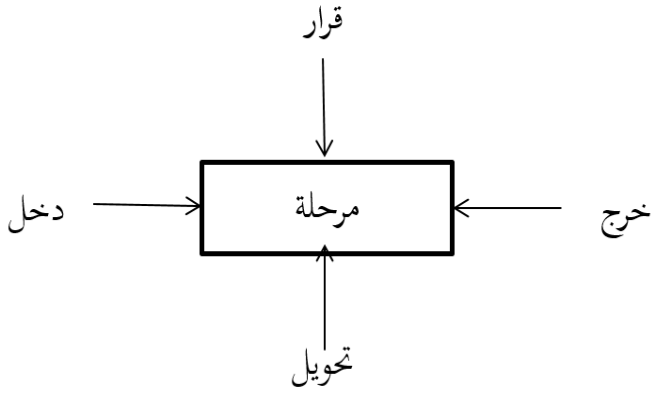
حيث أن القرار الرشيد هو ذلك القرار الذي يعتمد في اتخاذه على مجموعة من العناصر حيث يمكن توضيح هذه العناصر كالتالي:

V. 1. عناصر عمليات القرار المتعددة المراحل[1]

إن العناصر الرئيسية التي تستند إليها عمليات القرار متعددة المراحل و التي تمثل في الوقت نفسه أركان تقنية البرمجة الديناميكية التي تقوم بتقسيم المسألة المدروسة إلى مسائل جزئية تتم معالجتها على مراحل، مما يعني أن تقنية البرمجة الديناميكية تتعامل مع عمليات قرار متعددة المراحل (القرارات المتتابعة).

نسمي النقطة التي نقوم عندها باتخاذ قرار المرحلة stage، و نسمي معاملات دخلنا Input Parameters الحالة State. لنجعل القرار ذاته محكوما بمعادلة أو قاعدة ما تدعى التحويل Transformation. يمثل ذلك تخطيطيا كما يلي:

الشكل (2-12): الهيكل العام للمرحلة في البرمجة الديناميكية



و يترتب علينا عند كل مرحلة اتخاذ قرار ما. فمسألة القرارات المتتابعة أو مسألة القرارات المتعددة المراحل Multistage Decision Problem هي مسألة تتألف من ثلاثة عناصر

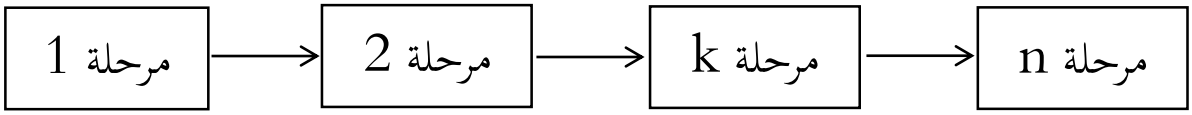
[1]- ريتشارد برونسون **"بحوث العمليات"** سلسلة ملخصات شوم، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، القاهرة ، الطبعة الثالثة 2011، ص 207.

رئيسية هي: المرحلة Stage و البدائل Alternatives و أخيرا حالة State النظام في كل مرحلة.

1. المراحل(Stages): تعتبر المرحلة أولى عناصر عمليات القرار المتعددة المراحل، و هي تمثل جزءا من المسألة يتم اتخاذ قرار بشأنه، كما يعتبر تحديد نوعية المرحلة جزءا مهما من الصياغة الإجمالية لمسألة البرمجة الديناميكية، و تمثل المراحل المتعاقبة إحدى أبسط الأنماط لدى الصياغة، حيث يتوافر فيها التسلسل الطبيعي سواء خلال الزمن أم الفراغ المدروس.

و هذه المراحل المتتالية يمكن تصويرها بيانيا كما هو موضح في الشكل(2-13):

الشكل (2-13): الشكل البياني للمراحل المتتابعة في البرمجة الديناميكية



2. البدائل (متغيرات القرار) (القيم المرجعية)

يمثل تحديد البدائل جزءا مهما لتعريف المرحلة، إذ يتم استكمال المرحلة باتخاذ قرار معين يمثل بديلا من البدائل المتاحة في هذه المرحلة، و يشكل تسلسل القرارات المتخذة السياسة المتبعة في المسألة و التي من المفترض بأن تكون مثلى.

و لكل قرار متخذ قيمة يتم تقديرها من خلال تابع العائد المرافق للمرحلة، و تمثل القرارات فرصة لتغيير قيم متغيرات الحالة.

3. حالة النظام في كل مرحلة

تمثل حالة النظام أهم مفهوم لدى صياغة نموذج البرمجة الديناميكية، كونها تمثل حلقة الوصل بين المراحل المتتالية بحيث يكون أي قرار متخذ في سياق عملية التحسين و في أي مرحلة كانت، ممكنا بالنسبة للمسألة ككل. كما تسمح باتخاذ القرارات المثلى للمراحل المتبقية دون الحاجة لتفقد آثار القرارات المستقبلية، على القرارات المتخذة سابقا.

و يعتبر تحديد الحالة من أدق الأمور لدى صياغة خوارزمية الحل لعدم وجود طريقة سهلة تمكننا من ذلك، و لكن يمكن الاهتداء إلى ذلك من خلال الإجابة عن السؤالين التاليين:

- ما هي العلاقة التي تربط المراحل ببعضها ؟

- ما هي المعلومات التي نحتاجها للوصول إلى قرارات ممكنة للمرحلة الحالية دون التأكد من إمكانية القرارات المتخذة في المراحل السابقة ؟

و يتم التعبير عن حالة النظام بشرط العملية في مرحلة ما، إذ يخبرنا بما نحتاج معرفته عن النظام في هذه المرحلة حيث تحدد قيم متغيرات الحالة وضع العملية تماما فبهدف اتخاذ القرار المناسب بشأن مسألة إنتاج على سبيل المثال، قد نحتاج لمتغيرات الحالة الخاصة بطاقة المصنع الإنتاجية و المخزون الحالي.

و يمكننا التوسع في عدد متغيرات الحالة كيفما نشاء، فلو أخذنا مسألة استثمار على سبيل المثال، فيمكننا أن نقتصر على متغير حالة وحيد يعبر عن الكمية الإجمالية للاستثمار الحالي، كما يسعنا تعريف متغيري حالة يعبران عن الدخل و نمو رأس المال أو تحديد متغير حالة يمثل كمية الاستثمار في كل صناعة، أو حتى في كل شركة على حدة.

و من الصعب التوسع في عدد متغيرات الحالة من الناحية العملية، على الرغم من الإمكانية النظرية لهذا الأمر، و ذلك بسبب تضاعف المصاعب أثناء الحل، و بالتالي فمن المستحسن تحديد أقل عدد ممكن من هذه القرارات.

4. مبدأ بلمان للأمثلية:

ينص هذا المبدأ الذي وضعه الأستاذ بلمان، و الذي تبنى على أساسه البرمجة الديناميكية على ما يلي: للسياسة المثلى خاصية أنه بصرف النظر عن الحالة الابتدائية و القرار الابتدائي، فإن القرارات المتبقية يجب أن تكون سياسة مثلى لترك الحالة الناتجة عن القرار الأول[1].

[1]- Bellman R. and Kalaba R. **"Dynamic Programing and Modern Control Theory"** Academic Press 1966, p.95

هذا يعني أننا نتعامل مع عمليات قرار تمكننا صياغتها من دراسة السياسات التي تعتمد على الحالة الراهنة فقط للنظام المدروس دون الحاجة لمعرفة تاريخ النظام بالكامل.

و نستخدم أسلوبين (خوارزميتين) للحل هما:

أ– خوارزمية الحل الأمامي.

ب– خوارزمية الحل الخلفي (الراجع).

من مسائل البرمجة الديناميكية:

- تحديد كمية الموارد التي يمكن توظيفها في جبهات مختلفة (مشاريع مختلفة).
- تحديد كمية النفقات المادية في المؤسسات.
- تحديد زمن الانتقال من وضعية بدائية إلى وضعية نهائية.
- تحديد الكميات الواجب توريدها إلى المشروع.

V. 2 الأنماط الأساسية لعمليات القرار المتعددة المراحل

تنقسم عمليات القرار المتعددة المراحل إلى ثلاثة أنماط أساسية[1]:

❖ **عمليات القرار المتعددة المراحل من النمط المؤكد:** عملية القرار المتعددة المراحل هي عملية يمكن تقسيمها إلى عدد من الخطوات أو المراحل المتتالية التي يمكن أن تستكمل بأكثر من طريقة. وتعتبر عملية القرار المتعددة المراحل مؤكدة إذا كان هناك عدد محدد فقط من المراحل في العملية وعدد محدد من الحالات مرتبط بكل مرحلة.

❖ **عمليات القرار المتعددة المراحل من النمط ألتصادفي:** تكون عملية القرار المتعددة المراحل تصادفيه إذا كان العائد المرتبط بقرار واحد على الأقل في العملية عشوائيا. وتدخل هذه العشوائية عموما بإحدى طريقتين، إما أن تحدد الحالات بشكل لا بديل له بواسطة القرارات، ولكن العائد المرتبط بحالة أو أكثر يكون غير مؤكد، أو يحدد العائد بشكل لا بديل له بواسطة الحالات، ولكن الحالات الناتجة من واحد أو أكثر من القرارات تكون غير مؤكدة.

[1]- ريتشارد برونسون "**بحوث العمليات**" سلسلة ملخصات شوم، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، القاهرة، الطبعة الثالثة، 2011، ص 275.

❖ **عمليات القرار المتعددة المراحل ذات الآفاق غير المحدود:** عملية القرار التي لها أفق غير محدود، هي التي لها مراحل كثيرة غير محدودة، وبالرغم من أن هذه العواقب لا تحدث كثيرا في الحياة العملية فإنها تكون نماذج مناسبة لتحليل العمليات التي ليس لها نقطة نهاية واضحة.

إن دراستنا لعمليات القرار المتعددة المراحل و العناصر التي تتألف منها هذه العمليات، و التي تمثل في الوقت نفسه أركان تقنية البرمجة الديناميكية التي هي موضوع بحثنا الرئيسي بالإضافة للعرض المفصل لما تقدمه هذه التقنية من مزايا ، تمثل مدخلا لدراسة الأساليب الحسابية المطبقة في تقنية البرمجة الديناميكية و المتمثلة بالعلاقات التتابعية.

VI. صياغة البرمجة الديناميكية (العلاقات التتابعية):

و في الواقع إن البرمجة الديناميكية هي نوع من الأمثلية التي تطبق بشكل خاص على المسائل التي تتطلب متتالية من القرارات المترابطة يحول كل قرار منها الوضع الحالي إلى وضع جديد، فهناك متتالية من القرارات تؤدي إلى متتالية من الأوضاع.

و تسعى البرمجة الديناميكية إلى البحث عن تلك القرارات التي تجعل دالة معينة أعظمية أو (تدنية) و ذلك باستنادها لمفهوم العد، إذ تقوم بعد الحلول الممكنة على نحو نظامي مع حساب أداء كل منها ثم تختار الأفضل، و عند القيام بعد جميع الحلول الممكنة تنتفي الحاجة لكون منطقة الحل محدبة أو خطية و هو ما يميز البرمجة الديناميكية عن التقنيات التقليدية التي سبق أن أشرنا إليها.

و تنجز البرمجة الديناميكية هذا الأمر بالاستناد إلى خواص معينة يفترض توافرها في المسألة المدروسة، أولا هي خاصية القابلية للفصل، و الثانية هي خاصية النمطية (Monotonicity) التي تتحقق من خلال تطبيق مبدأ الأمثلية للأستاذ بلمان، و ذلك لاستحالة تعداد جميع الحلول الممكنة من الناحية العملية، حتى لو كان حجم المسألة مقبولا.

تكمن صعوبة العد الكامل في أن عدد الحلول الممكنة هو تابع أسي لعدد القرارات الممكنة و لعدد القيم التي من الممكن أن تأخذها و لعدد المراحل التي يتم خلالها دراسة المسألة[1]، و بهذا يكون القانون العام كالتالي:

$$\text{العدد الأقصى للحلول الممكنة} = [(\text{عدد القيم})^{(\text{عدد المتغيرات})}]^{(\text{عدد الفترات})}$$

و هذا الرقم كما نلاحظ ضخم حتى بالنسبة لمسائل صغيرة نسبيا، و فلكي إذا ما أردنا دراسة مسائل مهمة كتصميم شبكة هاتف إقليمية أو وضع نظام توزيع لشركة كبرى فحتى الحاسبات العملاقة تحتاج لعدة أسابيع لتقيم الحلول الممكنة كلا على حدة. و تمكنت البرمجة الديناميكية من تجنب هذه المشكلة باستخدام أسلوب العد الضمني.

لذا سنحاول شرح هذا الأسلوب، و من ثم سننتقل لدراسة العلاقات الحسابية المستخدمة من قبل تقنية البرمجة الديناميكية و المعروفة بالعلاقات التتابعية بنوعيها سواء العلاقات التتابعية الأمامية أو الخلفية، و سنقوم بعد ذلك بعرض علاقة تتابعية في ظل أفق غير محدود و علاقة أخرى تصادفية.

VI. 1. أسلوب العد الضمني

كما سبق أن ذكرنا فإن البرمجة الديناميكية تلجأ إلى هذا الأسلوب لدى تطبيق مبدأ العد، حيث يتم إقصاء عدة مجموعات من التراكيب الممكنة بشكل نظامي و على عدة مراحل باعتبارها رديئة و ذلك استنادا إلى الفرضيات المهمة الخاصة بالمسألة التي سبق أن أشرنا إليها و هي القابلية للفصل و النمطية، و بهذا فإن العد الضمني هو عملية تكرارية للتحسين تحدد و تقصي الحلول الرديئة، دون الاضطرار إلى دراسة كل منها على حدة بشكل مفصل[2].

فعلى سبيل المثال لنفترض أننا نعيش في مدينة يتم السير في شوارعها باتجاه واحد. و أننا نود الانتقال من مكان A إلى مكان F بأقل جهد ممكن (ربما في أقل وقت ممكن) حيث يصعب القيام بمثل هذه العملية في يوم واحد. لذا سنفرض أنها تستمر على عدة مراحل و لتكن 6 أيام على سبيل

[1]-De Neufville R. **"Applied Systems Analysis "**p.140.
[2]- Winston Wayne L. **"Operations Research: Applications and Algorithms"** Deterministic Dynamic Programing: chapter 18, Indiana University 4éme édi., Thomson 2004.

المثال بالإضافة لافتراض بوسعنا الاختيار بين عدة وجهات (طرق) كل يوم و لتكن 10 طرق للانتقال من A إلى F، حيث يمكن طرح السؤال التالي: ما هو أفضل الطريق الذي يجب أن تسلكه لتحقيق أقل جهد ممكن و أقل وقت ممكن.

و كما نلاحظ ، فإن الإجابة عن هذا السؤال يكتنفنا الكثير من الغموض فقد يتوقف أفضل طريق و هو الأسرع و الأقل كلفة بالطبع على المسافة أو المصاعب التي يمكن أن نواجهها على الطريق، كالطرقات السيئة و الجبال و الأحوال الجوية (كالثلج و الحرارة)... الخ.

حيث يمكن أن نوضح هذا المثال بشكل تفصيلي:

إذ لدينا 10 خيارات يوميا و بهذا فإن إجمالي عدد الطرقات التي بإمكاننا أن نسلكها هو 10^5 طريق حيث يوجد طريق الوصول إلى أية نقطة في نهاية اليوم الأول (و لتكن النقطة B)، و من ثم فإن هناك 10طرق للوصول إلى أية نقطة في نهاية اليوم الثاني (و لتكن النقطة C) ، و ذلك عبر النقطة B، و هكذا حتى الوصول إلى النقطة F.

يقوم العد الضمني بتحسين جزئي في كل مرحلة، حيث يقوم باختيار أفضل طريق للوصول إلى أية نقطة في المرحلة المدروسة نابذا جميع الإمكانيات الأخرى، و بالتالي سنقوم بتفحص الطرق العشرة المؤدية إلى النقطة C في المرحلة الثانية بالاعتماد على العد الضمني و تحديد الأفضل بينها (كالطريق المار بالنقطة B)، و من ثم يتم التخلي عن الإمكانيات الأخرى للوصول إلى النقطة C (و هي 9 في هذه الحالة)، و سيطبق هذا الأمر بالنتيجة على جميع الطرق الأخرى الممكنة المؤدية إلى مدينة F، و التي تصل في نهاية اليوم الثاني بالنقطة C دون المرور بالنقطة B، و بهذا يتم تطبيق مفهوم العد الضمني.

إذ لا حاجة لنا بدراسة هذه الطرق بشكل صريح لعلمنا بأنها ليست المثلى، و بهذا لا نكون قد تخلصنا فقط من تسعة حلول رديئة عند النقطة C بل نكون قد تخلصنا من $9(10)^3$ حلا على اعتبار أن هناك 10^3 طريق يؤدي إلى النقطة F انطلاقا من النقطة C.

و بما أن هذا الشرح ينطبق على كل نقطة من النقاط العشرة التي يمكن الوصول إليها في نهاية المرحلة الثانية (اليوم الثاني) ، فسيكون التحسين الجزئي قد أقصى $9(10)^4$ ، و قد كان الجهد المبذول

في هذا السبيل ضئيلا نسبيا، إذ بلغ عدد المسارات التي درسها التحسين الجزئي فعليا في المرحلة الثانية 10^3 من مجمل عدد المسارات الممكنة أي 10^2 مسارا لكل نقطة من النقاط العشرة التي يمكن بلوغها في نهاية اليوم الثاني. و يخفض العد الضمني بذلك عدد الحلول الممكنة المطلوب تقييمها إلى حد كبير، إذ أنه يقوم بتحويل هذا العدد من الصيغة الآسية التي تمثل العدد الإجمالي للتراكيب.

الحد الأعظم للحلول الممكنة = (الحالات)$^{(المراحل)}$

إلى العلاقة التالية:

(الحالات)(المراحل)≈عدد الحلول بواسطة العد الضمني

و هذه الميزة تجعل البرمجة الديناميكية عملية من حيث التطبيق.

VI. 2. بناء علاقة تتابعية أمامية

لقد طورت خوارزميات عديدة لحل مسائل البرمجة الديناميكية بشكل منفرد في أي من الفئتين

تجمع البرمجة الديناميكية عند تطبيقاتها بشكل ملائم بين جمع حقوق البرمجة الرياضية.

سنحاول فيما يلي دراسة العلاقات الحسابية المستخدمة من قبل البرمجة الديناميكية مع التركيز في هذه الفقرة على كيفية بناء العلاقة التتابعية الأمامية، و سننطلق في هذا الإطار من مسألة البرمجة اللاخطية التالية:

$$\max z = \sum_{j=1}^{n} f_j(X_j)$$

(27-2)

$$\sum_{j=1}^{n} a_j x_j \leq c \quad ; \quad a_j \geq 0 \quad , \quad j = 1, \dots, n$$

$$X_j \geq 0 \quad , \quad j = 1, \dots, n$$

حيث أن جميع قيم X_jهي أعداد صحيحة، كما أن تابع الهدف قابل للفصل و يخضع لقيد وحيد، و متغيرات القرار تأخذ قيما صحيحة فقط.

سنفترض أن c و a_j هي أعداد صحيحة، مع تأكيد أن هذا الافتراض لا يمثل قيدا فعليا على المسألة لأنه يتحكم بوحدات القياس المستخدمة فقط، فعلى سبيل المثال لو كانت c تمثل الحجم فعلينا قياسها بالسنتيمترات المكعبة عوضا عن الأقدام المكعبة و هذا الأمر يسري على a_j أيضا، مما يجعل جميع هذه المعاملات في النهاية تأخذ قيما صحيحة[1].

و من المفيد في هذه المرحلة إيراد بعض التوضيحات حول المقصود من عملية التعظيم المدروسة، فلدى دراسة التابع g(x) على سبيل المثال، و الذي يتبع ل n متغير حيث :$X=[x_1,\dots,x_n]$ فإن $\max_{x_i,x_j,\dots,x_r} g(X)$ ، تمثل القيمة العظمى المطلقة لهذا التابع بالنسبة لتغيرات مسموحة في $x_i, x_j, \dots, x_r$ من أجلقيم ثابتة معينة لبقية المتغيرات التي لم ترد ضمن المجموعة في $x_i, x_j, \dots, x_r$.

و من ثم سنرمز ب z^* للقيمة العظمى المطلقة لتابع الهدفz الوارد في (2-27)

(28-2)

$$z^* = \max_{x_1,\dots,x_n} \left\{ \sum_{j=1}^{n} f_j(x_j) \right\}$$

حيث يتم التعظيم بالنسبة لقيم صحيحة غير سالبة تأخذها x_j و تحقق القيد التالي:

[1]- Hadley G. **"Nonlinear and dynamic programing"** p. 356
- Wagner H. **"Introduction to Dynamic Optimization Models "** chapter8, **principles of Operations Research** Prentice-Hall, 2nd édi. 2008.

(29–2)

$$\sum_{j=1}^{n} a_j x_j \leq c$$

سيتم المضي في العمل على النحو التالي: نقوم باختيار قيمة معينة ل X_n و نثبتها، و من ثم نعظمZبالنسبة لبقية المتغيرات، أي بالنسبة ل$x_1, \dots, x_{n-1}$ ، و بالتالي فإن قيم $x_1, \dots, x_{n-1}$التي تعظم Z ضمن هذه الشروط، ستعتمد على القيمة التي تم اختيارها ل X_n ، و إذا كررنا هذا الإجراء بالنسبة لجميع القيم الممكنة ل X_n فإن Z^* ستكون أعظم قيمة ل Z تم الحصول عليها من عمليات التعظيم المختلفة، و نتوصل بذلك إلى مجموعة من قيم X_j التي تعظم التابع Z .

سنحاول الآن تطبيق الخطوات السابقة بصيغة معادلات. سنبدأ باختيار قيمة ل X_n ، و من ثم نقوم بعملية التعظيم التالية:

(30–2)

$$\max_{x_1,\dots,x_{n-1}} \left\{ \sum_{j=1}^{n} f_j(x_j) \right\} = f_n(x_n) + \max_{x_1,\dots,x_{n-1}} \left\{ \sum_{j=1}^{n-1} f_j(x_j) \right\}$$

لقد ظهر الحد $f_n(X_n)$ منفردا على اعتبار أنه مستقل عن القيم $x_1, \dots, x_{n-1}$. و متى تم اختيار X_n ، فإنه يشترط أن تكون $x_1, \dots, x_{n-1}$ أعداد صحيحة غير سالبة تحقق القيد التالي:

(31–2)

$$\sum_{j=1}^{n-1} a_j x_j \leq c - a_n x_n$$

و بالتالي فإن عملية التعظيم:

$$\max_{x_1,\dots,x_{n-1}} \left\{ \sum_{j=1}^{n-1} f_j(x_j) \right\}$$

من أجل أعداد صحيحة غير سالبة تحقق القيد(2-31)، ستعتمد على x_n أو بشكل أدق على $c - a_n x_n$. لذا يمكن أن نكتب:

(32-2)

$$\vartheta_{n-1}(c - a_n x_n) = \max_{x_1,\dots,x_{n-1}} \left\{ \sum_{j=1}^{n-1} f_j(x_j) \right\}$$

حيث يتم التعظيم بالنسبة لأعداد صحيحة غير سالبة $x_1, \dots, x_{n-1}$ تحقق القيد (2-31). لنفترض بأننا سنقوم بحساب $\vartheta_{n-1}(c - a_n x_n)$لكل قيمة ممكنة ل x_n، عندما يمكن حساب القيمة العظمى ل z أي z^* ، وفق العلاقة التالية:

(33-2)

$$z^* = \max[f_n(x_n) + \vartheta_{n-1}(c - a_n x_n)]$$

علما بأنه يمكن ل x_n أن تأخذ القيم $0,1,\dots, [c/a_n]$ حيث ان $[c/a_n]$ هو أكبر عدد صحيح يساوي أو أقل من c/a_n . و لحساب القيمة العظمى في (2-33)، فإننا نقدر

(34-2)

$$E_n(x_n) = f_n(x_n) + \vartheta_{n-1}(c - a_n x_n)$$

من أجل كل قيمة ممكنة ل x_nو نختار أكبر قيمة ل E_n. و نستطيع في الوقت نفسه أن نحدد x_n^* القيمة المثلى ل x_n . و بالتالي يمكن اختصار مسألة حساب z^*إلى عملية تعظيم بالنسبة لمتغير واحد . إذا توفرت لدينا قيمة التابع $\vartheta_{n-1}(c - a_n x_n)$.

لندرس الآن كيفية حساب $\vartheta_{n-1}(c - a_n x_n)$. إن هذا التابع كما نذكر معرف بالعلاقة (2-32) حيث يتم التعظيم بالنسبة لأعداد صحيحة غير سالبة تحقق القيد (2-31).

لنفترض أن δ هي عدد صحيح غير سالب مختار بشكل اتفاقي، و لتكن:

(35–2)

$$\vartheta_{n-1}(\delta) = \max_{x_1,\dots,x_{n-1}} \sum_{j=1}^{n-1} f_j(x_j)$$

حيث يتم التعظيم بالنسبة لأعداد صحيحة غير سالبة تحقق:

(36–2)

$$\sum_{j=1}^{n-1} a_j x_j \leq \delta$$

و باستخدام أسلوب التحليل السابق سنجد أن:

(37–2)

$$\vartheta_{n-1}(\delta) = \max_{x_{n-1}}[f_{n-1}(x_{n-1}) + \vartheta_{n-2}(c - a_{n-1}x_{n-1})]$$

حيث أن:

(38–2)

$$\vartheta_{n-2}(\theta) = \max_{x_1,\dots,x_{n-1}} \sum_{j=1}^{n-2} f_j(x_j)$$

حيث يتم التعظيم بالنسبة لأعداد صحيحة غير سالبة $\mathrm{x}_i, \dots, x_{n-2}$ ، تحقق:

(39–2)

$$\sum_{j=1}^{n-2} a_j x_j \leq \theta$$

يلاحظ بأنه يمكن ل x_{n-1} في العلاقة (2-37) أن تأخذ القيم $0,1, \dots [\delta/a_{n-1}]$.

و عليه فإننا نستطيع تقدير $\vartheta_{n-1}(\delta)$ ، إذا كنا نعلم قيمة التابع $\vartheta_{n-2}(\theta)$ من خلال اجراء التعظيم بالنسبة لمتغير واحد هو x_{n-1} . و تجدر الإشارة هنا إلى ضرورة تكرار عملية تعظيم المعادلة (2-37) بالنسبة لمختلف قيم δ إلى أن نصل إلى حساب $\vartheta_{n-1}(\delta)$ من خلالها.

يتم تكرار الأسلوب المستخدم أعلاه نفسه إلى أن يتم التوصل في المرحلة الأخيرة إلى حساب:

(40-2)

$$\vartheta_1(\eta) = \max_{x_1} f_1(x_1)$$

حيث يمكن ل x_1 أن تأخذ إحدى القيم $0,1, \dots [\eta/a_1]$ في إطار عملية التعظيم.

و كي نتمكن فعلا من حل المسألة يتوجب علينا البدء بتحديد $\vartheta_1(\eta)$ ، و من ثم استكمال عملنا بشكل تتابعي حتى نتمكن من حساب $\vartheta_{n-1}(\delta)$ و لنصل في النهاية إلى z .

يمكننا ترتيب خطوات هذا الإجراء الحسابي منهجيا على النحو التالي: نعرف أولا سلسلة التوابع

(41-2)

$$\vartheta_k(\delta) = \max_{x_1,\dots,x_k} \sum_{j=1}^{k} f_j(x_j) \quad , \quad k = 1, \dots, n$$

حيث يتم التعظيم بالنسبة لأعداد صحيحة غير سالبة تحقق:

(42-2)

$$\sum_{j=1}^{k} a_j x_j \leq \delta$$

و متى تم تحديد $\vartheta_1(\delta)$ بشكل مباشر، يمكن حساب التوابع $\vartheta_k(\delta)$ المتبقية بشكل متتابع، على اعتبار أن :

(**43–2**)

$$\vartheta_k(\delta) = \max_{x_k}[f_k(x_k) + \max_{x_1,\dots,x_{k-1}} \sum_{j=1}^{k-1} f_j(x_j)]$$

و عند حساب:

(**44–2**)

$$\max_{x_1,\dots,x_{k-1}} \sum_{j=1}^{k-1} f_j(x_j)$$

يتم التعظيم بالنسبة لأعداد صحيحة غير سالبة $x_1, \dots, x_{k-1}$، تحقق:

$$\sum_{j=1}^{k} a_j x_j \leq \delta - a_k x_k$$

ضمن هذه الشروط، نجد أن العلاقة (2–44) هي بكل بساطة $\vartheta_{k-1}(c - a_k x_k)$.

و هكذا فإن :

(**45–2**)

$$\vartheta_k(\delta) = \max_{x_k}[f_k(x_k) + \vartheta_{k-1}(\delta - a_k x_k)] \ , \ k = 2, \dots, n$$

و يمكن ل x_k أن تأخذ إحدى القيم $0,1, \dots [\delta/a_k$. و أخيرا فإن:

(**46–2**)

$$z^* = \vartheta_n(c)$$

شرحنا حتى الآن الإجراء العددي لحساب z^*، غير أننا لم نبين كيفية تحديد المجموعة المثلى لقيم x_j أثناء إجراء الحسابات. لذا سنراجع فيما يلي الإجراء الحسابي[1].

مع توضيح كيفية التوصل إلى المجموعة المثلى لقيم x_j، و سنبدأ بحساب:

(47-2)

$$\vartheta_1(\delta) = \max_{0 \le x_1 \le [\delta/a_1]} f_1(x_1)$$

حيث يمكن لx_1 أن تأخذ إحدى القيم الصحيحة ضمن المجال المشار إليه، عند القيام بحساب$\vartheta_1(\delta)$ من أجل δمعطاة. و يتم حساب $\vartheta_i(\delta)$من أجل كل قيم δعلما بأن $\delta = 0,1, \dots, c$.

سنشير ب $\hat{x}_1(\delta)$ إلى قيمة أو قيم x_1، التي يكون عندها:

(48-2)

$$\vartheta_1(\delta) = f_1[\hat{x}_1(\delta)]$$

مما يعني بأن $\hat{x}_1(\delta)$هي قيمةx_1 التي تعظم$f_1(x_1)$ عندما يكون من الممكن لx_1 أن تأخذ إحدى القيم $0,1, \dots [\delta/a_1]$، و قد توجد أكثر من قيمة ل$\hat{x}_1(\delta)$ تحقق المعادلة (2-48) . سنبني فيما يلي الجدول التالي:

[1]- S.E Dreyfus, A.M Law **"The Art and Theory of Dynamic Programming"**, Academic Press, New York (1977), p.112.
- Denardo E., **"Dynamic Programing: Theory and Application"** Englewood Cliffs N.J. prentice-Hall 1995.

الجدول (2–1)

δ	$\vartheta_1(\delta)$	$\hat{x}_1(\delta)$
0	$\vartheta_1(0)$	$\hat{x}_1(0)$
1	$\vartheta_1(1)$	$\hat{x}_1(1)$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
C	$\vartheta_1(c)$	$\hat{x}_1(c)$

إذا كان ل$\hat{x}_1(\delta)$ أكثر من قيمة واحدة، و كان اهتمامنا يقتصر على إيجاد حل أمثل واحد فقط، سيكون من الكافي جدولة إحدى القيم. أما إذا كنا نريد إيجاد بدائل الحلول المثلى المتاحة كافة، عندما يتوجب علينا جدولة جميع قيمx_1 التي تحقق العلاقة (2–48)من أجل كل قيم**δ**.

بعد توصلنا إلى حساب$\vartheta_1(\delta)$ ، نمضي قدما في حساب $\vartheta_2(\delta)$من أجل كل قيم**δ**حيث أن$\delta = 0,1, \dots, c$ ، من خلال تطبيق العلاقة:

(49–2)

$$\vartheta_2(x) = \max_{0 \le x_2 \le [\delta/a_2]} [f_2(x_2) + \vartheta_1(\delta - a_2 x_2)]$$

و يمكن لx_2 أن تأخذ إحدى القيم الصحيحة ضمن المجال المشار إليه، عند إجراء التعظيم. لحساب$\vartheta_2(\delta)$من أجلδ معطاة، فإننا و بكل بساطة نحسب:

(50–2)

$$\mathrm{E}_2(0;\delta) = f_2(0) + \vartheta_1(\delta)$$

$$\mathrm{E}_2(1;\delta) = f_2(1) + \vartheta_1(\delta - a)$$

$$\mathrm{E}_2\left(\left[\frac{\delta}{a_2}\right];\delta\right) = f_2\left(\left[\frac{\delta}{a_2}\right]\right) + \vartheta_1\left(\delta - a_2\left[\frac{\delta}{a_2}\right]\right)$$

إن $\vartheta_2(\delta)$ تمثل أكبر قيمة بين هذه القيم. كما نستطيع في الوقت نفسه تحديد قيمة أو قيم $\hat{x}_2(\delta)$و التي من أجلها :

$$\vartheta_2(\delta) = \mathrm{E}_2(\hat{x}_2;\delta)$$

تجدر الإشارة إلى أننا نحتاج لمعرفة$\vartheta_1(\delta - a_2x_2)$ ، بالنسبة لجميع الأعداد الصحيحةx_2علما بأن $0 \le x_2 \le [\delta/a_2]$ ، من أجل تحديد $\vartheta_2(\delta)$. كما نلاحظ أن $\delta - a_2x_2$ هي عدد صحيح غير سالب بالنسبة لأي قيمة ل x_2، على اعتبار أننا افترضنا من الأصل بأنa_2 هو عدد صحيح.

و بما أننا حسبنا$\vartheta_1(\delta)$ بالنسبة لجميع القيم الصحيحة$\delta = 0,1,\dots,c$ ، يمكننا تحديد$\vartheta_1(\delta - a_2x_2)$ من الجدول (3-1) عن طريق إيجاد العدد في العمودϑ_1 الذي يقابل الرقم
$\delta - a_2x_2$ في العمودδ . و من ثم نبني جدولا على نفس الشاكلة من أجل$\vartheta_2(\delta)$ ، و $\hat{x}_2(\delta)$.

نقوم بعد ذلك بحساب جدول ل$\vartheta_3(\delta)$ ، و$\hat{x}_3(\delta)$ بالنسبة لجميع قيمδ حيث$\delta = 0,1,\dots,c$،من خلال استخدام العلاقة (2-45) و جدول$\vartheta_2(\delta)$. و يتم تكرار هذا الإجراء حتى نصل في النهاية إلى تحديد $\vartheta_n(\delta)$، عند ذلك نحتاج فقط إلى حساب$\vartheta_n(c) = z^*$و يمكن الاستغناء عن استخدام جدول قيم$\vartheta_n(\delta)$.

إن القيمة أو القيم$\hat{\mathrm{x}}_\mathrm{n}(\mathrm{c}) = \mathrm{x}_\mathrm{n}^*$، التي تعبر عن قيمة$\mathrm{x}_\mathrm{n}$ التي تؤدي إلى التوصل إلى $\vartheta_n(c)$ هي بكل بساطةx_n^*،كما سبق أن أشرنا خلال شرح العلاقة (2-33)، و بذلك نكون قد

توصلنا إلى قيمةx_n^*. و للحصول على $x_1^*, \dots, x_{n-1}^*$ ، يجب علينا استخدام جداول $\hat{x}_k(\delta)$ التي سبق لنا حسابها. عند توصلنا لمعرفةx_n^*، نكون على علم أن المتغيرات المتبقية التي يبلغ عددها n−1، يجب أن تحقق:

(51–2)

$$\sum_{j=1}^{n-1} a_j x_j \leq \delta - a_n x_n^*$$

و بالتالي يجب تعظيم $\sum_{j=1}^{n-1} f_j(x_j)$ بالنسبة لأعداد صحيحة غير سالبة تحقق (51-2).

لكن هذه القيمة العظمى هي بكل بساطة $\vartheta_{n-1}(c - a_n x_n^*)$ و قيمة x_{n-1} التي نحصل بواسطتها على $\vartheta_{n-1}(c - a_n x_n^*)$ ، هي $\hat{x}_{n-1}(c - a_n x_n^*)$، لهذا فإن:

(52–2)

$$x_{n-1}^* = \hat{x}_{n-1}(c - a_n x_n^*)$$

و لحساب x_{n-1}^*، نقوم بالبحث في جدول$\hat{x}_{n-1}(\delta)$عن $\delta = c - a_n x_n^*$. نجد بالأسلوب نفسه أن:

$$x_{n-2}^* = \hat{x}_{n-2}(c - a_n x_n^* - a_{n-1} x_{n-1}^*)$$

أو بشكل عام فإن :

(53–2)

$$x_{n-1}^* = \hat{x}_{n-i}\left(c - \sum_{u=0}^{i-1} a_{n-u} X_{n-u}^*\right) \quad , \quad i = 1, \dots, n-1$$

و هكذا نكون قدمنا أسلوبا عدديا لحساب z^* بدقة بالإضافة لتحديد المجموعة المثلى لقيم x_j.

سنحاول فيما يلي توضيح طبيعة العلاقة التي تم بناؤها من خلال ربط الرموز الرياضية بعناصر البرمجة الديناميكية ، و شرح المصطلحات التي تم استخدامها حتى الآن.

سنرمز للمتجه الذي يتضمن المؤشرات(Parameters) التي تصف حالة النظام في مسألة تتألف من k مرحلة ب $\boldsymbol{\delta}$ و هكذا فإن $\vartheta_k(\delta)$ تمثل القيمة المثلى لتابع الهدف عندما تكون المسألة مؤلفة من k مرحلة، و مؤشرات الحالة محددة بالمتجه $\boldsymbol{\delta}$. و ستعرف $\vartheta_k(\delta)$ بتوابع الحالة، سنرمز للمتجه الذي يتضمن للمتغيرات التي تم اختيارها في المرحلة k ب x_k.

و متى توصلنا إلى حساب $\vartheta_k(\delta)$ من أجل δ معطاة، عند ذلك نكون قد حددنا $\hat{x}_k(\delta)$ أيضا، و هي تمثل القيمة المثلى لمتغير القرار للمرحلة k في مسألة مؤلفة من k مرحلة، و تتمثل حالات النظام فيما يلي من خلال δ. و يطلق على $\hat{x}_k(\delta)$ تسمية توابع السياسة.

و كما هو ملاحظ، يوجد متغير أو مؤشر حالة واحد للعلاقة التتابعية الأمامية التي توصلنا إليها، و الواردة في العلاقة (2-45) هو δ ، كما أن لها متغير قرار واحد هو x_k ،إلا أننا قد نواجه في بعض الحالات بأكثر من مؤشر حالة أو متغير قرار واحد. ولا يفوتنا في النهاية التأكيد على أنه بصرف النظر عن قيمة x_k التي يتم اختيارها في المرحلة k، فمن غير الممكن الحصول على قيمة مثلى لتابع الهدف ل k مرحلة، إلا إذا كانت قيمة هذا التابع بالنسبة للمراحل k-1 المتبقية مثلى أيضا، و هو جوهر مبدأ بلمان للأمثلية.

VI. 3. بناء علاقة تتابعية خلفية

تتطلب بنية بعض مسائل القرارات المتعددة المراحل مراعاة تسلسل زمني معين أثناء الحل، و يمكن لتقنية البرمجة الديناميكية لدى التعامل مع هذا النمط من المسائل خاصة المؤكد منها إتباع أحد أسلوبين في الحل، أسلوب أمامي و قد تابعنا في الفقرة السابقة بناء علاقة تتابعية من هذا النوع. و في هذه الفقرة سنقدم علاقة تتابعية تمثل الأسلوب الثاني في الحل و هو الأسلوب الخلفي، لكن قبل القيام بذلك سنحاول التمييز بين هذين الأسلوبين.

يعمل الأسلوب الذي يستند إلى العلاقة التتابعية الأمامية كما هو واضح من التسمية باتجاه الأمام و بشكل تصاعدي، إذ تمثل المرحلة الأولى في المسألة وفق هذا الأسلوب اتخاذ القرار الأول. و على العكس من ذلك، تتجه العلاقات التتابعية الخلفية في عملها نحو الخلف و بشكل تنازلي، إذ تمثل المرحلة الأولى في هذه الحالة اتخاذ القرار الأخير في المسألة المدروسة[1].

إن السؤال المطروح هو متى يستخدم الأسلوب الأمامي أو الخلفي، و إن الإجابة على هذا السؤال تعتمد بالدرجة الأولى على وصف حالات النظام أي اختيار أحد هذين الأسلوبين أثناء الحل يعتمد على ظروف المسألة المدروسة، مثل إعطاء قيمة مؤشر ما في بداية العملية أو نهايتها، بالتالي يمكن اعتبار حالة النظام مؤشرا يتم الاهتداء به في هذه الحالة. و تجدر الإشارة أخيرا إلى أن كلا الأسلوبين يعطيان نتائج واحدة .

و باستخدام أسلوب التحليل نفسه الذي تم إتباعه في الفقرة السابقة من أجل بناء علاقة تتابعية أمامية، نستطيع التوصل إلى العلاقة التتابعية الخلفية التالية:

(54–2)

$$\vartheta_k(\delta) = \max_{x_k}[\mathrm{f_k(x_k)} + \vartheta_{\mathrm{k+1}}(\delta - \mathrm{a_k x_k})]$$

حيث أن: $k = n-1, n-2, \ldots, 1$.

VI. 4. البرمجة الديناميكية في ظل آفاق مؤكدة

سنحاول فيما يلي بناء علاقة تتابعية لمسألة من النمط المؤكد، مما سيعطينا صورة واضحة عن إمكانية تطبيق العلاقات التتابعية الأمامية و الخلفية على حد سواء.

المسألة هي على النحو التالي: يرغب مصنع معين بتحديد حجم القوة العاملة لديه للأشهر المقبلة التي يبلغ عددها n، علما بأنه قد تم تحديد متطلبات الإنتاج لهذه الفترة

[1]- Hamdy A. Taha **"Operations research: an introduction "** Macmillan Publishing Co, Inc, Now York, 4th edi. 1987 p.226.
- Budnick Frank S., McLeavey D., Mojena R. **'Principles of Operations Research for Management (Irwin series in quantitative analysis for business'** Richard D. Irwin, 1991, p.562.

سنفترض أنه في حال عدم وجود تكلفة للتعيين أو إنهاء الخدمة، فإن العدد المثالي للعمال الذين يتوجب على رب العمل تشغيلهم في الشهر j هو m_j .

لكن تشغيل هذا الرقم المثالي من العمال يبقى صعبا بعض الشيء، و ذلك لوجود تكلفة كبيرة سواء لتعيين العمال أو لتسريحهم، لذا قد لا يكون من الأمثل تشغيل العددm_j من العمال في الشهر j، و من ثم سنفترض أنه من الممكن إنجاز العمل المطلوب في الشهر jبعدد أقل من العمال إذا تم تشغيل هؤلاء العمال وقتا إضافيا.

لتكنx_j هي العدد الأمثل للعمال المستخدمين في الشهرj . بالتالي فإن تكلفة تعيين أو تسريح العمال في هذا الشهر هي $f_j(x_j - x_{j-1})$، و هي تعبر عن تكلفة تغيير حجم قوة العمل من الشهر$j-1$ إلى الشهرj ، فإذا كانت $x_j - x_{j-1} > 0$ فهي تكلفة تعيين، في حين تمثل $x_j - x_{j-1} < 0$ تكلفة تسريح، و عندما تكون $f_j(0) = 0$فهذا يعني عدم وجود أي تغير في حجم قوة العمل في هذه الفترة.

توجد تكلفة أخرى يمكن أن تظهر في الشهرj و هي ناجمة عن عدم توافر الرقم المثالي من العمال في المصنع و نرمز لها ب $g_j(x_j - m_j)$ ، فإذا كانت $x_j > m_j$ فهي تمثل تكلفة البطالة المقنعة الناجمة عن وجود عدد أكبر من اللازم من العمال، في حين تعبر$m_j > x_j$ تكلفة العمل لوقت إضافي، و عندما تكون $x_j = m_j$ من المفترض عدم وجود تكلفة أي$g_j(0) = 0$. و سنفترض أن حجم قوة العمل في بداية مرحلة الإنتاج أي الشهر 0 هو m_0 .

لتحديد مجموعة مثلى من قيم x_j ، يجب علينا إيجاد مجموعة الأعداد الصحيحة غير السالبة التي تصغر التابع:

(55-2)

$$z = \sum_{j=1}^{n}\left[f_j(x_j - x_{j-1}) + g_j(x_j - m_j)\right]$$ حيث: $x_0 = m_0$.

و تجدر الإشارة بعد الانتهاء من صياغة المسألة إلى عدم وجود قيود على حجم قوة العمل في الشهر n+1،و ذلك على العكس من الشهر 0 الذي يتم تحديد حجم قوة العمل فيه، و تعتبر هذه النقطة مهمة جدا في تحديد الأسلوب الذي يجب إتباعه أثناء الحل[1].

لنتابع تطوير العلاقة التتابعية التي ستستخدم في حل المسألة. نلاحظ أن بإمكاننا أن نكتب:

$$z = \min_{x_1}\left\{ f_1(x_1 - m_0) + g_1(x_1 - m_1) + \min_{x_2,\dots,x_n} \sum_{j=2}^{n} \left[f_j\left(x_j - x_{j-1}\right) + g_j\left(x_j - m_j\right)\right] \right\}$$

حيث:

$$\min_{x_2,\dots,x_n} \sum_{j=2}^{n} \left[f_j\left(x_j - x_{j-1}\right) + g_j(x_j - m_j)\right] = \min_{x_2}\left\{ f_2(x_2 - x_1) + g_2(x_2 - m_2) + \min_{x_3,\dots,x_n} \sum_{j=3}^{n} \left[f_j\left(x_j - x_{j-1}\right) + g_j(x_j - m_j)\right] \right\}$$

[1]- Hadley G. , **"Nonlinear and Dynamic Programing",** p.376.
- Bellman R. **"Dynamic Programing and inverse Optimal Problems in Mathematical Economics"** Journal of Mathematical Analysis and Application 1970, p.424.

و يمكن المضي في هذا الإجراء، بحيث نعرف سلسلة التوابع:

(56–2)

$$\vartheta_k(\delta) = \min_{x_k,\dots,x_n} \sum_{j=k}^{n} [f_j(x_j - x_{j-1}) + g_j(x_j - m_j],$$
$$k = 1, \dots, n$$

حيث أن $x_{k-1} = \delta$ ، كما أن x_jتأخذ قيما صحيحة غير سالبة. من ثم فإن $z^* = \vartheta_1(m_0)$ ، كما أن :

(57–2)

$$\vartheta_n(\delta) = \min_{x_n} [f_n(x_n - \delta) + g_n(x_n - m_n)]$$
$$\vartheta_k(\delta) = \min_{x_k}[f_k(x_k - \delta) + g_k(x_k - m_k) + \vartheta_{k+1}(x_k)]$$

(58–2)

$$k = 1, \dots, n-1$$

عند إجراء الحسابات، سنقوم أيضا بجدولة قيم $\hat{x}_k(\delta)$ التي تسمح بالتوصل إلى $\vartheta_k(\delta)$. في المرحلة الأخيرة يتم تحديد x_j^*، فيما يتم إيجاد قيم x_k^*الأخرى من

$$x_k^* = \hat{x}_k(x_{k-1}^*)$$(59–2)

يمثل تابع الحالة $\vartheta_k(\delta)$ في هذه المسألة التكلفة الدنيا خلال الأشهر من k إلى n عندما يكون حجم قوة العمل في الشهر k–1 هو δ ، و هذا يعني أن مؤشر الحالة δ هو حجم قوة العمل في الفترة k–1.

كما هو ملاحظ فإن العمل يتم حسب الأسلوب الخلفي، إذ بدأنا بإيجاد الحجم الأمثل لقوة العمل في الشهر n بالنسبة لجميع القيم الممكنة للعمالة في الشهر n–1،و من ثم نكرر الإجراء

نفسه من أجل الشهر $n-1$ في المرحلة الأخيرة نقوم بتحديد الحجم الأمثل لقوة العمل للشهر 1، مع علم بأن حجم قوة العمل في بداية مرحلة الإنتاج أي الشهر 0 قد حددت سلفا بm_0 .

و بهذا نكون قد عرضنا مثالا على كيفية بناء علاقة تتابعية لمسألة من النمط المؤكد حسب الأسلوب الخلفي، و قد أمكن تحقيق هذا الأمر لعدم وجود قيود على حجم قوة العمل في الشهر $n+1$ من جهة، و لتحديد حجم هذه القوة في الشهر 0 من جهة أخرى.

لنفترض فيما يلي أنه قد تم تحديد حجم قوة العمل في الشهر $n+1$ ب m_{n+1} التي تمثل القيمة المثالية لحجم العمالة في هذا الشهر، هذا بالإضافة إلى تحديدها في الشهر 0 ب m_0. و هكذا فإننا نرغب في هذه الحالة بإيجاد قيم x_j الصحيحة غير السالبة التي تصغر التابع:

(60–2)

$$z = \sum_{j=1}^{n} \left[f_j(x_j - x_{j-1}) + g_j(x_j - m_j) \right] + f_{n+1}(m_{n+1} - x_n)$$

حيث $x_0 – m_0$. يمكن كتابة العلاقة على النحو التالي:

(61–2)

$$z = \min_{x_n} \left\{ f_{n-1}(m_{n-1} - x_n) + \min_{x_1,\dots,x_{n-1}} \sum_{j=1}^{n} \left[f_j(x_j - x_{j-1}) + g_j(x_j - m_j) \right] \right\}$$

و هو ما يقودنا إلى تعريف سلسلة التوابع:

(**62–2**)

$$\vartheta_k(\delta) = \min_{x_1,\dots,x_k} \left\{ f_{k+1}(\delta - x_k) + g_{k+1}(\delta - m_{k+1}) + \sum_{j=1}^{k} \left[f_j(x_j - x_{j-1}) + g_j(x_j - m_j) \right] \right\}, \qquad k = 1, \dots, n$$

حيث $x_0=m_0$ ، كما يتم التصغير بالنسبة لأعداد صحيحة غير سالبة $x_1, \dots, x_k$.

و هكذا فإن:

(**63–2**)

$$\vartheta_1(\delta) = \min_{x_1} \{ f_2(\delta - x_1) + g_2(\delta - m_2) + f_1(x_1 - m_0) + g_1(x_1 - m_1) \}$$

كما أن :

(**64–2**)

$$\vartheta_k(\delta) = \min_{x_k} \{ f_{k-1}(\delta - x_k) + g_{k+1}(\delta - m_{k+1}) + \vartheta_{k-1}(x_k) \}, \qquad \text{k} = 2, \dots, \text{n}$$ حيث

و أخيرا فإن : $z^* = \vartheta_n(m_{n+1})$

إن العلاقة الواردة أعلاه تمثل حلا للمسألة المدروسة حسب أسلوب العلاقات التتابعية الأمامية، حيث يعتبر تابع الحالة $\vartheta_k(\delta)$ عن التكلفة الدنيا للفترات $k+1$ الأولى عندما يتم تحديد حجم قوة العمل في الفترة $k+1$ ب δ ، أي أن متغير الحالة δ هو حجم قوة العمل في الفترة $k+1$.

تجدر الإشارة هنا إلى إمكانية تطبيق أسلوب العلاقات التتابعية الأمامية حتى و إن لم يتم تحديد حجم قوة العمل في الشهر n+1 . إذ سنقوم بتحديد التكلفة الدنيا بالنسبة لجميع القيم التي من الممكن أن يأخذها حجم العمالة في الفترة n+1، و من ثم سيكون حجم العمالة الأمثل هو الذي أدى إلى الحصول على أدنى قيمة بين جميع هذه التكاليف الدنيا، أو أن نجعل الحل مشابها تماما لأسلوب الحل الخلفي الذي قدمناه سابقا، حيث سنقوم بحساب $\vartheta_{n-1}(\delta)$ من أجل جميع قيم δ ، و ستكون x_n^* عبارة عن قيمة δ التي صغرت التابع $\vartheta_{n-1}(\delta)$.

توجد مزايا معينة تدعونا لإتباع أحد أسلوبي الحل سواء الأمامي أم الخلفي على حساب الآخر. على سبيل المثال، لو أردنا القيام بدراسة حساسية لمعرفة كيفية تأثير حجم قوة العمل في الشهر 0 و المحدد ب m_0 على الحل، فمن المستحسن إتباع أسلوب العلاقات التتابعية الخلفية، على اعتبار أننا نقوم في الخطوة الأخيرة بحساب $\delta_1(m_0)$ مع إمكانية حل المسألة بالنسبة للمجال الذي يتضمن جميع قيم m_0 بزيادة بسيطة في الجهد المبذول.

أما إذا أردنا معرفة كيفية تأثير حجم قوة العمل في الفترة n+1 على الحل فمن الأفضل تطبيق أسلوب العلاقات التتابعية الأمامية. كما يستحسن اللجوء إلى تطبيق هذا الأسلوب إذا كنا نرغب بمعرفة كيفية تأثير طول الأفق التخطيطي (عدد الأشهر n التي تشملها العمليات الحسابية) على القرار الخاص بتحديد حجم قوة العمل في أول شهرين من المسألة المدروسة، و ذلك لإضافة أشهر إضافية مع تقدم الحل. و بعد حل المسألة بالنسبة إلى أعظم رقم يمكن أن تأخذه الأشهر في الأفق التخطيطي، نحصل بشكل آلي على المعلومات اللازمة لإيجاد قيمة x_j المثلى الخاصة بأول شهرين، باستخدام أي عدد من الأشهر في الأفق التخطيطي. و لكن بصرف النظر عن الاعتبارات الخاصة بحالات خاصة، فإن كلا أسلوبي الحل الأمامي و الخلفي يؤديان إلى التوصل إلى نفس الحل بالنسبة للمسألة المدروسة.

VI. 5. البرمجة الديناميكية في ظل آفاق غير محدودة

عملية القرار التي لها أفق غير محدود هي عملية ذات مراحل كثيرة غير محدودة. و بالرغم من أن هذه المواقف لا تحدث كثيرا في الحياة العملية، فإنها تقود إلى بناء نماذج مناسبة لتحليل العمليات

التي ليس لها نقاط نهاية واضحة. و لكن يمكن بناء سياسات مثلى لهذه العمليات إلا إذا تحقق شرط السكون، فالقرارات و العائد و الحالات المرتبطة بالعملية يجب أن تكون متماثلة[1].

و عندما يتحقق شرط السكون، فإن السياسات المثلى تعتمد فقط على الحالات و تهمل المراحل في المسألة المدروسة. و إذا كان القرار أمثل للحالةδ في المرحلة الأولى فإنه يكون أمثل أيضا لنفس الحالة δ في المرحلة 100، حيث تبقى جميع الشروط الأخرى دون تغيير.

و بما أن الأموال المصروفة أو الواردة في المستقبل البعيد لا تتساوى من حيث القيمة مع الأموال المصروفة أو الواردة في الحاضر، فيتم استخدام معامل الحسم لتعويض الفروق الزمنية. إذا كان العائد من أي كمية نقود بمعدلi لكل فترة زمنية هو مقدار $P(n)$ نتيجة n فترة زمنية مستقبلية، فإن القيمة الحالية لهذا المقدار هي كالتالي:

$$\alpha = \frac{1}{1+i} \text{ حيث } P(0) = \alpha^n P(n)$$

و لإيجاد السياسات المثلى في عملية القرار التي لها أفق غير محدود، فإننا نستخدم مدخل البرمجة الديناميكية على عدد محدد من المراحل (العلاقات التتابعية)، ثم نشطب كل الرموز الدالة على المراحل. فعلى سبيل المثال، إن العلاقة التتابعية الخلفية (2-54) تصبح:

(65-2)

$$\vartheta(\delta) = \max_x [f(x) + \alpha\vartheta(\delta - ax)]$$

و تستخدم كمعادلة تابعية بأفق غير محدود.

و تحل المعادلات التابعية$\vartheta(\delta)$ لتحديد السياسة المثلى و ذلك باستخدام الخوارزمية التالية:

خطوة(1): اختر سياسة أولية و أرمز للقرار في كل حالةδ ب$\hat{x}(\delta)$. اجعل هذه السياسة هي السياسة الحالية.

[1]- ريتشارد برونسون **"بحوث العمليات"** مرجع سابق ص 301.

خطوة(2): تحت هذه السياسة الحالية، أحسب لكل قيمة من δ العائد الكلي من العملية التي تبدأ بالحالةδ اجعل القيمة المحسوبة التابع $PV(\delta)$.

خطوة(3): استبدل التابع$\alpha\,\vartheta(\delta - ax)$ بالتابع $PV(\delta)$في الطرف الأيمن للمعادلة التتابعية فتحصل بذلك على$\hat{\vartheta}(\delta)$ الطرف الأيسر للمعادلة الجديدة. و نحدد بذلك $x(\delta)$القرار المؤدي إلى$\hat{\vartheta}(\delta)$.

خطوة (4): إذا كان $x(\delta) = \hat{x}(\delta)$لكل حالة$\delta$، فتكون الحالة السياسية مثلى ، بمعنى أن$x^*(\delta) = \hat{x}(\delta)$ و كذلك $\vartheta(\delta) = \hat{\vartheta}(\delta) = PV(\delta)$. و إذا لم تكن كذلك، اذهب إلى الخطوة (5).

خطوة(5): اجعل $\hat{x}(\delta) = x(\delta)$ لكل حالةδ ، و أنشئ بالتالي سياسة حالية معدلة، ثم ارجع إلى الخطوة (2).

VI. 6. البرمجة الديناميكية التصادفية

شاهدنا أن أي مسألة تحل باستخدام العلاقات التتابعية تجزأ إلى عدد محدود من المراحل. و كل مرحلة لها عدد معين من الحالات حيث يرافق كل حالة قرار يحدده متغير قرار. و يؤدي كل قرار إلى عائد و ينتج عنه حالة معينة من حالات المرحلة المدروسة. و بالطبع فإن عائد القرار يتوقف على قيمة متغير القرار. كما شاهدنا أن أسلوب البرمجة الديناميكية المؤكدة تكون فيه جميع العوائد و الحالات و المراحل معروفة تماما.

نصادف في كثير من المواقف أن عملية القرار المتعددة المراحل تكون تصادفية (Stochastic) أو عشوائية. و تدخل العشوائية عموما بإحدى طريقتين:

الطريقة الأولى و فيها تكون الحالات محددة تماما بواسطة القرارات و لكن العائد المرتبط بقرار واحد على الأقل أو المرتبط بحالة أو أكثر يكون غير مؤكد أو يتصف بالعشوائية.

و أما الطريقة الثانية لدخول العشوائية فيكون فيها العائد المحدد بواسطة الحالات مؤكدا، و لكن الحالات الناتجة من واحد أو أكثر من القرارات تكون غير مؤكدة أو عشوائية[1].

و إذا كان التوزيع الاحتمالي الذي يحكم الأحداث العشوائية معروفا، و كان عدد المراحل و عدد الحالات محددا، و تحكم العشوائية فقط العائد، فإن أسلوب البرمجة الديناميكية المؤكدة يكون مفيدا في جعل عملية القرار التصادفية المتعددة المراحل مثلى. و الطريقة العامة في مثل هذا الموقف هي البحث عن أمثلية قيمة العائد المتوقع.

و في العمليات التي توجد فيها العشوائية في الحالات المرتبطة بالقرارات، نجد أن السياسة المثلى تعرض في صورة جدول كما هو موضح في الجدول (2-2) . و هنا نرى أن:

$x_j(a_i)(j = 1,2, \dots, n; i = 1,2, \dots, m)$ تدل على القرار في المرحلة j إذا وجدت العملية نفسها في الحالة a_i.

الجدول (2-2)

المراحل	a_1	a_2	...	a_m
1	$x_1(a_1)$	$x_1(a_2)$	...	$x_1(a_m)$
2	$x_2(a_1)$	$x_2(a_2)$	...	$x_2(a_m)$
...	...	...	...	...
n	$x_n(a_1)$	$x_n(a_2)$	...	$x_n(a_m)$

و لتوضيح دخول العشوائية بالطريقتين المذكورتين، نقدم المثالين التاليين:

[1]- ريتشارد برونسون **"بحوث العمليات"** مرجع سابق ص 375.

2- Bellman R. and Kalaba R. **"Dynamic Programing and Modern Control Theory",** p.42.

مثال (1): ثمانية صناديق من بضاعة معينة يجب أن توزع على ثلاثة مخازن. إن الطلب على هذه الصناديق في كل مخزن هو عشوائي وفقا لما هو موضح في الجدول (2-2)، و إن الربح من الكمية المبيعة في المخازن 1،2 و 3 هو 18،20 و21 على التوالي:

الجدول(2-3): الطلب على الصناديق في المخازن الثلاثة

عدد الصناديق	احتمالات الطلب		
	مخزن 1	مخزن 2	مخزن 3
0	0.1	0	0.1
1	0.2	0.2	0.3
2	0.3	0.6	0.2
3	0.2	0	0.2
4	0.1	0.2	0
5	0.1	0	0.2

هذه العملية تتألف من ثلاث مراحل، و المرحلة j تمثل تسليم الصناديق إلى المخزن j . و الحالات لكل مرحلة$\delta = 0,1,2, \dots ,8$ تمثل عدد الصناديق المتاحة للتسليم للمخزن. لا يوجد عشوائية في الحالة الناتجة عن أي قرار (إذا خصص صندوقان للمخزن، فإن هذا المخزن سيخزن صندوقين) و لكن هناك عشوائية في عائد كل حالة. فعند وجود صندوقين في المخزن، فإن المخزن يمكن أن يبيع 0 أو 1 أو 2 صندوق و في كل حالة احتمال ينتج عائد مختلف. و تحل هذه المسألة باستخدام المعادلة (2-54) بعد تطويرها إلى الصيغة التالية:

(66-2)

$$\vartheta_k(\delta) = \max_{x_k} E\{f_k(x_k) + \vartheta_{k+1}(\delta - x_k)\}$$

حيث تشيرE إلى القيمة المتوقعة للربح.

مثال (2): يمتلك شخص ثلاث وحدات نقدية (ألف د.ج) للاستثمار في إحدى فرص العمل التي تثمر في كل عام و العمل بكل فرصة يعتبر مجازفة، فإما أن يتضاعف العائد باحتمال 0.60، أو أن يضيع الاستثمار بكامله باحتمال 0.40 ويطلب تحديد إستراتيجية للاستثمار للسنوات الأربع التالية إذا كان الربح خلال عام يمكن إعادة استثماره في العام التالي هذه العملية ذات أربع مراحل حيث تمثل كل مرحلة سنة كاملة وتكون الحالات هي المبالغ المتاحة للاستثمار:

$\delta_4 = 0,1,2,\dots,24$	للمرحلة 4
$\delta_3 = 0,1,2,\dots,12$	للمرحلة 3
$\delta_2 = 0,1,2,\dots,6$	للمرحلة 2
$\delta_1 = 3$	للمرحلة 1

و تحدث العشوائية هنا في الحالة التي تدخل بقرار خاص. فمثلا إذا قرر المستثمر استثمار وحدتين، فإن الحالة التالية إما 5 أو 1 و تتوقف على مضاعفة أو خسارة المبلغ المستثمر. و بالتعميم، إذا دخل المستثمر المرحلةj بـu_j وحدة نقدية، فإن x وحدة نقدية

$x = 0,1,2,\dots,u_j$ يمكن أن تستثمر تاركة$(u_j - x)$ كاحتياطي.

إذا تضاعفت الكمية المستثمرة فسيكون هناك:

$$2x + (u_j - x) = u_j + x$$

وحدة متاحة للمرحلة التالية. و إذا خسرت الوحدات المستثمرة، فإن الاحتياطي

$(u_j - \mathrm{x})$ وحدة سيكون متاحا للمرحلة التالية فقط. و أحسن عائد من هذه النقطة $\vartheta_{j+1}(u_j - \mathrm{x})$ أو $\vartheta_{j+1}(u_j + \mathrm{x})$. و القيمة المتوقعة لهذا العائد تكون:

$$0.6\ \vartheta_{j-1}(u_j + x) + 0.49\ \vartheta_{j-1}(u_j - x)$$

و باستخدام هذا الأسلوب من التحليل يمكن تطبيق المعادلة التتابعية (2-66) للوصول إلى الحل الأمثل.

VII. خوارزمية الإياب – الطريقة الشبكية

نقوم في هذه الطريقة بوضع مخطط شبكي للمسألة الأصلية يوضح كافة الارتباطات بين جميع نقاطها، ثم نقوم بتجزئة المسألة إلى عدد من الأجزاء (المسائل الجزئية) بحيث يتم حل كل مسألة جزئية و كأنها مسألة مستقلة. و بالنهاية نرتب الحلول الجزئية للحصول على حل للمسألة الأصلية.

VIII. خوارزمية الإياب – الطريقة الجدولية

يمكن تبسيط أسلوب المعالجة لكل مرحلة من مراحل المسألة و ذلك باستخدام جدول خاص يوضح جميع الخيارات أو البدائل المختلفة و كذلك القرار الأمثل الخاص بكل مرحلة من مراحل تلك المسألة، و نورد بعض الملاحظات الهامة حول الجدول:

1. العمود الأول (الأيسر) يحتوي جميع نقاط الانطلاق s في المرحلة المعينة j .
2. السطر الأول (العلوي) يحتوي جميع نقاط الانطلاق s في المرحلة المعينة j .
3. العمود الأخير في الجدول(عمود t_j^*) يبين نقطة العبور من النقطة t إلى نقطة الوصول.
4. العمود قبل الأخير (عمود $F_j^*(s)$) يبين تكلفة السياسة المثلى أو المسار الأمثل الواصل إلى نقطة الوصول انطلاقا من s في المرحلة j عبر النقطة t .

بقية الأعمدة تحتوي$F_{j+1}(t)$ من المرحلة السابقة لكل نقطة من النقاط s التي في العمود الأيسر مضافا إلى كلفة الانتقال من النقطة s في العمود الأيسر إلى النقطة t في العمود العلوي و ذلك إذا وجد طريق بين s و t، و في الحالة المعاكسة (عندما لا يوجد طريق بين s و t) نضع (–) أي لا يدخل بالحسابات.

الخاتمة:

بهذا العرض المفصل الذي قدمناه المفاهيم و الأساليب الحسابية التي تستند إليها البرمجة الديناميكية، و الذي ابتدأناه بنشأة و مفهوم بحوث العمليات ثم أنواع نماذج بحوث العمليات و اتبعناه بشرح أسلوب العد الضمني و توضيح مفهوم العلاقات التتابعية بشقيها الأمامي و الخلفي وكيفية بناء كل منهما، و أنهيناه بتقديم بعض نماذج العلاقات التتابعية المستخدمة في عمليات القرار المتعددة المراحل بأنواعها المختلفة سواء المؤكدة منها أو ذات الأفق غير المحدود أو التصادفية، و خوارزمية الإياب – الطريقة الشبكية، خوارزمية الإياب – الطريقة الجدولية.

و بذلك نكون قد اختتمنا هذا الفصل و القسم النظري من الدراسة و وضعنا القاعدة التي يستمر على أساسها بناء القسم التطبيقي الذي سنحاول من خلاله عرض تطبيقات الممكنة لتقنية البرمجة الديناميكية في اتخاذ القرار الأمثل لإدارة المخزون على إحدى مشا ريع البناء.

الفصل الثالث

تطبيق البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون

المقدمة:

من خلال ما عرض في الفصول السابقة حول الجانب النظري لتقنية البرمجة الديناميكية و مجالات استخدامها و خاصة في مجال إدارة المخزون، فالسؤال الذي يطرح نفسه: كيف يمكن استخدام تقنية البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون الورشة بناء وذلك لتحقيق أدنى تكلفة للمشروع ؟

أو ما مدى فعالية تطبيق البرمجة الديناميكية في ترشيد اتخاذ قرار إدارة المخزون في شركة SEROR ؟

و الإجابة تكون من خلال هذا الفصل، و الذي سيتم فيه الإشارة إلى تعريف شركة الدراسات و إنجاز الأعمال الفنية بالغرب الجزائري SEROR ثم صياغة النموذج العام لمسألة إدارة المخزون بالبرمجة الديناميكية و من ثم حل نموذج إدارة المخزون لمشروع بناء سد من طرف شركة SEROR باستعمال برنامج حاسوبي مصمم بلغة Microsoft Visual Basic 6.0 .

I. شركة الدراسات وإنجاز الأعمال الفنية بالغرب الجزائري

Société d'Études et de Réalisation d'Ouvrages d'art de l'ouest 'SEROR'

تحتل شركة الدراسات و إنجاز الأعمال الفنية بالغرب الجزائري مكانة مهمة في قطاع البناء و الأشغال العمومية على المستوى الوطني، فهي تعتبر من أهم المتعاملين الاقتصاديين في السوق الجزائرية في هذا المجال.

– التعريف بالمؤسسة

شركة '**SEROR**' هي مؤسسة اقتصادية عمومية تأسست بموجب الأمر 80-155 الصادر في 24 ماي 1980، برأس مال قدر ب: 96.000.000دج و تم تغيير المقر الرئيسي لها من ولاية وهران إلى ولاية تلمسان بمقتضى الأمر رقم 84-86 الصادر في 15 جانفي 1983.

تعمل تحت وصاية مؤسسة التسيير للمساهمين للأشغال العمومية (Société de Gestion des participations)، أين المساهم الوحيد فيها هو الدولة، و تختص في النشاطات التالية: الأعمال الفنية، إقامة السدود المائية، البناء، الصيانة، تقديم الخبرات و أعمال الهندسة.

تمارس نشاطاتها في الولايات التالية: تلمسان، سيدي بلعباس، عين تموشنت، وهران، مستغانم، بليدة، تيارت، سعيدة، نعامة، جلفة، البيض، معسكر، شلف، غليزان و الجزائر العاصمة.

و من أهم العملاء الذين تتعامل معهم شركة الدراسات و إنجاز الأعمال الفنية بالغرب الجزائري 'SEROR' :

- ✓ الوكالة الوطنية للسدود.
- ✓ مديرية الأشغال العمومية لمختلف الولايات.
- ✓ شركة ترقية السكن العائلي 'EPLF' سابقا.
- ✓ الجماعات المحلية.

في نهاية 2003، تحصلت مؤسسة 'SEROR' على شهادة 'ISO 9001' نسخة 2000، و في نهاية 2009 انتقلت إلى نسخة 2008.

و تحرص مؤسسة SEROR في نشاطها على تقديم جودة عالية و ذلك بالاعتماد على خمس نقاط نوجزها فيما يلي:

- إرضاء العملاء من خلال احترام مواعيد التسليم، إنجاز الأعمال بطريقة تتطابق مع احتياجاته و رغباتهم، و تقديم النصح فيما يخص مشاريعهم.
- مطابقة الإنجازات و المواد المستعملة فيها للمعايير التقنية.
- التمكن في إنجاز الأعمال باستعمال الوسائل المناسبة و إيجاد المكانيزمات الضرورية لتحقيق الأعمال بجودة عالية.
- موارد بشرية مؤهلة.
- التحسين المستمر في تنظم تسيير المؤسسة.
- البحث عن شراكا جديدة لتطوير المؤسسة، مثل شراكتها مع مؤسسة الإنشاءات الفرنسية 'Frecinet' في مجال التكنولوجيا الجديدة.

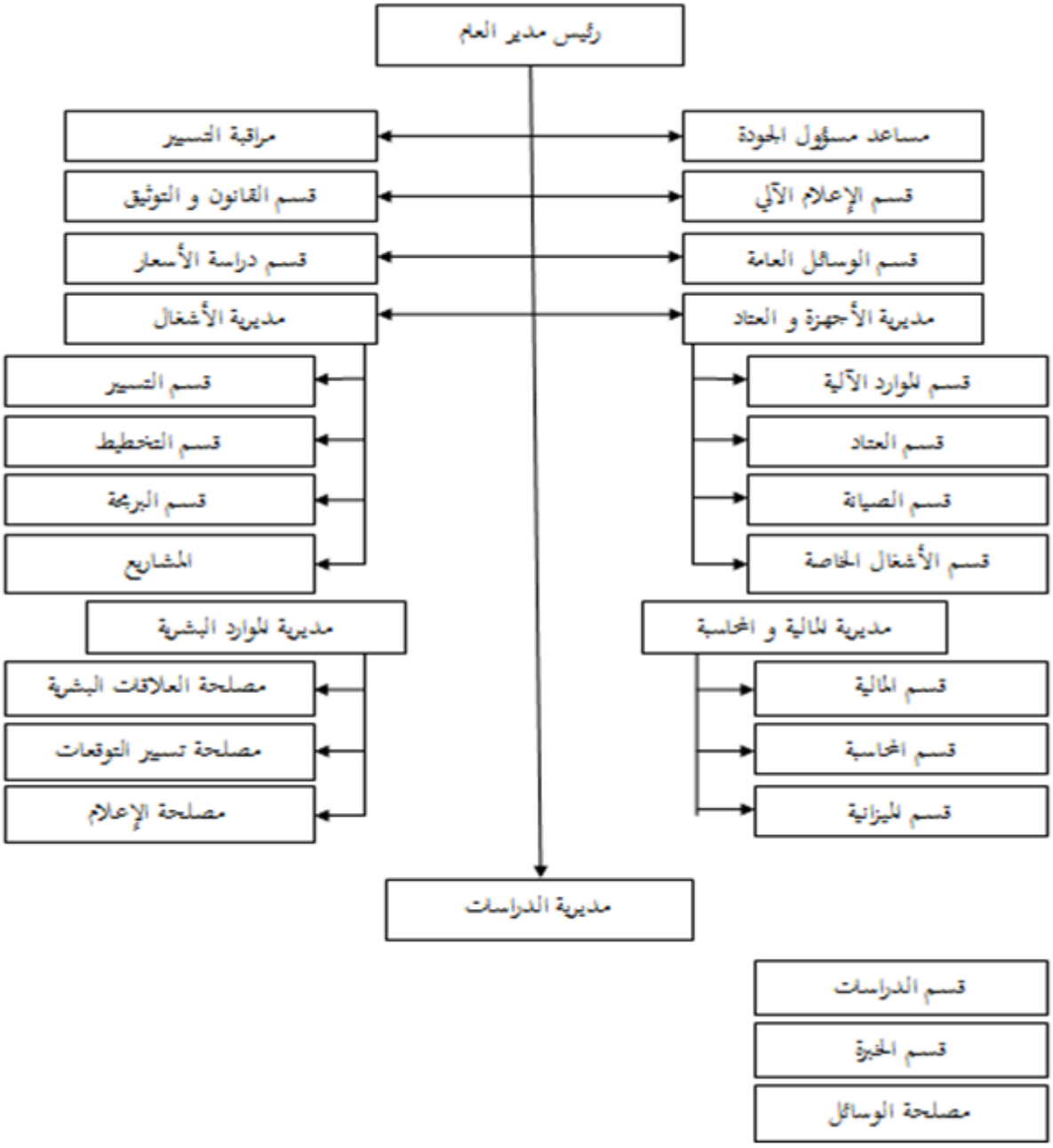
مؤسسة 'SEROR' ساهمت في خلق 1052 منصب شغل موزعين على النحو التالي:

✓ 178 إطار منهم:

- 44 مهندس.
- 03 مهندسين في الإعلام الآلي.
- 06 مهندسين في الميكانيك.
- 07 اقتصاديين.
- 02 قضاة.
- 116 تقني سامي (خارج الصنف).

✓ 874 عون تنفيذ.

الشكل رقم (3-1) الهيكل التنظيمي للمؤسسة:



المصدر: مديرية الموارد البشرية شركة (seror)

II. صياغة النموذج العام لمسألة إدارة المخزون بالبرمجة الديناميكية

إن استخدام تقنيات البرمجة الديناميكية لحل مسألة إدارة المخزون في الورشة يحتاج للتعرف على متغيرات القرار للمسألة ثم صياغة التابع الهدف و السعي إلى تصغيره أو تعظيمه حسب ماهيته ثم معرفة القيود على المسألة.

كل مشروع بناء يمكن اعتباره مسألة و بما أن مشروع البناء يتألف من مراحل فيمكن اعتبار كل مرحلة مسألة جزئية، و البحث عن الحل الأمثل الشرطي الجزئي لها.

التابع الهدف للمسألة المطروحة: هو من النوع تدنية حيث نعمل على جعل الكلفة الكلية للمشروع أدنى ما يمكن، أما قيود المسألة فيمكن تلخيصها فيما يلي:

- ✓ ألا نتجاوز طاقة التخزين في كل مرحلة مجموع الكميات المطلوبة للمراحل اللاحقة من عمر المشروع.
- ✓ ألا تقل مجموع كميات المخزون و التوريد عن الكمية المطلوبة للمرحلة الحالية و هذا ما يعني عدم السماح بالعجز.
- ✓ التوريد لمورد وحيد.
- ✓ الإمداد غير محدد.
- ✓ أن تعرف الكميات المطلوبة بدقة.
- ✓ أسعار الموارد متغيرة مع الزمن.
- ✓ عدم وجود حسم على المواد مهما كانت الكمية الموردة.
- ✓ الطلب غير منتظم.

III. الوصف الرياضي لمسألة إدارة المخزون بالبرمجة الديناميكية

يمكن صياغة مسألة إدارة المخزون في الورشة باستخدام تقنيات البرمجة الديناميكية كما يلي:

كل مشروع بناء يتألف من عدد من المراحل و ليكن n ، و لدينا R عدد الموارد اللازمة لإنجاز مشروع البناء (اسمنت، حديد تسليح، أجور،...الخ) ، و لتكن الكمية الكلية المطلوبة من أحد هذه الموارد مثلا j هي Q_{max}.

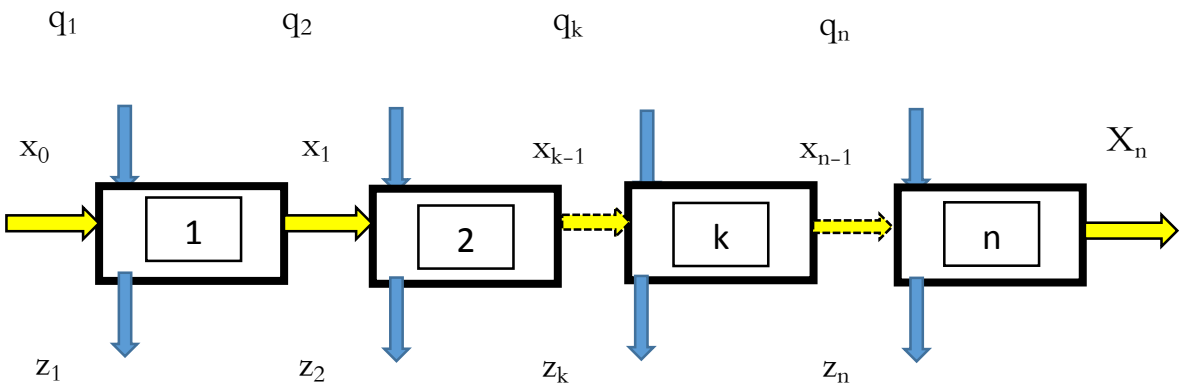
إن المرحلة k تتطلب توريد كمية q_kمن المورد jلتنفيذها ، و بالتالي تخزين الكمية x_k من ذات المورد، و باعتبار أن الكمية المطلوبة لتنفيذ هذه المرحلة z_k و كلفة توريد وحدة واحدة من المورد j للمرحلة k هي d_{kj} ، و كلفة تخزين وحدة واحدة من المورد j للمرحلة k هي h_{kj} ، و إذا افترضنا أن لمخزن الورشة استطاعة عظمى (A) ، و أن الإمداد غير محدود و العجز غير مسموح، و ذلك لتبسيط حل المسألة قدر الإمكان.

من البديهي أن المخزون في كل من المرحلتين الأولى و الأخيرة معدوم، و أن الإمداد يتم مع بداية المرحلة الأولى من عمر المشروع، و حسب مصطلحات البرمجة الديناميكية لاتخاذ قرار أمثلي للمرحلة التالية و كل المراحل المستقبلية تحتاج لمعرفة مستوى التخزين الحالي.

مع اعتبار أن التوريد سيتم لكل مورد على حدة، المطلوب البحث عن السياسة المثلى لتحديد كمية المخزون من كل مورد في الورشة، و بالتالي كمية الإمداد باعتبار المعيار هو الكلفة. و بعبارة أخرى المطلوب تحديد كمية المخزون التي تعطي أدنى كلفة ممكنة للمشروع.

و يبين الشكل (3-2) الهيكل العام لمشروع بناء مكون من n مرحلة:

الشكل (3-2): الهيكل العام لمشروع البناء



1. معادلة التابع الهدف:

$$TC = \sum_{k=1}^{n} c_k = \sum_{k=1}^{n} q_k d_k + x_k h_k \rightarrow Min$$

متغيرات المسألة:

n عدد مراحل المشروع.

q_k كمية الإمداد للمرحلة k.

h_k كلفة تخزين وحدة واحدة من المورد للمرحلة k .

d_k كلفة توريد وحدة واحدة من المورد للمرحلة k.

z_k الكمية المطلوبة للمرحلة k.

x_k كمية المخزون للمرحلة k.

C_k الكلفة الجزئية للمرحلة k.

TC الكلفة الكلية للمشروع.

2. معادلات القيود:

لتبسيط حل النموذج باستخدام تقنيات البرمجة الديناميكية تم اعتبار كل مرحلة k مسألة جزئية، ثم اصطلحنا على استخدام متحولات مؤقتة للربط بين هذه المراحل الجزئية، و إيجاد الحل الأمثل الشرطي لكل مسألة جزئية.

بفرض:

Q_{max} الكمية الكلية المطلوبة من المورد تعطى بالعلاقة:

$$Q_{max} = \sum_{k=1}^{n} Z(k)$$

K_1 وحدة الكمية الجزئية المؤقتة المساعدة ، فإن :

$$K_1 = \frac{Q_{max}}{m_1}$$

حيث: m_1 قيمة مساعدة في الحساب يفرضها الدارس حسب الكميات و الدقة المطلوبة و هي عدد صحيح غالبا.

و بالتالي يمكن حساب هذه الكميات المؤقتة بالعلاقات التالية:

$$a_j = j * k_1 \ , b_i = i * k_1$$

في كل مرحلة k نرمز للكميات المخزونة المؤقتة التراكمية بالرمز b_i حيث $i=1,2,\ldots,m_1+1$ و للكميات الموردة المؤقتة التراكمية بالرمز a_j حيث $j=1,2,\ldots,m_1+1$، و في كل مرحلة نستخدم هذه المتحولات في حساب قيم التكاليف الكلية من خلال الحصول على مصفوفات مؤقتة ثلاثية البعد، أسطرها عبارة عن الكميات المؤقتة لمخزون المرحلة السابقة و عددها m_1+1 ، أما بعدها الثالث فهو رقم المرحلة المطلوب تحديد الكميات الموردة لها و عددها هو عدد مراحل المشروع. و يكون الشكل العام لهذه المصفوفة كما هو موضح بالشكل (3-3)

الشكل (3-3): مصفوفة الحل للمرحلة k

المرحلة k	a(1)	a(2)	.....	.....	.....	a(j)	.....	.....	.....	.....	a(m1+1)	Cmin
b(1)												
b(2)												
.....												
.....												
.....												
b(j)												
.....												
.....												
.....												
.....												
b(m1+1)												

و يجدر الإشارة إلى أننا أثناء النمذجة لكل مرحلة نحسب قيمة التكاليف الكلية للمشروع الموافقة للمخزون المتوقع المؤقت و ذلك منذ اللحظة الأولى لبدايته حتى هذه المرحلة و يتم التعبير عنها بالمتغير C_{min} ، و يتم الاعتماد عليها في حساب الكلفة الكلية التابعة لكل مرحلة وصولا إلى نهاية المشروع.

و عليه فإن كل مشروع يمكن تقسيمه إلى ثلاث مجموعات رئيسية من حيث النمذجة الرياضية و هي:

المجموعة الأولى و يقتصر على المرحلة الأولى و فيه:

- تكون كمية المخزون البدائية في الورشة مساوية للصفر.

$$x_0 = 0$$

- كميات الإمداد من المورد المدروس تتراوح بين الصفر و الكمية الكلية اللازمة لإنجاز المشروع، و لذلك فإن القيد هنا يقتصر على أن كمية الإمداد يجب ألا تقل عن الكمية المطلوبة لهذه المرحلة، أي :

$$q_1 \geq z_1$$

و بما أن العجز غير مسموح كما ذكرنا، فإننا يمكن إهمال قيم الكلفة التي لا تحقق الشرط السابق في المقارنة مع المراحل اللاحقة.

المجموعة الثانية و يناقش المرحلة الثانية فقط و فيه قيدان أساسيان:

- مجموع الكميات المخزنة من المرحلة السابقة و كميات الإمداد للمرحلة الحالية لا تتجاوز مجموع الكميات المطلوبة للمرحلة الحالية و المراحل اللاحقة من عمر المشروع، أي:

$$(q_2 + x_1) \leq (Q_{max} - z_1)$$

- القيد السابق، ألا تقل مجموع كميتي الإمداد و التخزين للمرحلة الحالية عن الكمية المطلوبة لها. أي:

$$[q_2 + x_1] \geq z_2$$

المجموعة الثالثة و يتضمن تعميم القيود على المراحل اللاحقة من عمر المشروع و التي تشمل المرحلة الثالثة، أي عندما $n, \dots, 4, k = 3$ فتكون القيود كما يلي:

- قيد الأول:

$$(q_k + x_{k-1}) \leq (Q_{max} - \sum_{i=1}^{k} z_i)$$

- قيد الثاني:

$$[q_k + x_{k-1}] \geq z_k$$

مع مراعاة قيد عدم السلبية في جميع المراحل إذ أن العجز غير مسموح.

$$x_k \geq 0$$

- قيد الثالث:

يجب مراعاة أن الكلفة الناتجة و التي يتم مناقشتها و مقارنتها مع القيم الأخرى السابقة ذات قيمة، أي لا نأخذ بالحساب احتمالا انقطع في أحد المراحل و إن كان الأقل، إذ أن المفروض اعتماد قيم تراكمية. و هذا ما نعبر عنه بالعلاقة:

$$C_{min} \neq 0$$

أما مجموعات النتيجة فتظهر على هيئة مصفوفة ثنائية البعد تحتوي في أسطرها قيم الكميات المتوقعة للتخزين في الورشة و منها نحسب الكميات اللازم توريدها إلى المشروع، أما أعمدتها فهي عدد مراحل المشروع.

IV. تصميم برنامج حاسوبي بلغة Microsoft Visual Basic 6.0

لحل المشكلة المطروحة

من أجل استخدام البرمجة الديناميكية لحل مسألة إدارة المخزون في الورشة، فإنه لا بد من تصميم برنامج حاسوبي يسهل على المشرف الحصول على الحل الأمثل لتواتر التخزين. و بما أن مشاريع البناء كثيرة التنوع و مختلفة الخصائص، تعد البرمجة الديناميكية أشمل الأساليب المستخدمة في حل مسألة إدارة المخزون، و بناء على ذلك فقد قمنا بالبرمجة بالاستعانة بمتحولات إضافية مؤقتة للربط بين متغيرات المسألة و اعتمدنا الطريقة الجدولية لخوارزمية الإياب في الحل، كما نشير أننا قمنا ببرمجة المسألة حاسوبيا باستخدام لغة البرمجة Microsoft Visual Basic 6.0 .و فيما يلي نعطي وصفا شاملا لهذا النظام الحاسوبي.

IV. 1. البيانات المدخلة إلى البرنامج الحاسوبي:

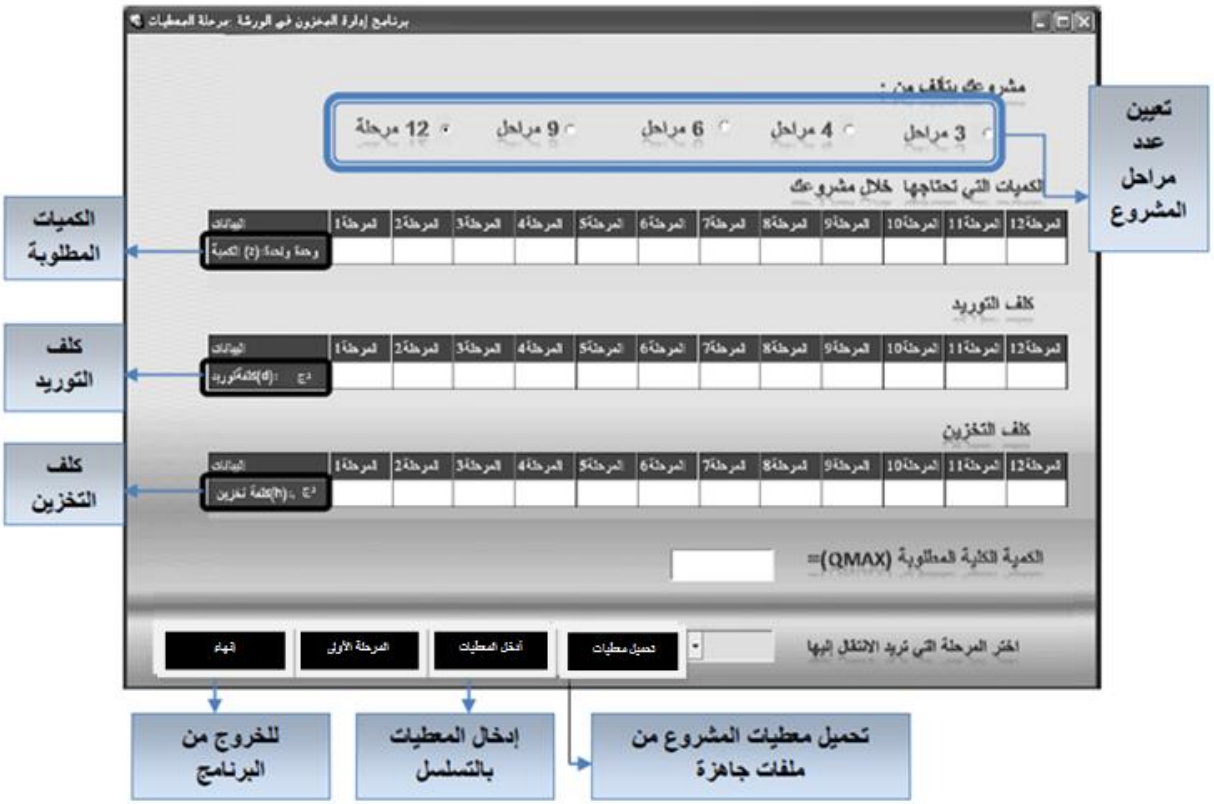
يتم إدخال البيانات اللازمة لحل مسألة إدارة المخزون بالبرنامج الحاسوبي وفق الخطوات التالية:

IV. 1.1 إدخالات مشروع البناء

1. يتم تحديد عدد مراحل المشروع المعتمدة، ثم إدخال الكميات المطلوبة و الموافقة لكل مرحلة من مراحل المشروع، ثم كلف التوريد لكل مرحلة، و أخيرا كلف التخزين.

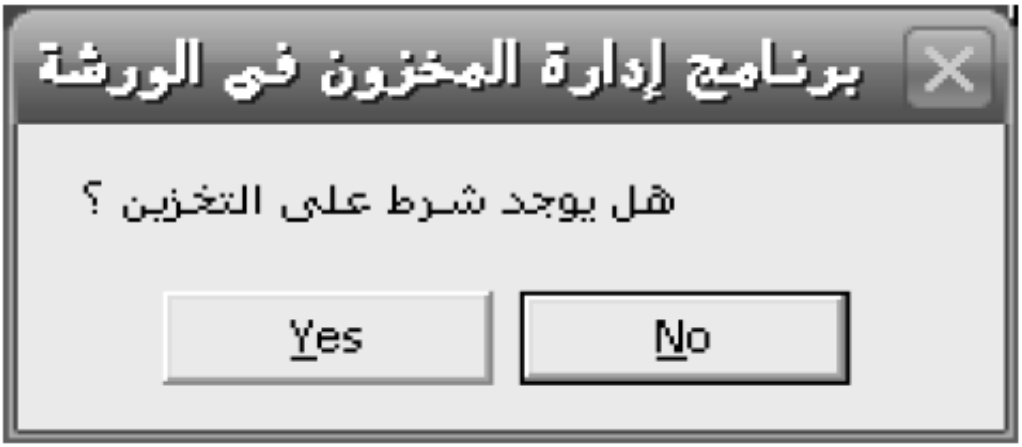
و ذلك إما بتحميل ملفات جاهزة أو ادخال القيم بالتسلسل، و هذا موضح بالشكل (3-4).

الشكل(3-4): إدخالات مرحلة المعطيات



2. يتم تحديد فيما إذا كان المخزن باستطاعة محددة أو لا، و تبين الأشكال (3-5)، (3-6)الرسائل التي تظهر للمستخدم لتحديد استطاعة التخزين.

الشكل(3-5): الشكل العام لرسالة شرط التخزين



الشكل(3-6): رسالة إدخال قيمة استطاعة المخزن

3. تحديد كيفية التعامل مع مراحل المشروع أسبوعيا، شهريا، فصليا. و ذلك تبعا للمورد المدروس فمثلا الاسمنت لا يمكن تخزينه لمدة تتجاوز الستة أشهر، إذ أنه يتلف بالتقادم، أما حديد التسليح و الأجور فمدة التخزين لهما مفتوحة عمليا.
4. حساب الكلفة الكلية المرحلية (التخزين + التوريد) بالاعتماد على المتغيرات المؤقتة، و تعبئة القيم في مصفوفات ثنائية البعد.
5. الحصول على النتائج، و تكون عبارة عن مصفوفة من خمسة أسطر و أعمدة بعدد المراحل المدروسة و ليكن ستة، سطرها الأول هو مراحل المشروع، سطرها الثاني عبارة عن رقم المرحلة المستند عليها في إيجاد الحل الراجع، و هو ما أشير إليه بالمؤشر المؤقت، و سطرها الثالث هو الكميات المطلوبة المدخلة لكل مرحلة من مراحل المشروع، و سطرها الرابع هو المخزون المفضل الناتج عن تطبيق البرنامج الحاسوبي، أما سطرها الخامس عبارة عن كميات التوريد (الإمداد) الواجب تأمينها لكل مرحلة من مراحل المشروع، تحتوي قيم الكميات اللازم توريدها و قيم الكميات المخزنة المتوقعة لكل مرحلة من مراحل المشروع و الممثلة بالجدول (3-1):

الجدول(3–1): الشكل العام لجدول النتائج

*	المرحلة 1	المرحلة 2	المرحلة 3	المرحلة 4	المرحلة 5	المرحلة 6
مؤشر مؤقت						
كمية مطلوبة: وحدة واحدة						
المخزون المفضل: وحدة واحدة						
كمية التوريد: وحدة واحدة						

6. يتم حساب النتائج في الجدول السابق بالاستناد إلى مربعات نصية تحتوي قيمة الكلفة الكلية الدنيا للمشروع، مع بيان فيما إذا كان التخزين فعالا أو لا و ذلك من خلال الرسالة الموضحة كما هو مبين بالشكل(3–7):

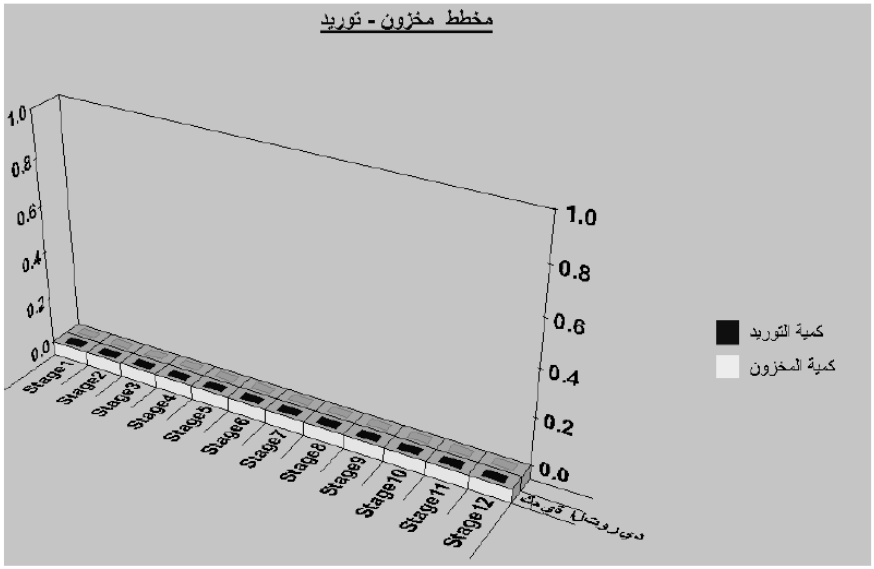
الشكل(3–7): الشكل العام للحلول

تصميم زر يعطي مخططا توضيحيا للكميات الناتجة في المرحلة السابقة، و ذلك لدعم الحل و إعطاء صورة واضحة عنه و هذا الزر مبين بالشكل(3–8):

الشكل(3–8): الشكل العام لزر الانتقال إلى المخطط

7. تصميم المخطط الذي سبق ذكره في الفقرة السابقة، مع تحديد مفتاحين أساسيين بلونين مختلفين، الأول لكميات التخزين، و الثاني لكميات التوريد كما هو مبين بالشكل (3–9):

الشكل(3–9): الشكل العام لمخطط مخزون – توريد



V. حل نموذج إدارة المخزون باستخدام البرمجة الديناميكية (المشكلة المطروحة) باستعمال برنامج حاسوبي Microsoft Visual Basic 6.0

سنبين فيمل يلي تطبيق استخدام تقنيات البرمجة الديناميكية لحل مسألة إدارة المخزون في الورشة و ذلك باستخدام برنامج حاسوبي الذي قمنا ببرمجته بلغة Visual Basic 6.0، و هذا التطبيق سيكون على شركة SEROR في بناء سد بولاية معسكر، سنبين جداول الكميات لمادة الاسمنت على طول مدة المشروع، كما سنقوم بحل المسألة بدون شرط تخزين، ثم بوجود شرط تخزين.

V. 1. إجراء استبيان إحصائي لأسعار المواد الأولية للبناء

إن متغيرات مسألة إدارة المخزون الأبرز هي كلفة الشراء والنقل و التخزين، بعد معرفة هذه الأسعار و الكميات المطلوبة يمكن دراسة سلسلة التخزين لمشروع ما مؤلف من عدة مراحل، مع ملاحظة أن الأسعار السابقة تتغير من مرحلة إلى أخرى و من فصل لآخر، كما أن السعر في نفس الفصل يتغير من سنة لأخرى. لتعريف قيم مفيدة قدر الإمكان لأسعار شراء بعض مواد البناء الأساسية مثل الإسمنت نتبع الأسلوب التالي:

نعتبر أن سعر الشراء في المرحلة الأولى Sدينار جزائري، و نبحث عن سعر نسبي في باقي المراحل بدلالة S، و نتيجة الاستبيان الإحصائي لعدد من المشاريع الهندسية حيث تم الحصول على مجموعة من البيانات حول أسعار مواد البناء و تغيراتها للسنوات العشر الأخيرة بتوجيه أسئلة لعدد من المختصين المنفذين لمشاريع البناء من الجهات العامة و الخاصة في هذا المجال، و كانت المواد المدروسة الاسمنت، حديد التسليح، الأجور، و بناء عليه تم اعتماد الأسعار التقريبية الوسطية المبينة في الجدول(3-2):

الجدول(3-2): الاستبيان الإحصائي لأهم مواد البناء

الشهر	المورد (وحدة واحدة)		
	الإسمنت (كيس)	حديد التسليح (طن)	الأجور
جانفي	S	S	S
فيفري	S	S	S
مارس	1.15*S	1.1*S	1.1*S
افريل	1.2*S	1.15*S	1.1*S
ماي	1.2*S	1.2*S	1.1*S
جوان	1.25*S	1.3*S	1.2*S
جويلية	1.25*S	1.3*S	1.2*S
أوت	1.2*S	1.3*S	1.2*S
سبتمبر	1.1*S	1.25*S	1.1*S
أكتوبر	1.1*S	1.25*S	1.1*S
نوفمبر	1.1*S	1.25*S	1.2*S
ديسمبر	1*S	1.2*S	1*S

V. 2. الكميات اللازمة من مادة الاسمنت لمشروع بناء سد بولاية معسكر

الجدول (3-3): كميات الاسمنت اللازمة للمشروع (طن)

سنة 2013						
المراحل	01	02	03	04	05	06
الكمية المطلوبة	477	477	432	432	128	128
كلفة التوريد	320	320	320	320	350	350
سنة 2014						
المراحل	07	08	09	10	/	/
الكمية المطلوبة	811	811	378	378		
كلفة التوريد	350	350	375	375		
سنة 2015						
المراحل	11	12	/	/	/	/
الكمية المطلوبة	198	198				
كلفة التوريد	375	375				

علما أن كلفة التخزين 5 دج

المصدر: مديرية الدراسات لشركة SEROR

V.3. تطبيق البرنامج الحاسوبي لإدارة المخزون على مشروع بناء سد بولاية معسكر

عند تطبيق البرنامج سنستعرض مراحله بالتفصيل على النحو التالي:

1. واجهة الترحيب و تكون كما في الشكل (3-10):

الشكل(3-10): واجهة الترحيب

و فيها مفتاحان الأول للدخول إلى تطبيقات البرنامج، و الثاني لإنهاء البرنامج و الخروج منه. بالضغط على المفتاح المبين تظهر الواجهة التالية:

الشكل(3-11): واجهة المعطيات

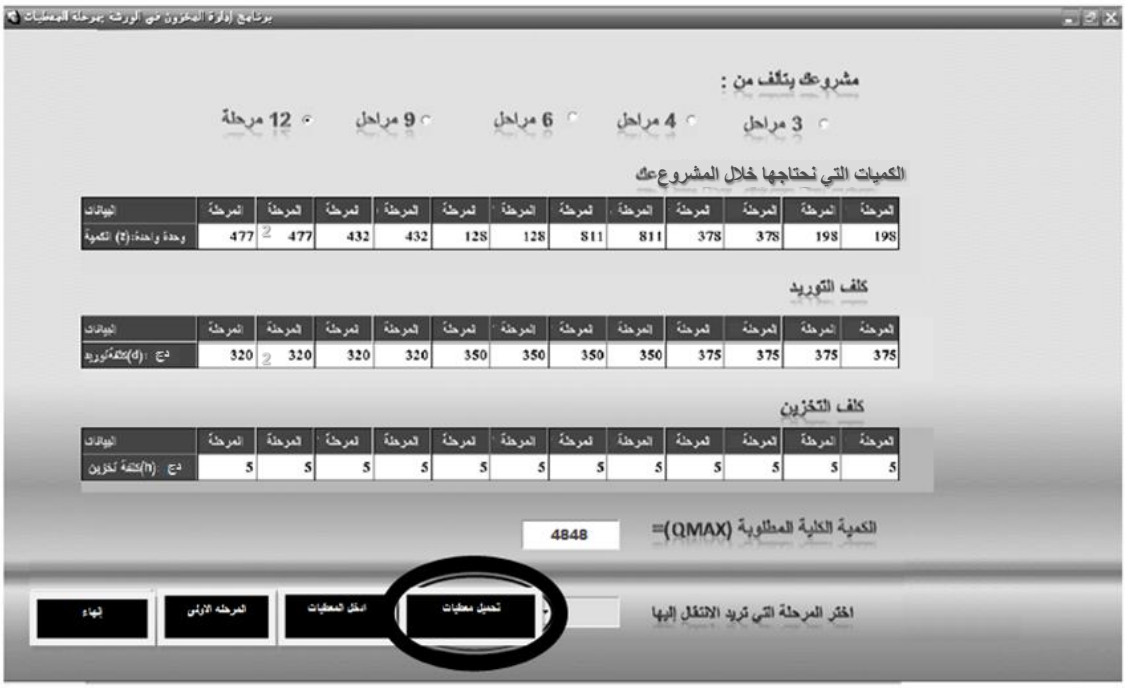
2. إدخال البيانات، و تتعلق بعدد مراحل المشروع، و يحددها المشرف حسب خبرته، و حسب المورد المدروس من حيث تغيرات أسعاره في السوق، و قد صممنا البرنامج على دراسة 3 أو 4 أو 6 أو 9 أو 12 مرحلة.

اعتبرنا المورد المدروس هو الاسمنت، لذلك ندخل عدد المراحل 12. و يكون شكل الواجهة المفتوحة كما في الشكل (3-11).

أما تحميل المعطيات فيتم بأحد الأسلوبين التاليين:

1) تحميل المعطيات من ملف جاهز و تكون فيه قيم الكميات محفوظة من قبل المستخدم أو المبرمج، و ذلك بالضغط على المفتاح المحاط، كما في الشكل(3-12):

الشكل(3-12): تحميل المعطيات من ملف جاهز



2) أو تحميل المعطيات بإدخالها بشكل إفرادي حسب رسائل تظهر للمستخدم تطلب الكميات أولا ثم كلف التوريد ثم كلف التخزين، و ذلك لكل مرحلة على حدة. كما هو موضح بالأشكال (3-13)، (3-14)، (3-15)، (3-16):

الشكل(3–13): إدخال المعطيات بشكل إفرادي

الشكل(3–14): إدخال الكمية المطلوبة للمرحلة k

الشكل(3–15): إدخال كلفة توريد المرحلة *k*

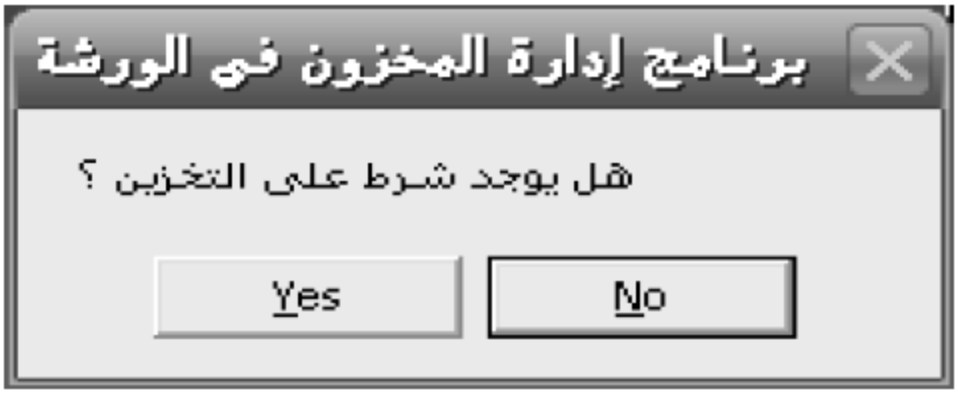
الشكل(3–16): إدخال كلفة تخزين المرحلة*k*

3) بعد تعبئة مصفوفة المعطيات، يتم حساب الكمية الكلية المطلوبة بناء على هذه المعطيات و تعبئتها في مربع نص، ثم تظهر رسالة "هل يوجد شرط على التخزين؟"، و هنا نكون أمام أحد الاحتمالين كما في نص الرسالة إما "نعم" أو "لا"، و لذلك تقسم المسائل إلى قسمين كما يلي:

V.1.3.دون شرط على استطاعة التخزين

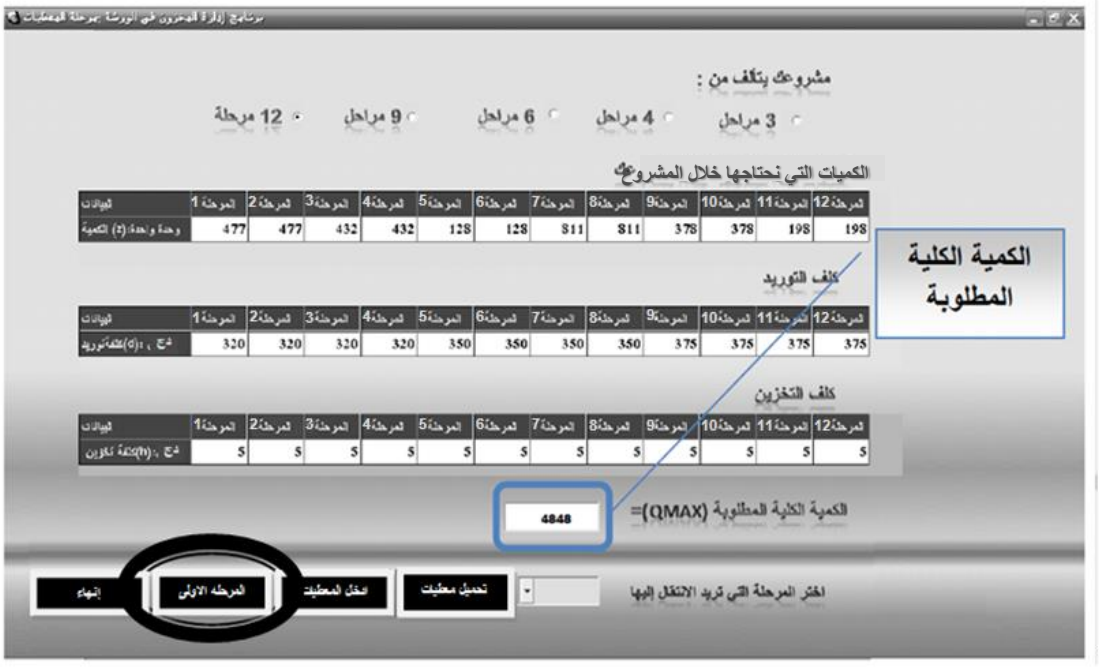
و في هذه الحالة يكون الجواب "No" كما في الشكل(3-17):

الشكل(3-17): عدم وجود شرط على التخزين

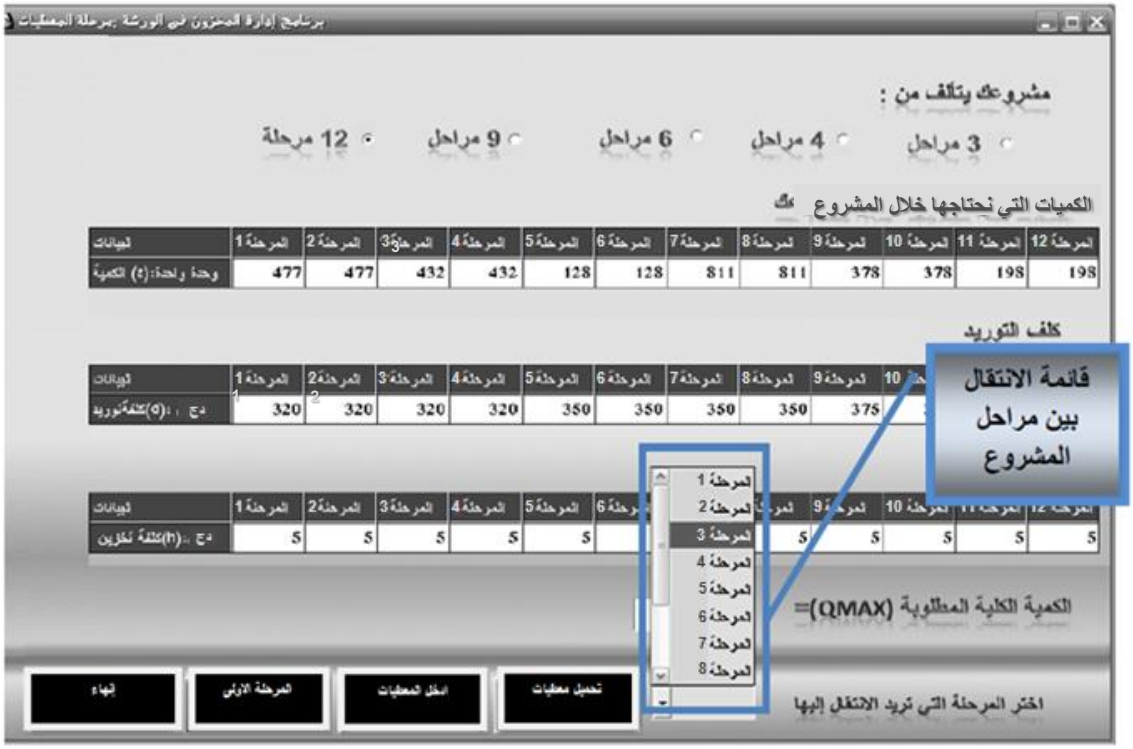


4) للانتقال إلى المرحلة الأولى نستخدم أحد أسلوبين، إما الضغط على المفتاح "المرحلة الأولى" حسب الشكل(3-18)، أو اختيار "المرحلة الأولى" من القائمة حسب الشكل(3-19):

الشكل(3-18): الانتقال إلى المرحلة بالزر: دون شرط على التخزين



الشكل(3–19): الانتقال إلى المرحلة الأولى بالقائمة: دون شرط على التخزين



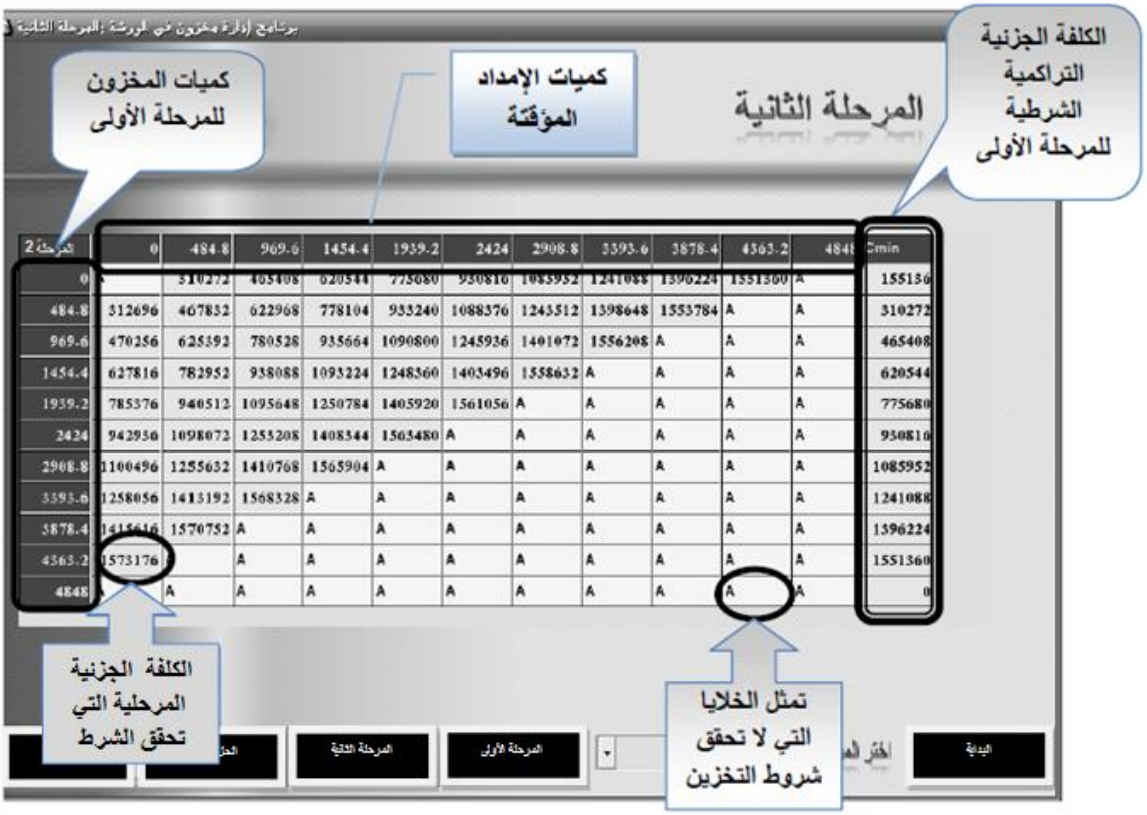
5) في كلا الحالتين تظهر الواجهة المبينة في الشكل(3–20)، و هي عبارة عن مصفوفة بسطر واحد لأن المخزون في بداية المشروع من البديهي أن يساوي الصفر، و أحد عشر عمودا تمثل احتمالات الإمداد المؤقتة، بينما الخلايا الداخلية تعبر عن الكلفة المتوقعة للمرحلة الأولى حسب احتمالات الإمداد:

الشكل(3-20): المرحلة الأولى: دون شرط على التخزين

6) في كل مرحلة لدينا مفتاح للعودة إلى المرحلة السابقة، إضافة إلى مفتاح "إنهاء" لتسهيل التعامل مع واجهات البرنامج.

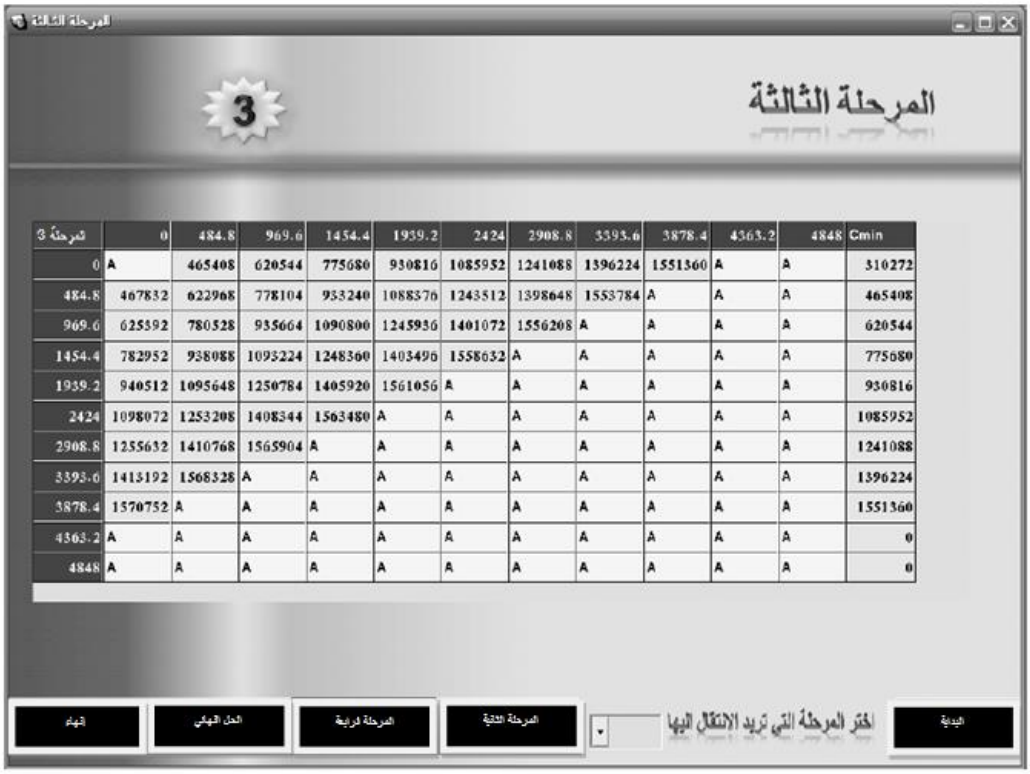
7) الانتقال بين المراحل يتم كما ذكرنا إما بالضغط على المفتاح الخاص بترتيب المرحلة، أو باستخدام القائمة، و بالضغط على مفتاح المرحلة الثانية يظهر الشكل(3-21) و هو عبارة عن مصفوفة بثلاثة عشر عمودا و اثني عشر سطرا، في السطر الأول كميات الإمداد المؤقتة و التي تم حسابها باعتبار أن $m_1=10$، و في العمود الأول الأيسر كميات المخزون المؤقتة للمرحلة السابقة و التي تم حسابها في المرحلة الأولى بنفس الطريقة، مع الانتباه إلى أن الخلية(1،13) تمثل الكلفة المبدئية الجزئية للمرحلة الأولى، أما عناصر المصفوفة الداخلية فهي عبارة عن قيم عددية تمثل الكلف الجزئية التراكمية التي تحقق قيود المسألة (شروط التخزين)، أو الرمز A و يملأ الخلايا التي لا تحقق شروط التخزين، و لتبيان ما سبق انظر الشكل(3-21):

الشكل(3-21): المرحلة الثانية : دون شرط على التخزين



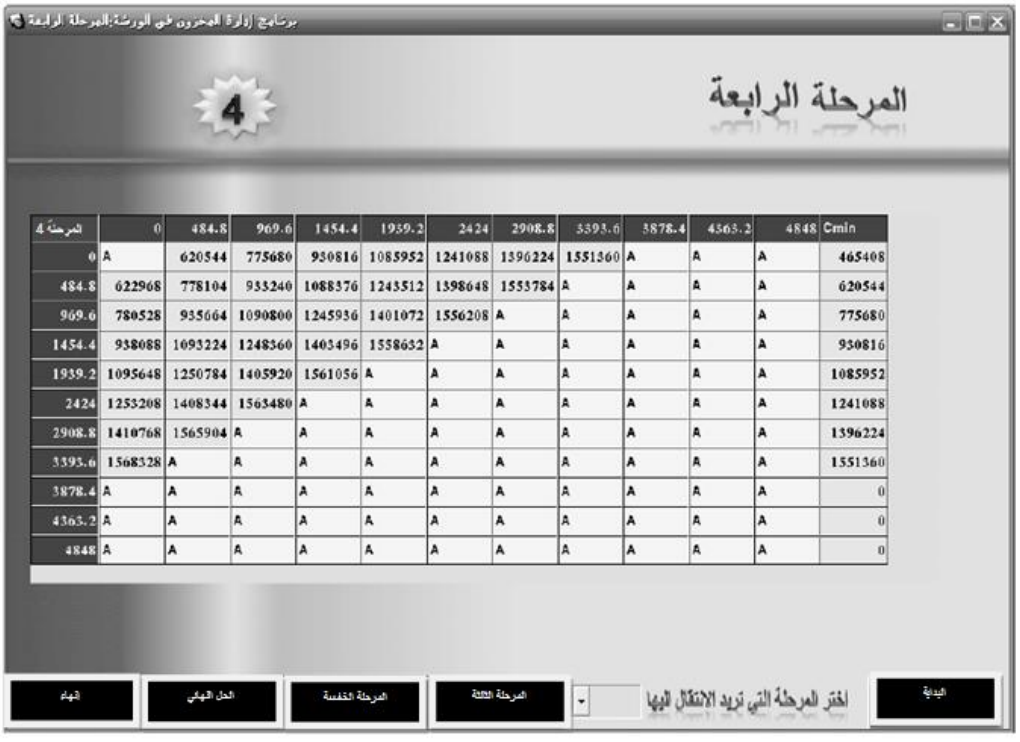
8) و بنفس الطريقة نحصل على الشكل(3-22)، و فيه نلاحظ أن مصفوفة الحل للمرحلة الثالثة مختصرة عنها في المرحلة الثانية، بسبب تناقص حدودها عند تطبيق الشروط (معادلات القيود)، و بالتالي تزداد الخلايا التي تحتوي قيمة A تدريجيا على حساب تناقص خلايا القيم للكلفة المتوقعة حتى هذه المرحلة، مع التأكيد أن هذه القيم تقريبية و ليست قيما دقيقة، لأنها تعتمد على قيم مؤقتة تقريبية، و استنادا لهذه القيم يتم حساب المرحلة اللاحقة و هكذا إلى أن نصل إلى المرحلة الثانية عشرة كما هو مبين في الأشكال (3-23)، (3-24)، (3-25)، (3-26)، (3-27)، (3-28)، (3-29)، (3-30)، (3-31)، (3-32)

الشكل(3-22): المرحلة الثالثة: دون شرط على التخزين



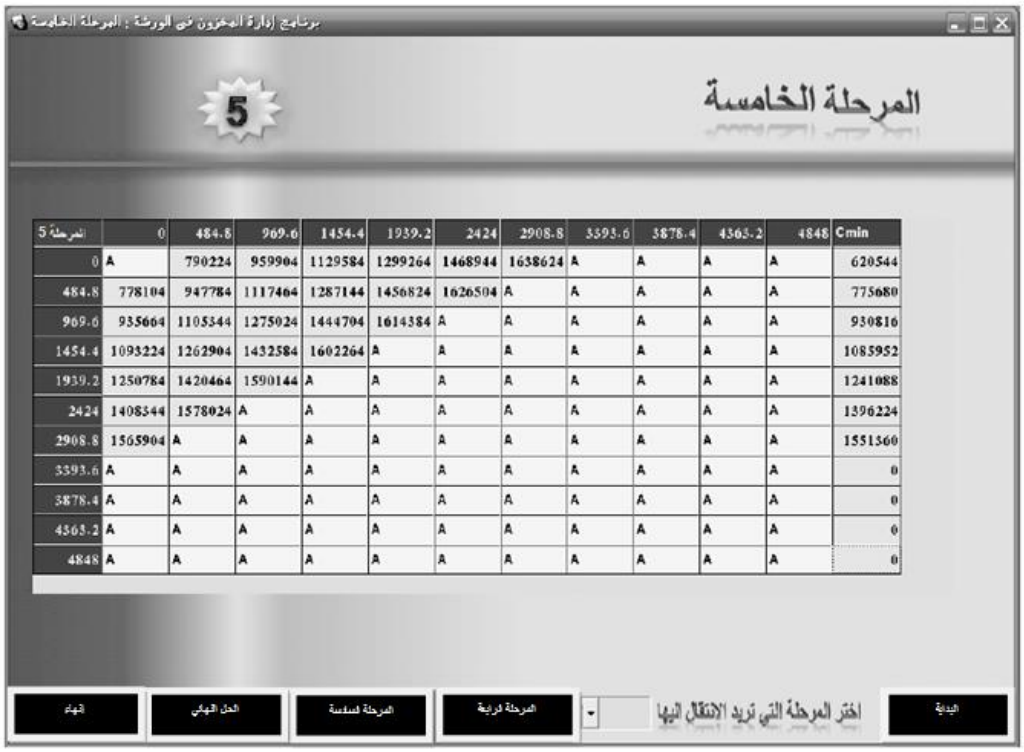
المرحلة 3	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	A	465408	620544	775680	930816	1085952	1241088	1396224	1551360	A	A	310272
484.8	467832	622968	778104	933240	1088376	1243512	1398648	1553784	A	A	A	465408
969.6	625592	780528	935664	1090800	1245936	1401072	1556208	A	A	A	A	620544
1454.4	782952	938088	1093224	1248360	1403496	1558632	A	A	A	A	A	775680
1939.2	940512	1095648	1250784	1405920	1561056	A	A	A	A	A	A	930816
2424	1098072	1253208	1408344	1563480	A	A	A	A	A	A	A	1085952
2908.8	1255632	1410768	1565904	A	A	A	A	A	A	A	A	1241088
3393.6	1413192	1568328	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1396224
3878.4	1570752	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1551360
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

الشكل(3-23): المرحلة الرابعة: دون شرط على التخزين

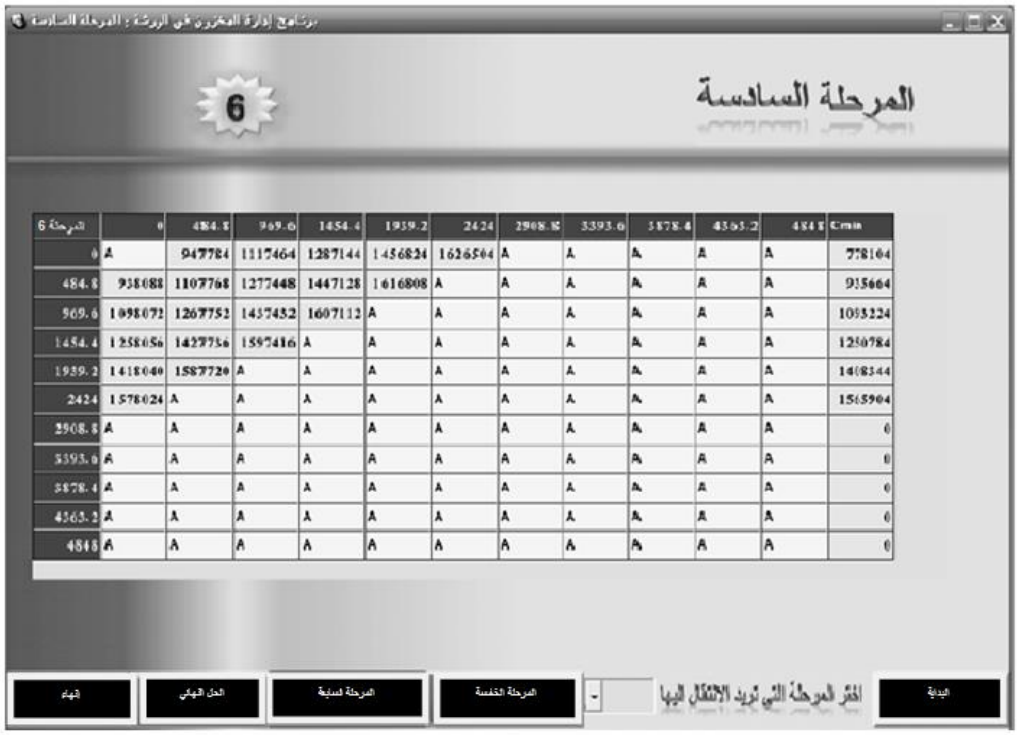


المرحلة 4	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	A	620544	775680	930816	1085952	1241088	1396224	1551360	A	A	A	465408
484.8	622968	778104	933240	1088376	1243512	1398648	1553784	A	A	A	A	620544
969.6	780528	935664	1090800	1245936	1401072	1556208	A	A	A	A	A	775680
1454.4	938088	1093224	1248360	1403496	1558632	A	A	A	A	A	A	930816
1939.2	1095648	1250784	1405920	1561056	A	A	A	A	A	A	A	1085952
2424	1253208	1408344	1563480	A	A	A	A	A	A	A	A	1241088
2908.8	1410768	1565904	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1396224
3393.6	1568328	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1551360
3878.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

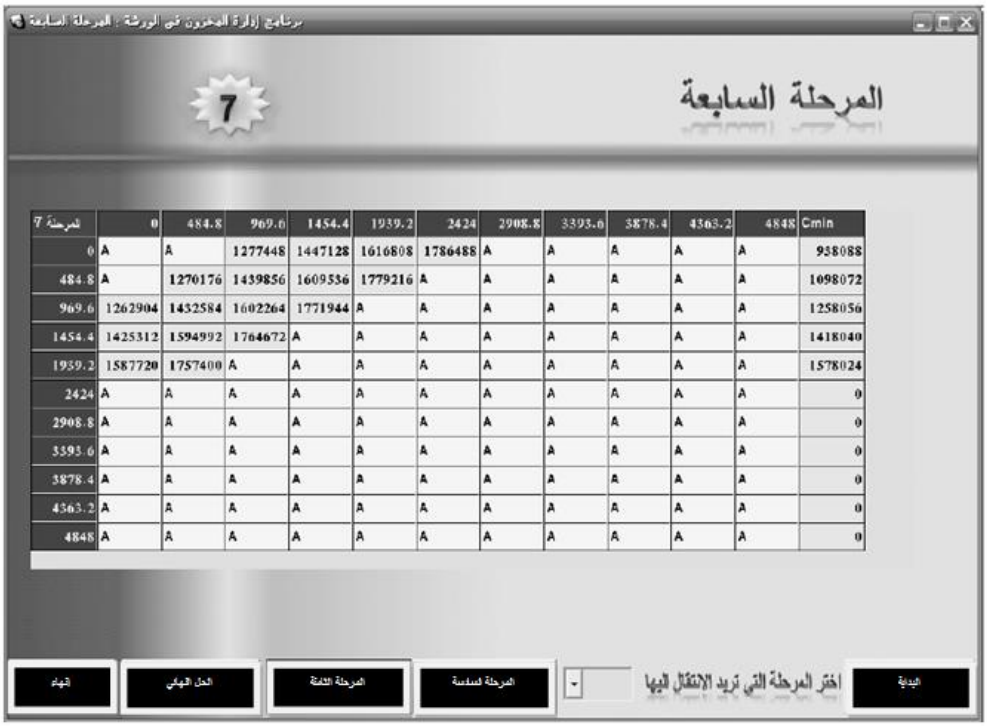
الشكل(3–25) المرحلة الخامسة: دون شرط على التخزين



الشكل(3–26): المرحلة السادسة: دون شرط على التخزين

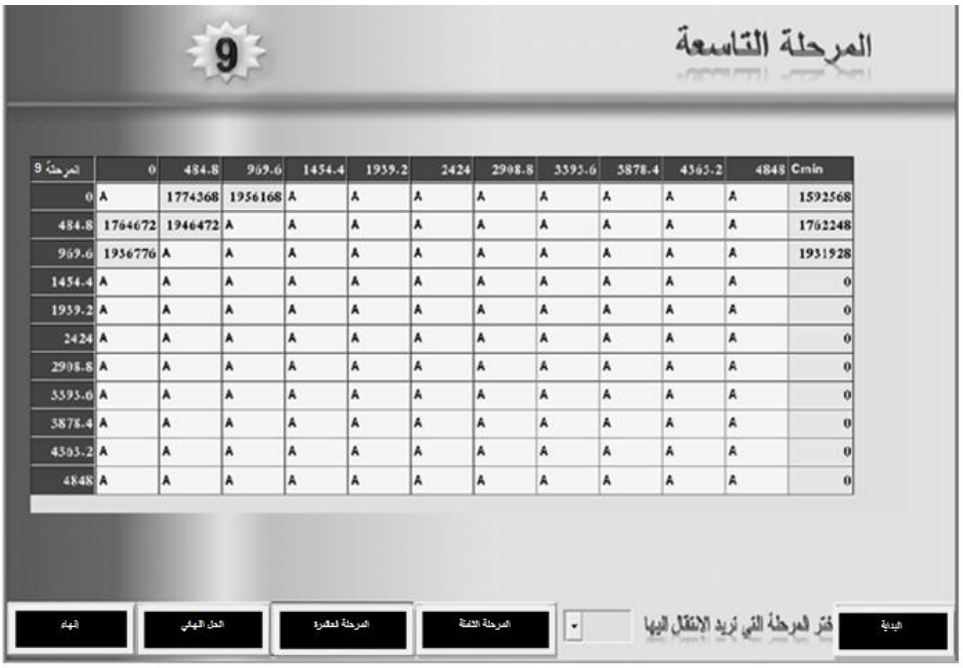


الشكل(3–27) المرحلة السابعة: دون شرط على التخزين



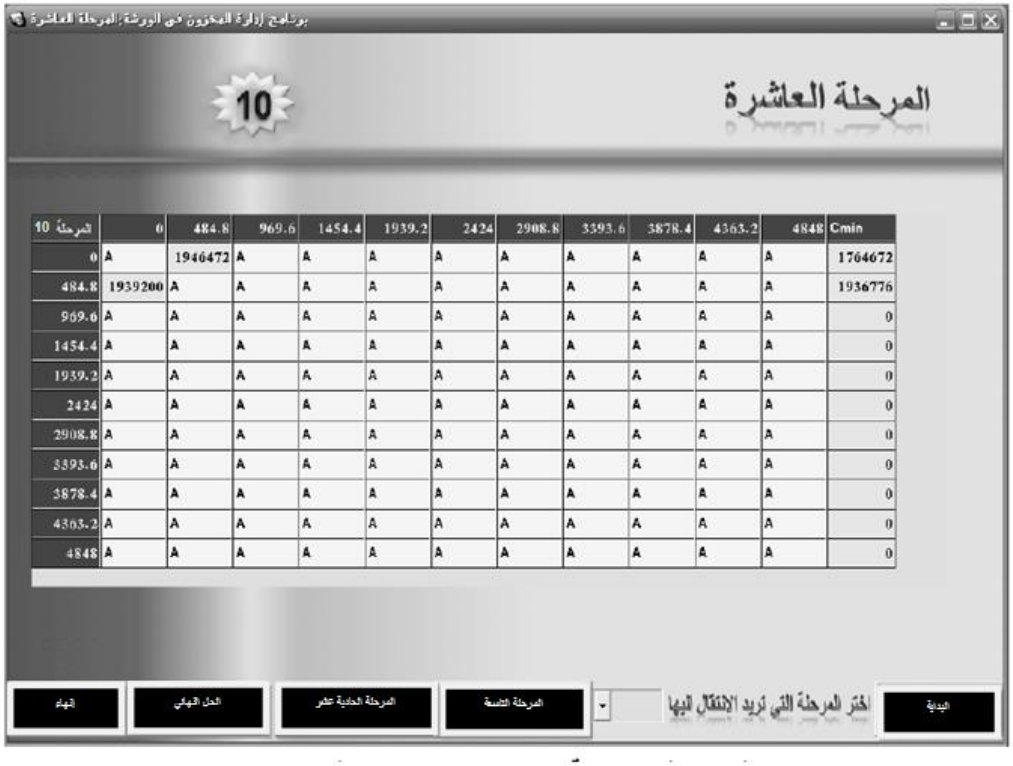
الشكل(3–28): المرحلة الثامنة: دون شرط على التخزين

الشكل(3–29): المرحلة التاسعة: دون شرط على التخزين



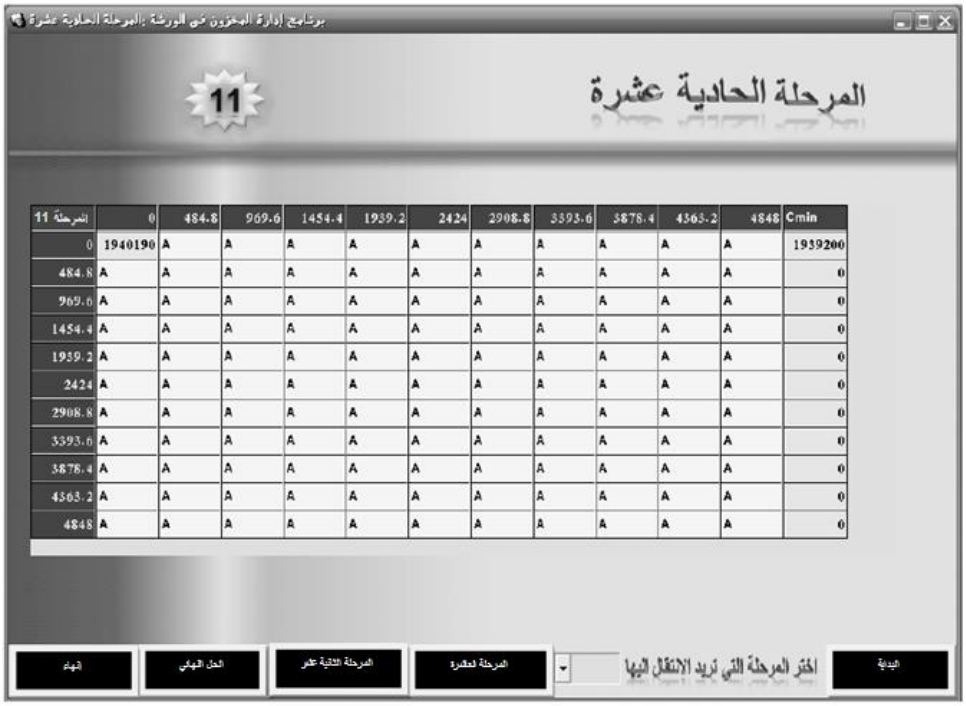
المرحلة 9	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	A	1774368	1956168	A	A	A	A	A	A	A	A	1592568
484.8	1764672	1946472	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1762248
969.6	1936776	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1931928
1454.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
1939.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2424	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2908.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3393.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3878.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

الشكل(3–30) المرحلة العاشرة: دون شرط على التخزين

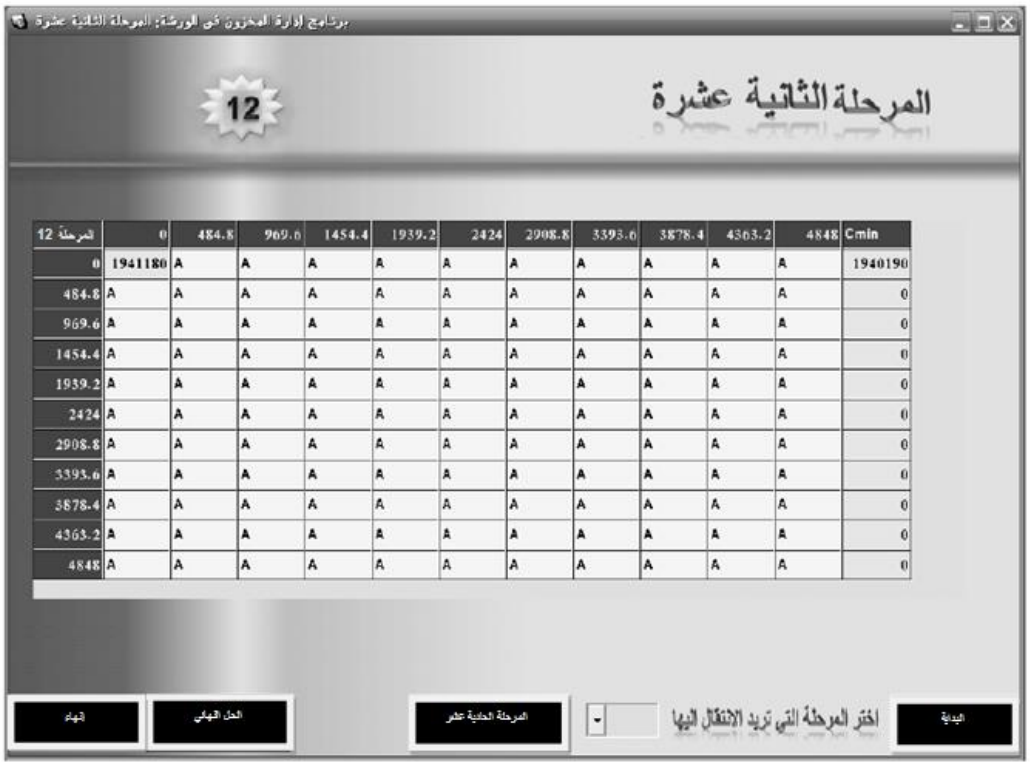


المرحلة 10	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	A	1946472	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1764672
484.8	1939200	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1936776
969.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
1454.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
1939.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2424	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2908.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3393.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3878.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

الشكل(3–31): المرحلة الحادية عشر: دون شرط على التخزين



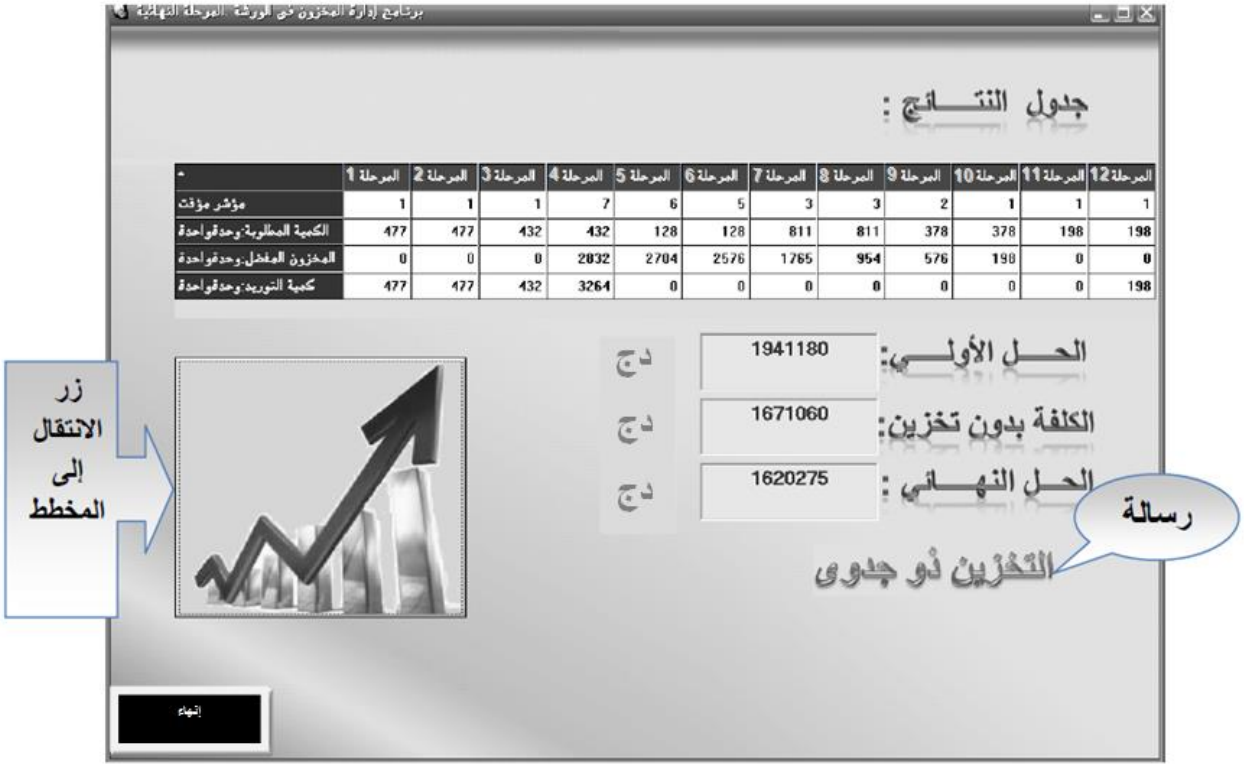
الشكل(3–32): المرحلة الثانية عشر: دون شرط على التخزين



9) بالضغط على المفتاح "الحل النهائي" ننتقل إلى الواجهة الموضحة بالشكل(3-33)، و فيها:

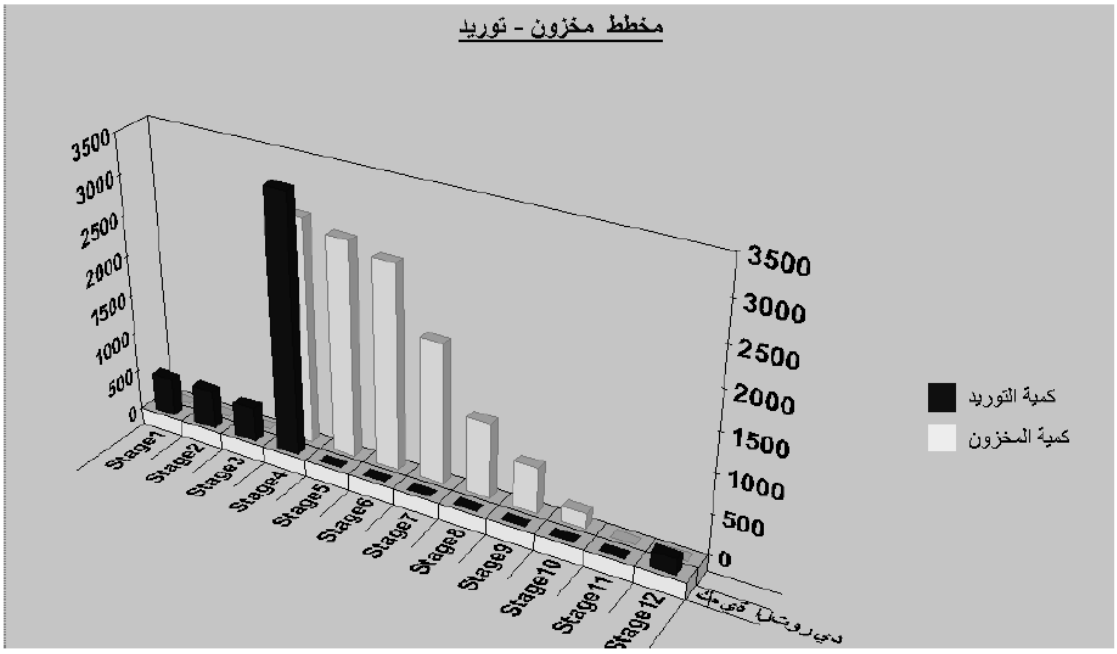
- **جدول النتائج**: و يحتوي على أربعة أسطر و اثنتي عشر عمودا، في السطر الأول المؤشر المؤقت لتحديد المخزون الذي يعطي الكلفة الأقل عند العودة بالحل الراجع في كل مرحلة، و السطر الثاني يحتوي على قيم الكميات المطلوبة لكل مرحلة، في السطر الثالث قيم المخزون المفضل المتوقعة لكل مرحلة، و أخيرا قيم الإمداد المتوقعة بالاعتماد على قيم المخزون، أما الأعمدة المقابلة فتكون بعدد المراحل للمشروع.
- **الحل الأولي**: و هو الحل الناتج عن تطبيق البرنامج، أي قيمة الكلفة التراكمية المؤقتة للمرحلة (12) مقدرة بالدينار الجزائري. و تظهر في الشكل في مربع النص الأول.
- **الكلفة دون تخزين**: و هي حساب الكلفة الكلية للمشروع دون اعتماد أسلوب التخزين، عبارة عن جداء قيم الكميات المطلوبة بكلفة تأمينها المرحلية الموافقة لها، و تظهر في مربع النص الثاني.
- **الحل النهائي**: و هي الكلفة الكلية للمشروع بعد تعديل و تصحيح قيم كميات الإمداد المؤقتة، لتطابق قيم الكميات المطلوبة دون زيادة في الإمداد أو نقصان.
- **رسالة**: تعطي مؤشرا للمستخدم حول فعالية التخزين أو لا لهذا المشروع.
- **زر المخطط البياني**: عند الضغط عليه ننتقل إلى الواجهة التالية و هي عبارة عن مخطط مخزون _ توريد.

الشكل(3-33): المرحلة النهائية : دون شرط على التخزين



10) بالضغط على المخطط نحصل على قيم كميات التوريد و كميات التخزين موضحة بالشكل(3-34):

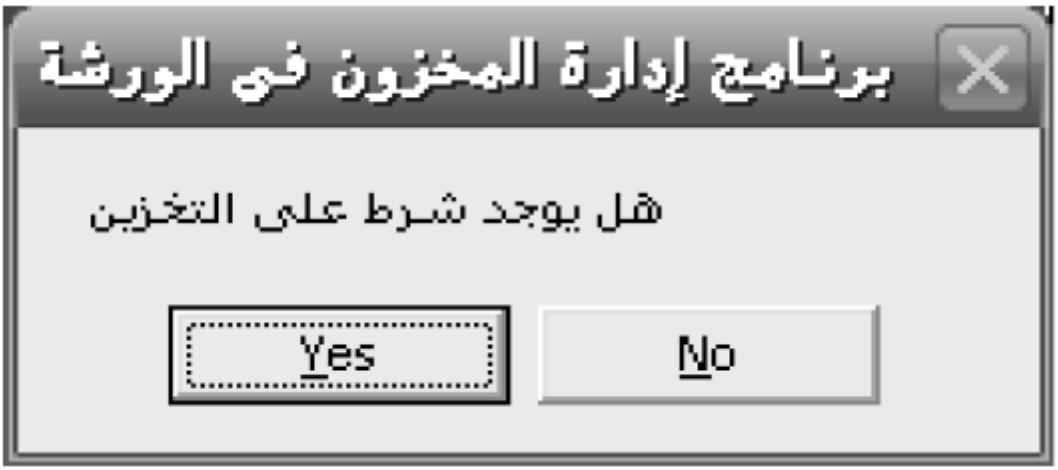
الشكل(3-34) مخطط مخزون – توريد: دون شرط على التخزين



V. 2.3. بوجود شرط على استطاعة التخزين:

1. في هذه الحالة يكون الجواب على الرسالة المعطاة بالشكل(3-35)"Yes" :

الشكل(3-35): وجود شرط على التخزين

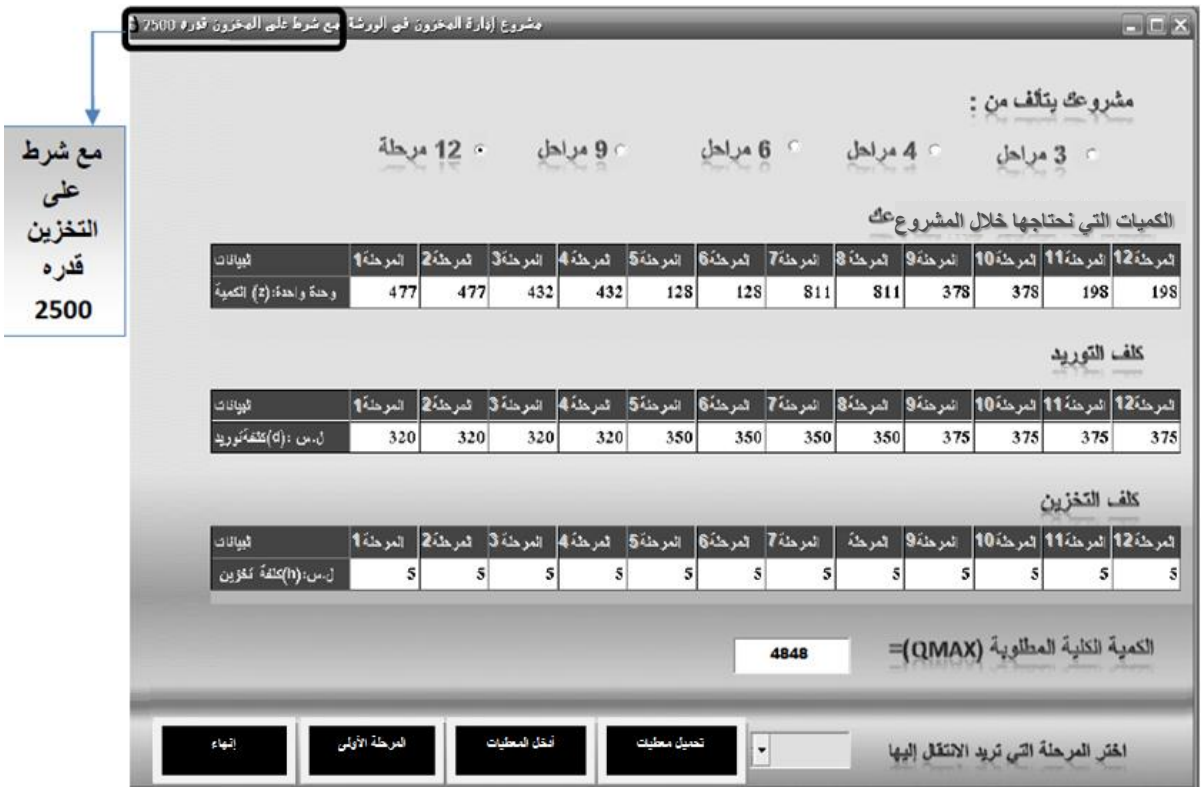


2. فتظهر رسالة تطلب تحديد استطاعة المخزن و هي في مسألتنا مساوية ل 2500 كيس اسمنت، و تكون موضحة بالشكل(3-36):

الشكل(3-36): إدخال قيمة استطاعة المخزن

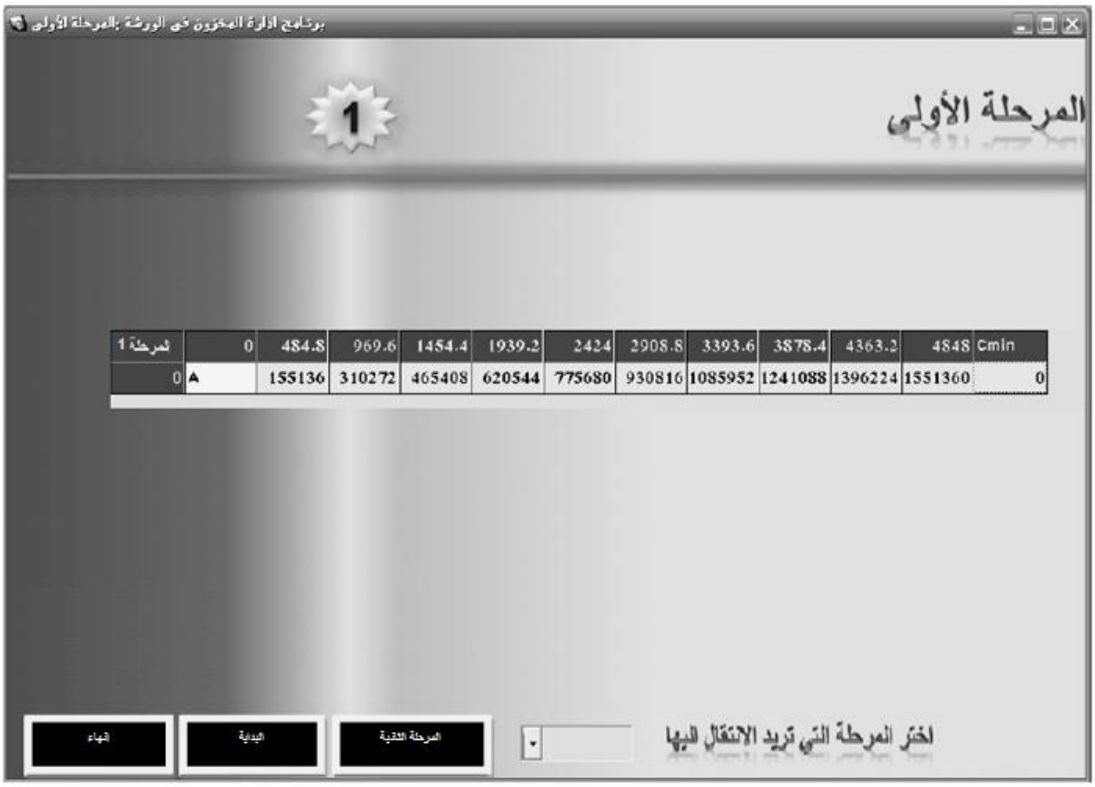
3. و تصبح واجهة مرحلة المعطيات كما في الشكل(3-37)، و فيها يشار إلى قيمة هذه الاستطاعة:

الشكل(3-37): مرحلة المعطيات: بشرط على التخزين



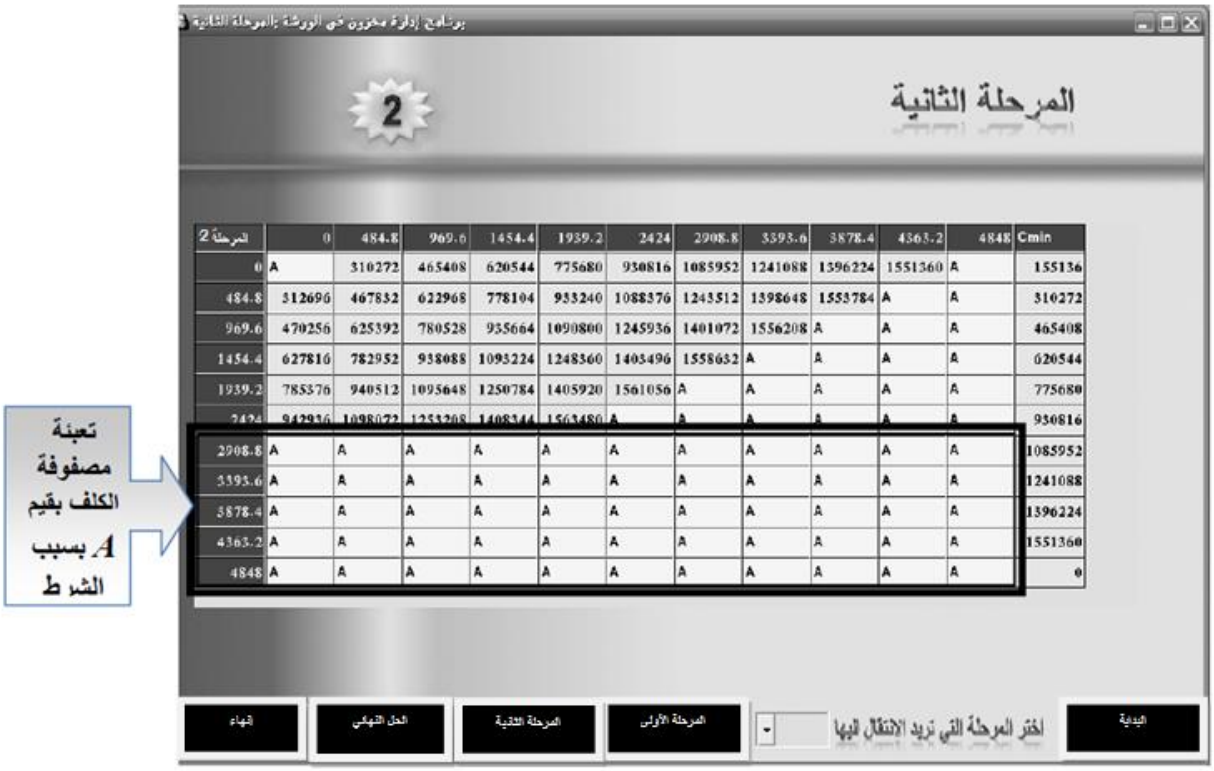
4. لدى حساب المرحلة الأولى فإنها لا تتأثر بالشرط المضاف، و بالتالي تكون بالشكل (3-38) ، و هو مطابق للشكل(3-20)، وذلك لأن المخزن فارغ حتما في بداية المشروع:

الشكل(3-38): المرحلة الأولى : بشرط على التخزين



5. بالانتقال إلى المرحلة الثانية تظهر فعالية شرط استطاعة التخزين، حيث يتم إغلاق قيم من مصفوفة الكلف بالقيمة A كانت ذات قيمة محسوبة و معتبرة في الحل دون شرط، فمن السطر المقابل لكمية مخزون مؤقتة 2908.8 كيس إلى أسفل تصبح جميع قيم مصفوفة الكلف مساوية ل A ، و هذا يظهر في الشكل(3-39):

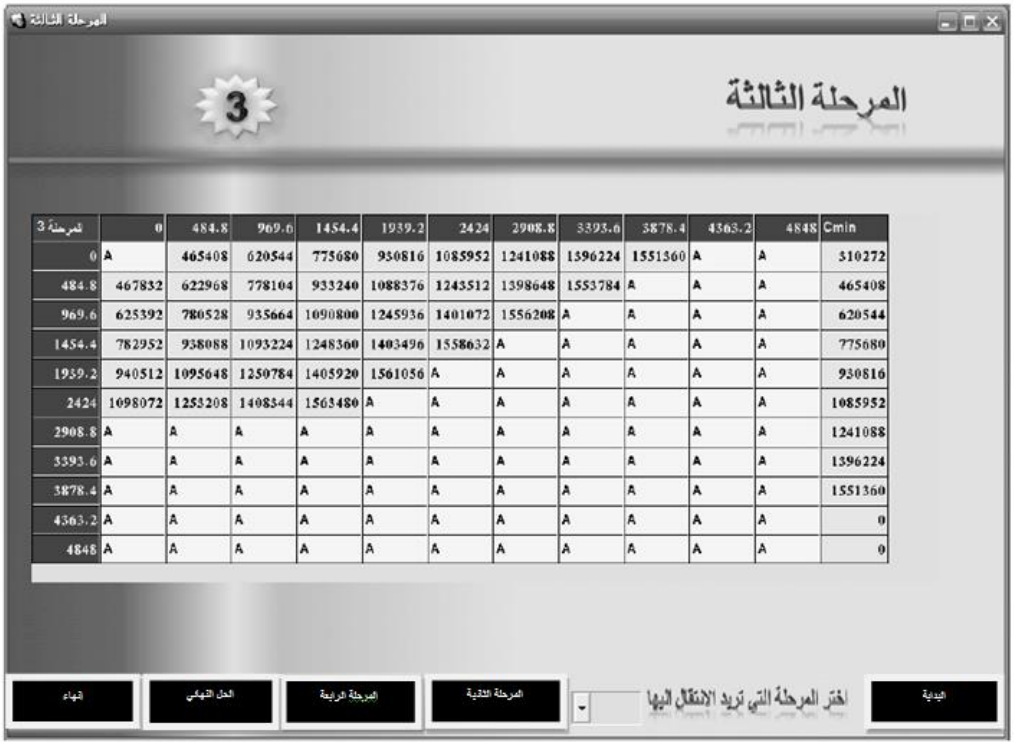
الشكل(3–39): المرحلة الثانية : بشرط على التخزين



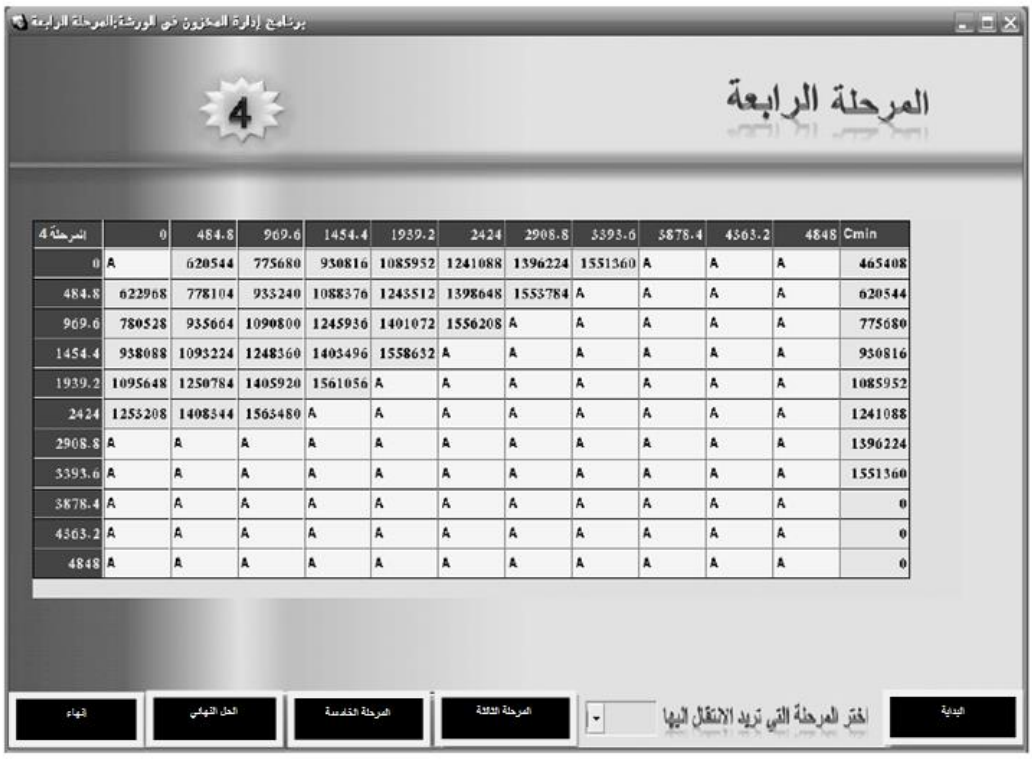
المرحلة 2	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	A	310272	465408	620544	775680	930816	1085952	1241088	1396224	1551360	A	155136
484.8	312696	467832	622968	778104	933240	1088376	1243512	1398648	1553784	A	A	310272
969.6	470256	625392	780528	935664	1090800	1245936	1401072	1556208	A	A	A	465408
1454.4	627816	782952	938088	1093224	1248360	1403496	1558632	A	A	A	A	620544
1939.2	785376	940512	1095648	1250784	1405920	1561056	A	A	A	A	A	775680
2424	942936	1098072	1253208	1408344	1563480	A	A	A	A	A	A	930816
2908.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1085952
3393.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1241088
3878.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1396224
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1551360
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

6. و يستمر الحل بالاعتماد على الشرط كما سبق، مع اختصار قيم المصفوفة بسبب قيود المسألة، و تظهر الأشكال: (3–40)، (3–41)، (3–42)، (3–43)، (3–44)، (3–45)، (3–46)، (3–47)، (3–48)،(3–49)

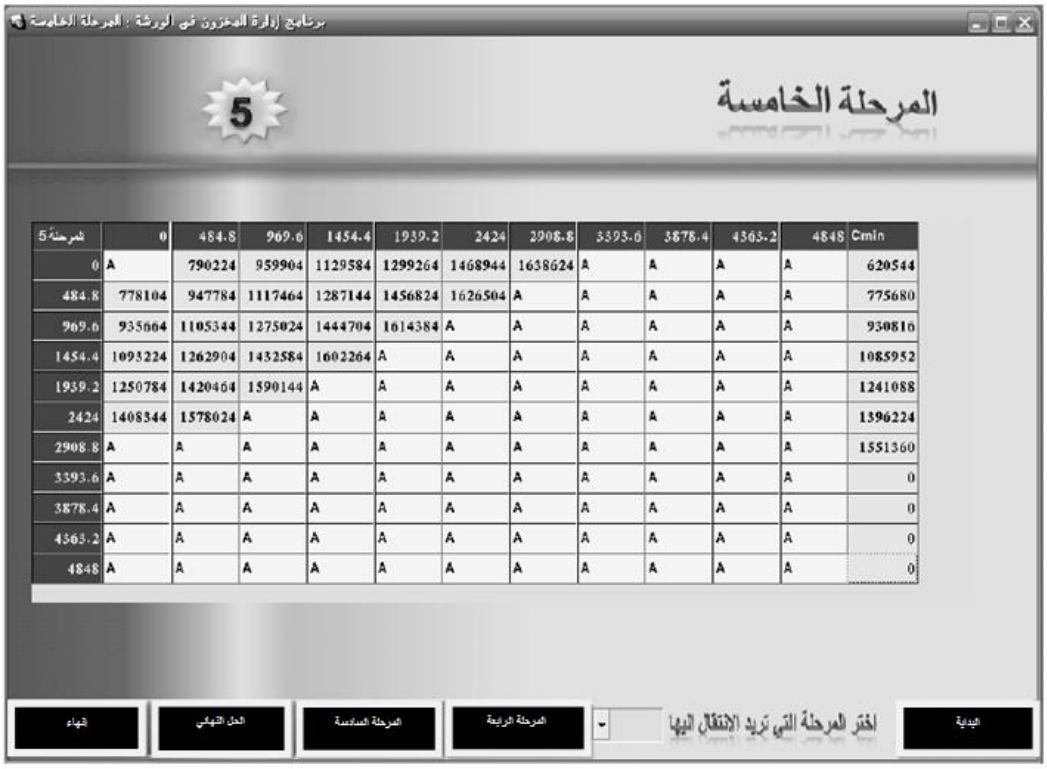
الشكل(3–40): المرحلة الثالثة : بشرط على التخزين



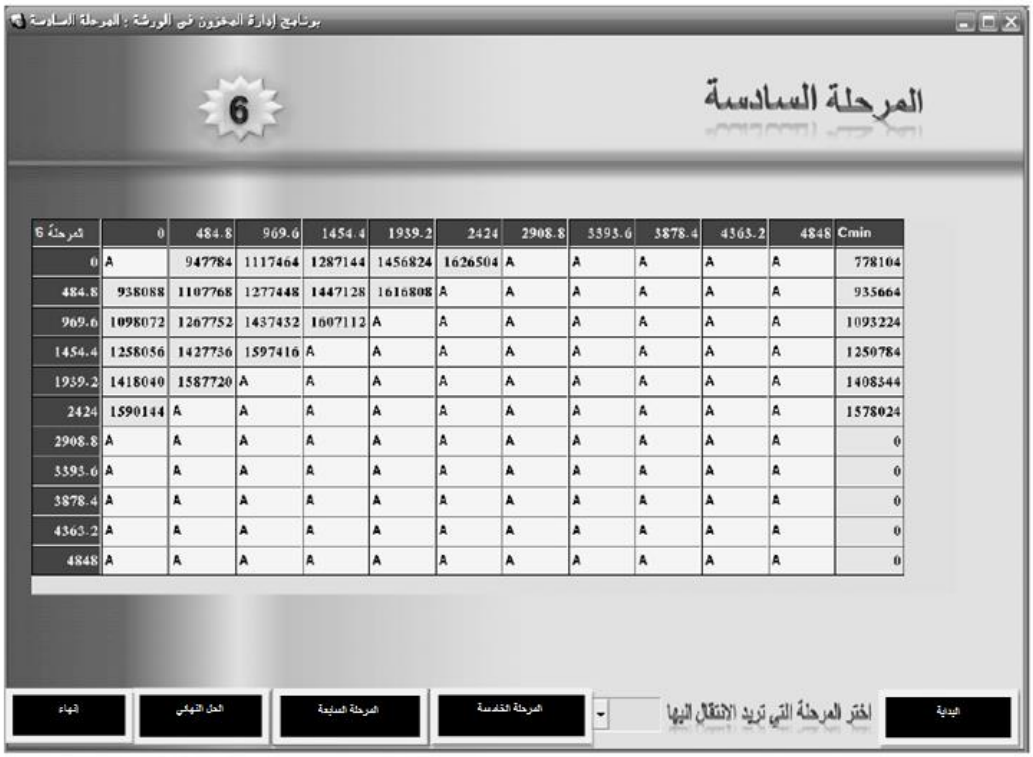
الشكل(3–41): المرحلة الرابعة : بشرط على التخزين



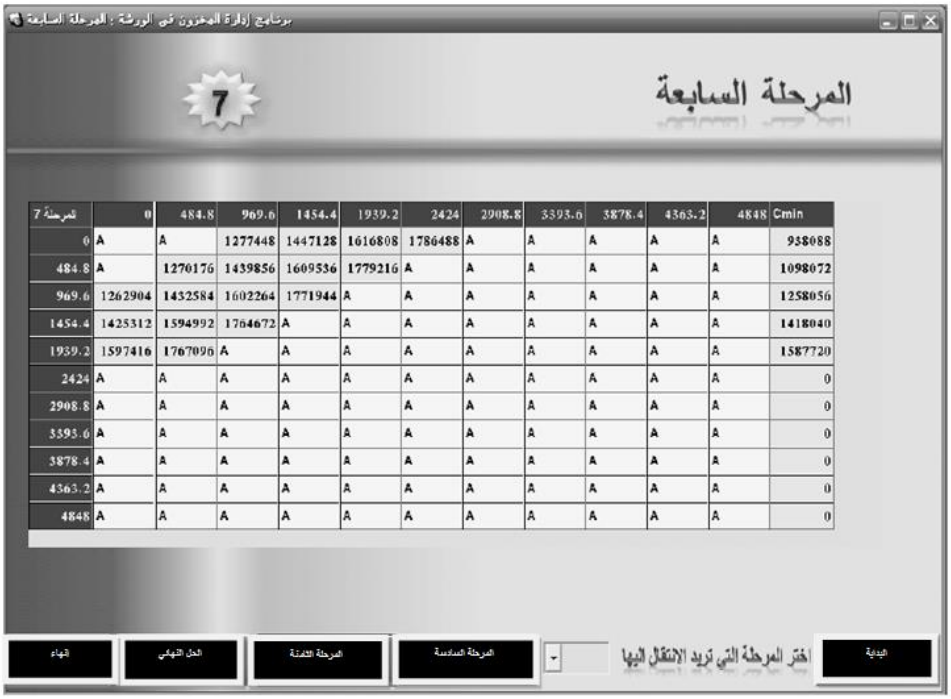
الشكل(3–42): المرحلة الخامسة : بشرط على التخزين



الشكل(3–43):المرحلة السادسة : بشرط على التخزين



الشكل(3–44): المرحلة السابعة : بشرط على التخزين



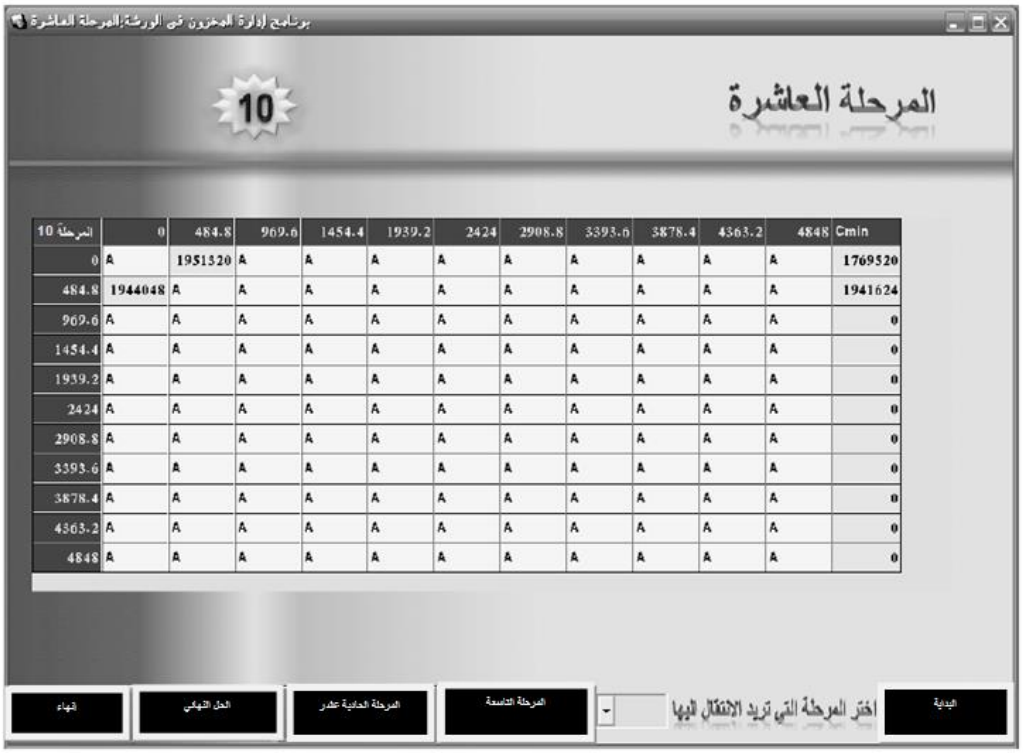
المرحلة 7	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	A	A	1277448	1447128	1616808	1786488	A	A	A	A	A	938088
484.8	A	1270176	1439856	1609536	1779216	A	A	A	A	A	A	1098072
969.6	1262904	1432584	1602264	1771944	A	A	A	A	A	A	A	1258056
1454.4	1425312	1594992	1764672	A	A	A	A	A	A	A	A	1418040
1939.2	1597416	1767096	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1587720
2424	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2908.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3393.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3878.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

الشكل(3–45): المرحلة الثامنة : بشرط على التخزين

المرحلة 8	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	A	A	1602264	1771944	1941624	A	A	A	A	A	A	1262904
484.8	A	1597416	1767096	1936776	A	A	A	A	A	A	A	1425312
969.6	1599840	1769520	1939200	A	A	A	A	A	A	A	A	1594992
1454.4	1771944	1941624	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1764672
1939.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2424	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2908.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3393.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3878.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

الشكل(3–46): المرحلة التاسعة : بشرط على التخزين

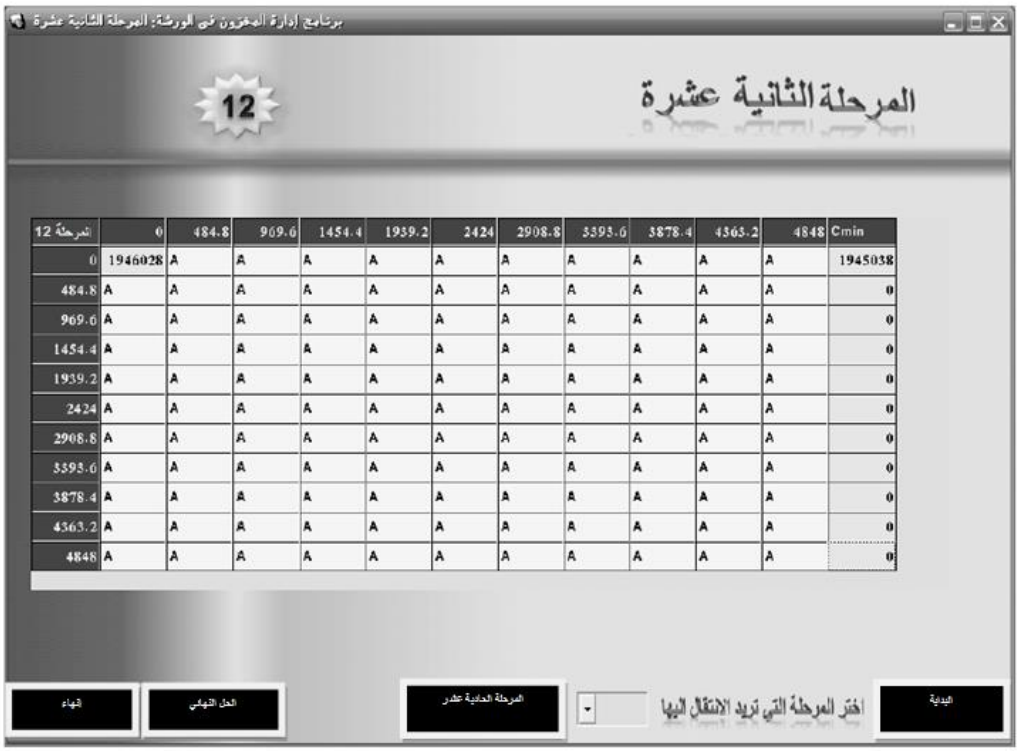
الشكل(3–47): المرحلة العاشرة : بشرط على التخزين



الشكل(3–48): المرحلة الحادية عشرة : بشرط على التخزين

المرحلة 11	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	1945038	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1944048
484.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
969.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
1454.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
1939.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2424	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2908.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3393.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3878.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

الشكل(3–49): المرحلة الثانية عشرة : بشرط على التخزين



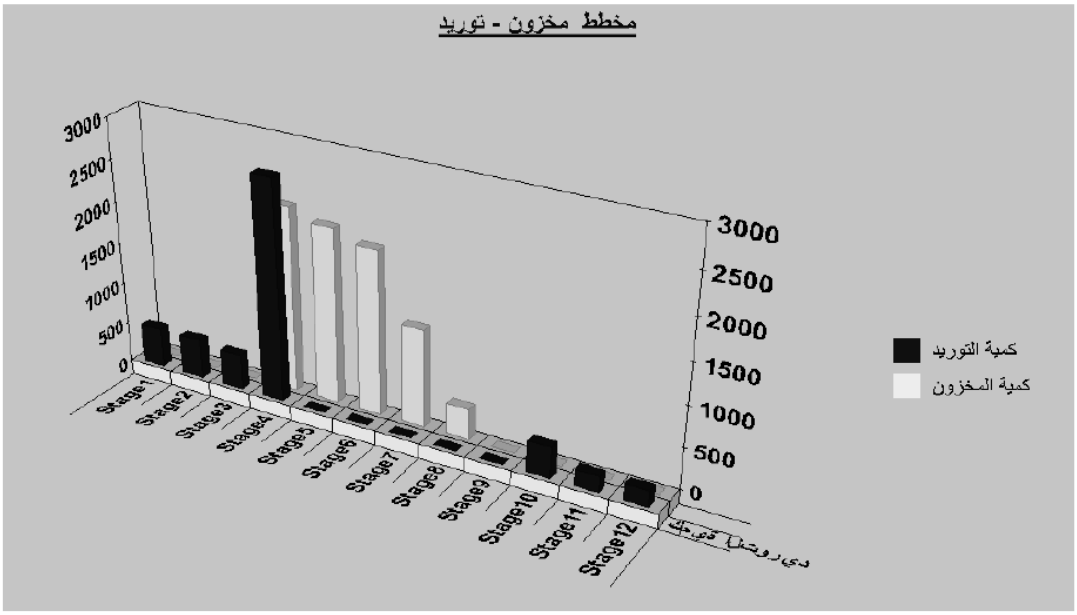
المرحلة 12	0	484.8	969.6	1454.4	1939.2	2424	2908.8	3393.6	3878.4	4363.2	4848	Cmin
0	1946028	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1945038
484.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
969.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
1454.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
1939.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2424	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
2908.8	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3393.6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
3878.4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4363.2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0
4848	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	0

7. بالضغط على "الحل النهائي" يظهر الشكل(3-50)، مع ملاحظة أن قيم المخزون المفضل قد تناقصت بسبب تناقص استطاعة المخزن، بينما ازدادت الكلفة الكلية للمشروع، و بالتالي تناقص مقدار التوفير الناتج عن التخزين:

الشكل(3-50): المرحلة النهائية : بشرط على التخزين

-	المرحلة 1	المرحلة 2	المرحلة 3	المرحلة 4	المرحلة 5	المرحلة 6	المرحلة 7	المرحلة 8	المرحلة 9	المرحلة 10	المرحلة 11	المرحلة 12
مؤشر مؤقت	1	1	1	6	5	4	2	3	2	1	1	1
الكمية المطلوبة.وحدةواحدة	477	477	432	432	128	128	811	811	378	378	198	198
المخزون المفضل.وحدةواحدة	0	0	0	2256	2128	2000	1189	378	0	0	0	0
كمية التوريد.وحدةواحدة	477	477	432	2688	0	0	0	0	0	378	198	198

الشكل(3–51) مخطط مخزون –توريد : بشرط على التخزين



الخاتمة:

سمحت هذه الدراسة في تبيان و تأكيد مدى كفاءة و أهمية استخدام البرمجة الديناميكية في ترشيد القرار لإدارة المخزون و ذلك بتحقيقه أقل تكلفة ممكنة بمقارنة بواقع الشركة و مدى تحملها لتكلفة عالية مقارنة بتكلفة النموذج المقترح باستخدام البرمجة الديناميكية، أو بعبارة أخرى أن استخدام البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون و ذلك باستعمال برنامج حاسوبي مصمم بلغة Microsoft Visual Basic 6.0 يحقق انخفاض أو توفير في الكلفة. و ذلك عند مقارنة حل دون التخزين مع الحل الناتج عن استخدام البرنامج سواءا بالشرط أو دون شرط على التخزين.

كما نلاحظ أن:

- **كميات الإمداد:** نلاحظ في المراحل الثلاث الأولى أن الكميات المطلوبة تورد في كل مرحلة على حدة دون تخزين، على حين تم توريد الكميات المطلوبة للمراحل الثمانية المتبقية خلال المرحلة الرابعة، و بالتالي تخزينها في الورشة إلى أن يتم استخدامها في مراحلها.
- **مكان التخزين:** نلاحظ أن مكان التخزين شاغر في المراحل الثلاث الأولى، بحيث يمكن استغلاله في تخزين مورد آخر غير الاسمنت، ثم يستهلك بطاقته العظمى في المراحل السبعة اللاحقة بينما يعود شاغرا في المرحلتين الأخيرتين.
- **سيارات النقل و التفريغ:** نلاحظ أن التوريد يتم في المراحل الأربعة الأولى، و على الأخص في المرحلة الرابعة، و هذا يعني أن تردد سيارات النقل التي تحمل الإسمنت يكون عاليا في المراحل الأولى و ينخفض في باقي المراحل إلى أن ينعدم.

الخاتمة العامة

خاتمة عامة

يتمثل الهدف الرئيسي لهذا البحث في استخدام نموذج البرمجة الديناميكية لمعالجة مشكلة إدارة المخزون في إحدى ورشات البناء، باعتباره المدخل الكمي القادر على مساعدة شركة الدراسات و إنجاز الأعمال الفنية بالغرب الجزائري SEROR لاتخاذ القرار تحديد كمية التخزين المثلى من المواد الأولية (الاسمنت) و التي تؤدي إلى تخفيض التكاليف الكلية للمشروع.

من خلال الدراسة توصلنا إلى:

- أن تقنية البرمجة الديناميكية تعتبر من أهم الأساليب الرياضية في بحوث العمليات، كون أن

هذه التقنية تعمل على رفع قدرة البحث عن الحل الأمثل للعديد من المشاكل، و ذلك عن طريق تجزئتها إلى مشاكل جزئية، ثم تقوم بإعادة تركيب هذه القرارات الجزئية و تجميعها للحصول على القرار الأمثل و الرشيد، و على هذا الأساس نقبل الفرضية الأولى.

- بعد تطبيق تقنية البرمجة الديناميكية لإدارة المخزون في مشروع بناء سد لشركةSEROR

توصلنا إلى أن هذه التقنية تساهم في خفض تكلفة المشروع و على هذا الأساس نقبل الفرضية الثانية.

- أن تكلفة المخزون و تكلفة التوريد هما جزء من التكلفة الكلية للمشروع، لذلك فكلما

كان هناك تخفيض في التكلفتين كلما أدى ذلك إلى تخفيض التكلفة الكلية للمشروع.

- النتائج المتحصل عليها من خلال تطبيق نموذج البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون لا

تتوافق مع النتائج الفعلية المحققة من قبل الشركة موضع الدراسة، فعند استخدام البرمجة الديناميكية لإدارة المخزون يؤدي ذلك إلى تخفيض تكاليف المشروع بصفة عامة في الشركة.

- مكنتنا الدراسة الميدانية من التعرف على شركة الدراسات و إنجاز الأعمال الفنية

بالغرب الجزائري SEROR و ما تقوم به من عمليات ذات أهمية بالغة على المستوى الوطني، خاصة فيما يتعلق بموضوع اتخاذ القرارات اللازمة التي تجمع ما بين المنفعة العامة من جهة و تحقيق الهدف الاقتصادي للشركة من جهة أخرى. لهذا إرتأينا ضرورة تطبيق إحدى التقنيات الرياضية للتسيير و الممثلة في البرمجة الديناميكية، و مشكلة إدارة المخزون قصد تمكينها من رفع قدراتها على المستوى المحلي و الوطني. فإدخال هذه التقنية "البرمجة الديناميكية" لا نقصد به تحسين الشركة من السيطرة و التحكم في التكاليف و إنما المساهمة في إقتراح خطة لإدارة المخزون و التي تسمح بتخفيض التكاليف التي تتحملها الشركة إلى أدنى حد ممكن.

ثانيا: التوصيات

في ضوء النتائج السابقة يمكن أن نصيغ التوصيات التالية:

- ✓ إنشاء فرع بالشركة الخاصة بالتقنيات الكمية، خصوصا بحوث العمليات مع توظيف إطارات سامية متخصصة.
- ✓ يجب على الشركة محاولة و تطبيق و تتبع البرنامج المقترح في دراستنا ثم تعميمه حسب خصوصية كل مورد في الشركة.
- ✓ يمكن استعمال تقنية البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون بالنسبة لعدة مواد. و ليس فقط في البناء بل حتى في المؤسسات الصناعية.

إن هذه الدراسة من شانها أن تفتح الباب أمام الباحثين المهتمين بتطبيق البرمجة الديناميكية في المؤسسات الجزائرية و التي قد تساهم في تخفيض تكاليفها و إعطاء الميزة التنافسية لها.

و نشير إلى أبرز الدراسات المستقبلية الممكنة في هذا المجال:

- دراسة ما مدى فعالية استخدام البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون بالنسبة للمواد أو الموارد سريعة التلف.
- استعمال تقنية البرمجة الديناميكية في اتخاذ قرار إدارة المخزون في مجموعة من الموارد إنطلاقا من مجموعة من الموردين.
- دراسة فعالية استخدام البرمجة الديناميكية في إدارة المخزون في حالة عدم التأكد (العشوائية).

قائمة المصادر و المراجع

قائمة المصادر و المراجع باللغة العربية

1. د . عبد الخالق ذكري ، " **الوسائل العلمية الحديثة التي تساعد على اتخاذ القرار** " ، مؤتمر القادة الاداريين الجهاز المركزي للتنظيم و الادارة ، دورة سادسة (1967).
2. د. إبراهيم نائب ، د. إنعام باقية ،" **بحوث العمليات – خوارزميات و برامج حاسوبية**" ، دار وائل للطباعة و النشر و التوزيع ، عمان الأردن ، 1999.
3. د. أحمد اسماعيل الصفار، د. ماجدة عبد اللطيف محمد، **"الأساليب الكمية في الإدارة"** 1999.
4. د. أحمد ماهر ، " **الإدارة مدخل بناء المهارات**" ، المكتب العربي الحديث، الإسكندرية، 1985.
5. د. المحمد صبحي مشرقي، حسن باقية، انعام نائب ابراهيم **"بحوث العمليات"** جامعة حلب 2008.
6. د. جوليا جابر **"إدارة الأعمال بين العلم و الممارسة"** مؤسسة دار الريحاني للطباعة و النشر، بيروت الطبعة1، 1984.
7. د. حمدي فؤاد علي ،" **التنظيم و الإدارة الحديثة الأصول العلمية و العملية**" ، بيروت دار النهضة العربية 1982.
8. د. حنفي عبد الغفار ومحمد الصحن «**إدارة الأعمال**" بيروت الدار الجامعية للطباعة و النشر،1991.
9. د. خان محمد يونس، و هشام صالح غرايبة **"الإدارة المالية"** نيويورك جون وايلي 1986.
10. د. خليل حسن الشماح **"مبادئ الإدارة مع التركيز على إدارة الأعمال** " دار المسيرة للنشر و التوزيع عمان ، الأردن الطبعة 1 ،1997.
11. د. درويش عبد الكريم، و د. ليلى تكلا **"أصول الإدارة العامة"** القاهرة مكتبة الأنجلو المصرية،1976.
12. د. رشيق رفيق مرعي ، د. فتحي خليل حمدان ، **"مقدمة في بحوث العمليات "**، دار وائل للنشر، عمان الأردن ، الطبعة الرابعة، 2004.
13. د. رفيق قساسم أحمد **"المدخل إلى بحوث العمليات"** مديرية الكتب و المطبوعات، جامعة حلب 1992.
14. د. زياد عبد الكريم القاضي ، "**مقدمة في بحوث العمليات** "، دار المسيرة للطباعة و النشر 2011.
15. د. شعبان محمد الجودي، محمد ماهر **"تنظيم المشروعات و إدارتها القسم النظري"** جامعة البحث 1998.
16. د. صبحي محمد قاسم ، "**مقدمة في بحوث العمليات**" ، الطبعة1 ، عمان ، 1996.
17. د. عادل حسن، **"الإدارة مدخل الحالات** " الدار الجامعية للطباعة و النشر، بيروت، 1984.
18. د. عبد الغفار حنفي ، د. عبد السلام أبو قحف، **"تنظيم إدارة الأعمال"** ، المكتب العربي الحديث الإسكندرية 1999.
19. د. علي حسن و آخرون "**بحوث العمليات و تطبيقاتها في الوظائف المنشأة**" دار زهران ، عمان 1999.
20. د. علي عبد السلام المغزاوي،" **بحوث العمليات في مجال الإنتاج و التخزين و النقل**" ، بيروت دار المعارف الحديثة، 1987.
21. د. عمر و عنائم ، د. علي شرقاوي، **"تنظيم و إدارة الأعمال"** الإسكندرية ، مكتبة الإشعاع، 1981.

22.د. فريد راعب النجار ،" **إدارة الإنتاج والعمليات و التكنولوجيا ، مدخل تكاملي تجريبي** "، مكتبة الإشعاع للطباعة و النشر الإسكندرية، 1997.

23.د. فؤاد الشيخ سالم، و فالح محمد حسن "**بحوث العمليات : نظرية و تطبيق**" عمان : دار مجدلاوي للنشر و التوزيع 1983 .

24.د. م. محمد فهمي حسم، "**بحوث العمليات و ظهورها في اتخاذ القرار**"، مقال منشور في مجلة الإدارة العامة بالرياض، 1997.

25.د. محمد الطروانة، د. سليمان عيبدات ،" **مقدمة في بحوث العمليات أساليب و تطبيقات**" دائرة المكتبات و الوثائق الوطنية، الطبعة الأولى، 1989.

26.د. محمد سالم الصفدي ،" **بحوث العمليات تطبيق و خوارزميات**" ، دار وائل للنشر و التوزيع عمان الأردن ، الطبعة الأولى، 1999.

27.د. محمود محمد و عبد الجليل آدم المنصوري "**الأساليب الكمية لاتخاذ القرارات الإدارية**" بنغازي مطابع الثورة للطباعة و النشر 1989.

28.د. مصطفى أبو بكر، د. مصطفى مظهر "**بحوث العمليات و فعالية اتخاذ القرارات** "، مكتبة عين شمس ، القاهرة، 1997.

29.د. منعم زمزير الموسوي "**اتخاذ القرارات الإدارية: مدخل كمي**" دار اليازوري العلمية للنشر و التوزيع، 1998.

30.د. مهدي زويلف، د. علي العضايلة ، "**ادارة المنظمة نظريات و سلوك**" ، دار المجدلاوي للنشر و التوزيع، عمان، 1996 .

31.د. ناديا أيوب، "**نظرية القرارات الإدارية**" ، الطبعة الثالثة ،منشورات جامعية دمشق بسوريا 1992 / 1993.

32.د. نواف كنعان، "**اتخاذ القرارات الإدارية بين النظرية و التطبيق**" الطبعة 5 دار الثقافة للنشر و التوزيع 1998.

33.ريتشارد برونسون "**بحوث العمليات**" سلسلة ملخصات شوم، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، القاهرة، الطبعة الثالثة 2011.

34.ريشاردر مارغرين"**تنظيم الأعمال**" ترجمة محمد غريز عبد القادر عامر الطبعة الأولى بنغازي جامعة قريونس، 1992.

الأبحاث و الرسائل الغير المنشورة

1. بوكليخة لطيفة "**تخطيط الإنتاج باستخدام البرمجة الدينامكية دراسة حالة** SOITEX"مذكرة الماجستير في العلوم الاقتصادية جامعة تلمسان .2009

2. سالم قاسم حسين الشيخ،" **استخدام شبكات الأعمال و جيرت لترشيد قرارات الإنفاق الاستثماري و موارده في المشروعات الصناعية (دراسة نظرية – تطبيقية)** " أطروحة دكتوره دولة/علوم تجارية، كلية العلوم التجارية تخصص المحاسبة، جامعة وهران (الجزائر).

3. غازي هيفا بعنوان "**صياغة مسألة تمهيد الإنتاج كمسألة البرمجة الديناميكية مع خوارزميات للحل و مثال توضيحي**" مذكرة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه جامعة البعث جمهورية العربية السورية 2011.

قائمة المصادر و المراجع باللغات الأجنبية

1- Abraham, C. Ahuja A.K. Ghash, P. Pakanat, **"Inventory Management using passive RFID Tays : A survey"** university of Takas(2001).
2- Anne Mayère **'Pour une économie de l'information',** CNRS édition, 1990.
3- Bellman R. **"Dynamic Programing"** Princeton University press. (1957).
4- Bellman R. and Dreyfus S. **"Applied dynamic programming"**, Princeton University Press, 1962, p 5.
5- Bellman R. **"Dynamic Programing and inverse Optimal Problems in Mathematical Economics"** Journal of Mathematical Analysis and Application 1970.
6- Bellman R. and Dreyfus S, **"Applied dynamic Programming"** 1967**.**
7- Bellman R. and Kalaba R. **"Dynamic Programing and Modern Control Theory"** Academic Press 1966.
8- Bertsekas D.P. **"Dynamic Programming and Optimal Control"** Athena Scientific Bellmont MA (1995).
9- Budnick Frank S., McLeavey D., Mojena R. **'Principles of Operations Research for Management (Irwin series in quantitative analysis for business'** Richard D. Irwin, 1991.
10- Byron S. and others, **"Introduction to Optimization Theory"**, Prentice Hall Englewood cliffs, N.J, 1973.
11- C. Bussenault, Prétet **"Economie et gestion de l'entreprise "** 2éme et Vuibert librairie 1998.
12- Chandan J. and others, **"Essentials of Linear Programming"**, Vikas Publishing house pvtlid, new delhi, 1994.
13- d.L Charron Separi **"Organisation et gestion de l'entreprise et application"** Dunod Paris 1998.
14- Denardo E., **"Dynamic Programing: Theory and Application"** Englewood Cliffs N.J. prentice-Hall 1995.
15- De Nenfville R. **"Applied systems Analisys"** McGraw-Hill publishing company 1990.
16- S.E Dreyfus, A.M Law **"The Art and Theory of Dynamic Programming"**, Academic Press, New York (1977).
17- Gomory R. E. **"Outline of An Algorithm for integer Solutions to Linear programs"** in R. L. Graves and Philipe Wolfe (eds) Recent Advances in Mathematical Programming, McGraw-Hill Book 1963.
18- H. Ansoff **"corporate strategy"** Penguin Book, Harmonds worth 1983
19- Hadley G. and Whitin T.M **'Analysis of inventory system'** prentice-Hall (1963) .
20- Hadley G., **"Nonlinear and Dynamic Programming",** Addison-Wesley Pub. Co. 1st edi, 1964.
21- Howard R.A. **"Dynamic Programming and Markov Processes"** The technology press of M.t with John Wiley and Sons (1960).

22- Howard R. **"Dynamic probablistic systems"**, Volume II : Semi Markov and Decision process, john Wiley and Sons, Inc, Stanford, 1971.
23- Jean Claude Le Roch **'maitrise de l'informatique par la décision'** Paris, 1998.
24- Kuhn H.W. and Tucker A.W. **"Nonlinear Programming"** proceedings of the second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, University of California Press, Berkeley Calif. 1951.
25- Lapin L**, "Quantitative Methods for Business Decisions**", Harcourt Brace jovanovich, INC, New York.
26- Lawler E.L and wood D.E. **"Branch and Bound Methods, a survey"** operations Research, (July- August 1966).
27- Lucey T, **"Quantitative Techniques, ELBS with DP Publications"**, 1991.
28- Mc Millan C, '**Mathematical Programming'**, John Wiley and Sons, Inc, 1974.
29- Nahmias C.S **'Approximation Techniques for Several Stochastic inventory Models'** comput open(1982).
30- Naylor T. **"A Kuhn- Tucker Model of Multi-Factor Firm Southem economic journal "**April 1975.
31- Naylor H. and Vernon J. **"Microeconomics and Decisions Models of the Firm "** Harcourt Brace and world, Inc., 1969
32- R. Panneerselvam **'Operations Research'**, Prentice-Hall of India Private Limited 2004, p210.
33- Patrice Vizzanova **"Gestion Financière"** ,Berti édition, 1993.
34- Robert Faure, Bernard Lemaire, C. Picouleau, **"Précis de recherche opérationnelle**" 7éme édition , Dunod Paris , 2014.
35- Silver E.A **"Inventory Control under a probabilistic time Varying Demand Pattern"**Alle transactions(1978**)**.
36- Smith NJ **'Engineering projectManagement'** Blackwell scientific 1st edn United Kingdom (1995)
37- Martin K Starr and David W. Miller **"inventory control theory and practice"** prentice-Hall (1962)
38- Hamdy A. Taha **"Operations research: an introduction "** Macmillan Publishing Co, Inc, Now York, 4th edi. 1987.
39- Tersine R.-J. **'Principles of inventory and Materials management'** prentice-Hall (1994).
40- Wagner H. **"Introduction to Dynamic Optimization Models "** chapter8, **principles of Operations Research** Prentice-Hall, 2nd édi. 2008.
41- Wolfe P. and Frank M. **"An Algorithm for Quadratic Programing"**Naval Research Logistics Quarterly (March-June 1956), p 95.
42- Winston Wayne L. **"Operations Research: Applications and Algorithms"** Deterministic Dynamic Programing: chapter 18, Indiana University 4éme édi., Thomson 2004.
43- Yandi A. **"Introduction to Mathematical Analysis for Business and Economics, Brooks"**, Cole publishing company, pacific Grove, California, 1991.
44- Yves Nobert, Roch Ouellet, Régis Parent "**La recherche opérationnelle**" Gaëtan Morin édition, 3 édi 2001.
45- Zipkim PH **"Foundation of inventory management and production planning and scheduling"**Jhon Wiley and sons New York (2000).
46- Zipkin, **"Foundation of Inventory Management"**, The McG raw-Hill/Irwin Boston Mass 2000.
47- Lapin L, **Quantitative Methods for Business Decisions**, Harcourt Brace jovanovich, INC, new York

قائمة الأشكال، الجداول

قائمة الأشكال و الجداول

أولا: أشكال و جداول و ملاحق الفصل الأول:

1.الشكل (1-1): برمجة خطوات عملية، اتخاذ القرار..... 07
2.الشكل(1-2): أنواع القرارات و المشكلات في المستويات الإدارية المختلفة و الفرو قات بين نوعي القرارات..... 12
3. الشكل (1 -3):أساليب عملية اتخاذ القرار..... 21
4.الشكل (1-4):تصنيف أساليب بحوث العمليات..... 28
5.الشكل(1-5) عملية التصنيع..... 37
6.الشكل(1-6) الحالات المختلفة لوصول الطلبية..... 39
7. الجدول(1-1):العلاقة بين نوع القرار و أسلوب اتخاذه..... 15
8.الجدول(1-2):الفرق بين القرارات المبرمجة وغير المبرمجة..... 17
9.الجدول(1-3):الدراسة الميدانية لTurban..... 30
10.الجدول رقم (1-4): الأساليب الكمية الأكثر استخداما في مجال اتخاذ القرار بالشركة..... 32
11.ملحق رقم (1-1) :المشاركة في اتخاد القرار..... 161
12.ملحق رقم (1-2) :دور كل مدير والاختصاص الكمي في مراحل اتخاذ القرار..... 163

ثانيا: أشكال و جداول و ملاحق الفصل الثاني:

1. الشكل (2-1): آلية عمل البرمجة الديناميكية..... 55
2. الشكل (2-2): الحل البياني للنموذج..... 56
3. الشكل (2-3): الحل البياني للنموذج..... 57
4. الشكل (2-4): الحل البياني للنموذج..... 59
5. الشكل (2-5): الحل البياني للنموذج..... 60
6. الشكل (2-6): الحل البياني للنموذج..... 61
7. الشكل (2-7): الحل البياني للنموذج..... 63
8. الشكل (2-8): الحل البياني للنموذج..... 64
9. الشكل (2-9): الحل البياني للنموذج..... 66
10.الشكل (2-10): الحل البياني للنموذج..... 67
11. الشكل (2-11): الحل البياني للنموذج..... 68
12.الشكل (2-12): الهيكل العام للمرحلة في البرمجة الديناميكية..... 76
13.الشكل (2-13): الشكل البياني للمراحل المتتابعة في البرمجة الديناميكية..... 77
14.الجدول (2-1) 92
15.الجدول (2-2) 106
16.الجدول (2-3) : الطلب على الصناديق في المخازن الثلاثة..... 107

قائمة الأشكال و الجداول

ثالثا: أشكال و جداول و ملاحق الفصل الثالث:

1. الشكل (3-1) الهيكل التنظيمي للمؤسسة..... 116
2. الشكل (3-2): الهيكل العام لمشروع البناء..... 119
3. الشكل (3-3): مصفوفة الحل للمرحلة K..... 121
4. الشكل(3-4): إدخالات مرحلة المعطيات..... 124
5. الشكل(3-5): الشكل العام لرسالة شرط التخزين..... 125
6. الشكل(3-6): رسالة إدخال قيمة استطاعة المخزن..... 125
7. الشكل(3-7): الشكل العام للحلول..... 127
8. الشكل(3-8): الشكل العام لزر الانتقال إلى المخطط..... 127
9. الشكل(3-9): الشكل العام لمخطط مخزون – توريد..... 128
10. الشكل(3-10): واجهة الترحيب..... 131
11. الشكل(3-11): واجهة المعطيات..... 131
12. الشكل(3-12): تحميل المعطيات من ملف جاهز..... 132
13. الشكل(3-13): إدخال المعطيات بشكل إفرادي..... 133
14. الشكل(3-14): إدخال الكمية المطلوبة للمرحلة k..... 133
15. الشكل(3-15): إدخال كلفة توريد المرحلة k..... 134
16. الشكل(3-16): إدخال كلفة تخزين المرحلة k..... 134
17. الشكل(3-17): عدم وجود شرط على التخزين..... 135
18. الشكل(3-18): الانتقال إلى المرحلة بالزر: دون شرط على التخزين..... 135
19. الشكل(3-19): الانتقال إلى المرحلة الأولى بالقائمة: دون شرط على التخزين..... 136
20. الشكل(3-20): المرحلة الأولى: دون شرط على التخزين..... 137
21. الشكل(3-21): المرحلة الثانية : دون شرط على التخزين..... 138
22. الشكل(3-22): المرحلة الثالثة: دون شرط على التخزين..... 139
23. الشكل(3-23): المرحلة الرابعة: دون شرط على التخزين..... 139
24. الشكل(3-25) المرحلة الخامسة: دون شرط على التخزين..... 140
25. الشكل(3-26): المرحلة السادسة: دون شرط على التخزين..... 140
26. الشكل(3-27) المرحلة السابعة: دون شرط على التخزين..... 141
27. الشكل(3-28) : المرحلة الثامنة : دون شرط على التخزين. 141

قائمة الأشكال و الجداول

28.الشكل(3-29): المرحلة التاسعة: دون شرط على التخزين..... 142
29.الشكل(3-30) المرحلة العاشرة: دون شرط على التخزين..... 142
30.الشكل(3-31): المرحلة الحادية عشر: دون شرط على التخزين..... 143
31.الشكل(3-32): المرحلة الثانية عشر: دون شرط على التخزين..... 143
32.الشكل(3-33): المرحلة النهائية : دون شرط على التخزين..... 145
33.الشكل(3-34) مخطط مخزون – توريد: دون شرط على التخزين..... 146
34.الشكل(3-35): وجود شرط على التخزين..... 146
35.الشكل(3-36): إدخال قيمة استطاعة المخزن..... 147
36.الشكل(3-37): مرحلة المعطيات: بشرط على التخزين..... 147
37.الشكل(3-38): المرحلة الأولى : بشرط على التخزين..... 148
38.الشكل(3-39): المرحلة الثانية : بشرط على التخزين..... 149
39.الشكل(3-40): المرحلة الثالثة : بشرط على التخزين..... 150
40.الشكل(3-41): المرحلة الرابعة : بشرط على التخزين..... 150
41.الشكل(3-42): المرحلة الخامسة : بشرط على التخزين..... 151
42.الشكل(3-43):المرحلة السادسة : بشرط على التخزين..... 151
43.الشكل(3-44): المرحلة السابعة : بشرط على التخزين..... 152
44.الشكل(3-45): المرحلة الثامنة : بشرط على التخزين..... 152
45.الشكل(3-46): المرحلة التاسعة : بشرط على التخزين..... 153
46.الشكل(3-47): المرحلة العاشرة : بشرط على التخزين..... 153
47.الشكل(3-48): المرحلة الحادية عشرة : بشرط على التخزين..... 154
48.الشكل(3-49): المرحلة الثانية عشرة : بشرط على التخزين..... 154
49.الشكل(3-50): المرحلة النهائية : بشرط على التخزين..... 155
50.الشكل(3-51) مخطط مخزون –توريد : بشرط على التخزين..... 156
51.الجدول(3-1): الشكل العام لجدول النتائج..... 126
52.الجدول(3-2): الاستبيان الإحصائي لأهم مواد البناء..... 129
53.الجدول (3-3) كميات الاسمنت اللازمة للمشروع (طن)..... 130

الملاحق

ملحق رقم [01-01]

المشاركة في اتخاذ القرارات:

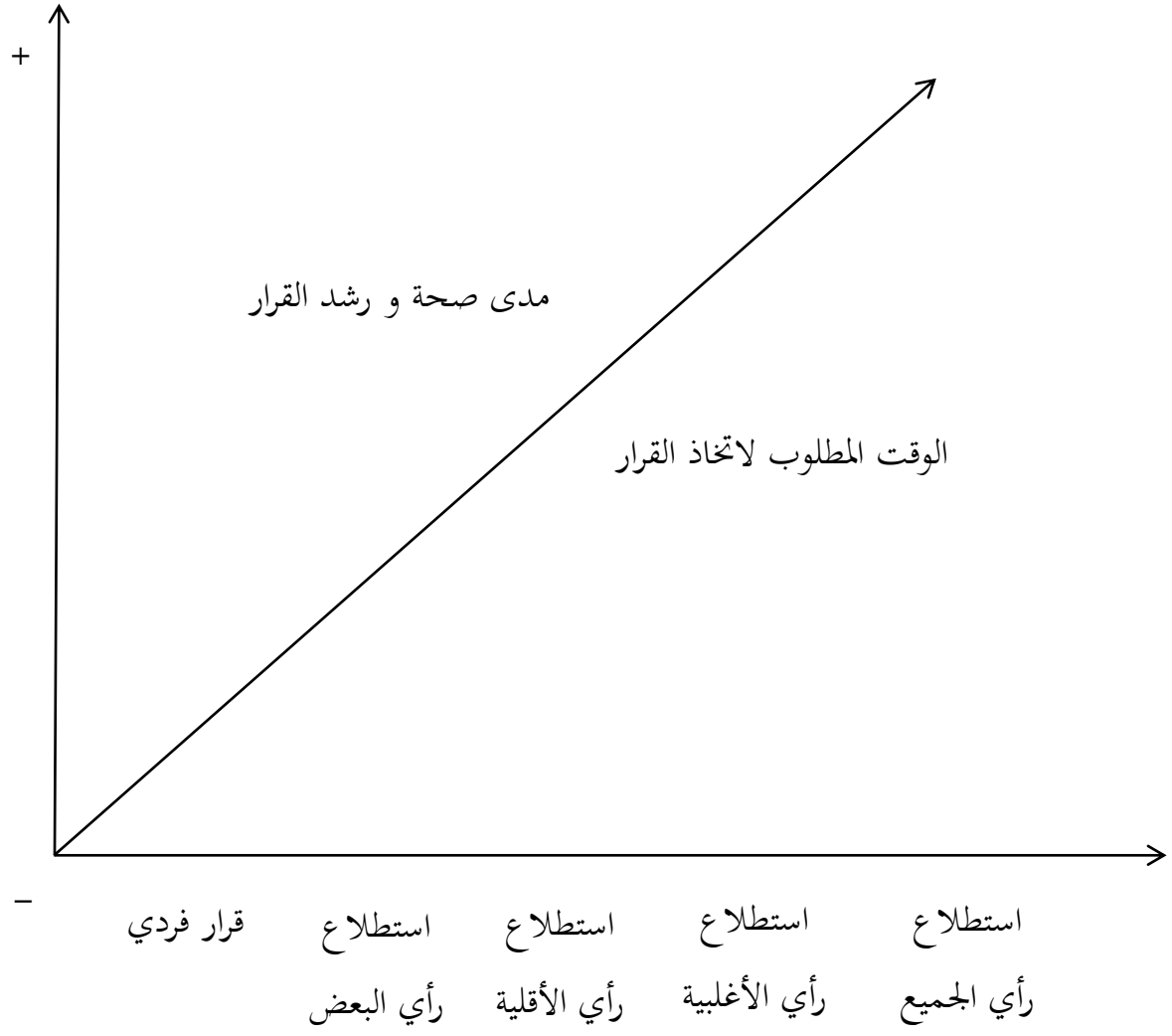
- ✓ مزايا المشاركة في اتخاذ القرارات.
- ✓ تساعد على تحسين نوعية القرار، و جعل القرار المتخذ أكثر ثباتا و قبولا لدى العاملين، فيعملون على تنفيذه بحماس شديد و رغبة صادقة.
- ✓ كما تؤدي المشاركة إلى تحقيق الثقة المتبادلة بين المدير و بين أفراد التنظيم من ناحية، و بين التنظيم و الجمهور الذي يتعامل معه من ناحية أخرى.
- ✓ و للمشاركة في عملية صنع القرارات أثرها في تنمية القيادات الإدارية في المستويات الدنيا من التنظيم، و تزيد من إحساسهم بالمسؤولية و تفهمهم لأهداف التنظيم، و تجعلهم أكثر استعدادا لتقبل علاج المشكلات و تنفيذ القرارات التي اشتركوا في صنعها.
- ✓ كما تساعد المشاركة في اتخاذ القرارات على رفع الروح المعنوية لأفراد التنظيم و إشباع حاجة الاحترام و تأكيد الذات.

و هناك بعض الاحتياطات عند مشاركة الأفراد:

- ✓ إشراف العاملين في الموضوعات التي تدخل في نطاق عملهم، و التي يملكون قدرات و مهارات تمكنهم من المساهمة فيها.
- ✓ تهيئة المناخ الصالح و الملائم من الصراحة و التفاهم، و توفير البيانات و المعلومات اللازمة حتى يتمكن الأفراد من دراستها و تحليلها و تحديد البدائل على أساسها.
- ✓ و أخيرا إعطاء الفرصة المناسبة لعملية المشاركة، مثل الأخذ بالآراء التي يدلي بها الأفراد إذا كانت ملائمة و ذات فائدة عملية و يترتب على تطبيقها نتائج إيجابية تنعكس على فعالية و رشد القرار الذي يتم اتخاذه عن طريق المشاركة.

- ✓ إشراف العاملين في الموضوعات التي تدخل في نطاق عملهم، و التي يملكون قدرات و مهارات تمكنهم من المساهمة فيها.
- ✓ تهيئة المناخ الصالح و الملائم من الصراحة و التفاهم، و توفير البيانات و المعلومات اللازمة حتى يتمكن الأفراد من دراستها و تحليلها و تحديد البدائل على أساسها.
- ✓ و أخيرا إعطاء الفرصة المناسبة لعملية المشاركة، مثل الأخذ بالآراء التي يدلي بها الأفراد إذا كانت ملائمة و ذات فائدة عملية و يترتب على تطبيقها نتائج إيجابية تنعكس على فعالية و رشد القرار الذي يتم اتخاذه عن طريق المشاركة.[1]

الشكل : العلاقة بين أسلوب اتخاذ القرار و مدى رشده



[1]- المصدر: د. عبد المعطي عساف، **"مبادئ الإدارة المفاهيم و الاتجاهات الحديثة "**، مرجع سابق، الأردن، 2000 ص 243.

ملحق رقم [01-02]

دور كل من المدير و الاختصاص الكمي في مراحل اتخاذ القرار:[1]

[1]- المصدر: د. سونيا محمد البكري، **"استخدام الأساليب الكمية في الإدارة"**، مطبعة الإشعاع للنشر و التوزيع، مصر 1997م.

ملخص البحث:

الهدف من هذه الأطروحة هو دراسة وتطبيق إحدى التقنيات الرياضية العلمية الحديثة في اتخاذ القرار وحل مشكلة إدارة المخزون في مشروع بناء.

إن إدارة المخزون يمكن أن تتم بطرق كثيرة كاستيراد كامل الكمية المطلوبة في بداية المشروع أو تأمين كمية الإمداد المرحلية في بداية كل مرحلة...الخ. مما ينتج عنها عدد كبير من الاحتمالات ولكل منها كلفة معينة و لهذا لابد من إيجاد طريقة رياضية تقوم بتحديد الخطة المثلى للإمداد و التخزين و التي تحقق أدنى تكلفة للمخزون في المشروع.

و قد تم استخدام البرمجة الديناميكية لحل هذه المشكلة باعتبارها التقنية الرياضية الحديثة و الفعالة في إيجاد الحل الأمثل، و ذلك عن طريق تجزئتها إلى مشاكل جزئية ثم تقوم بإعادة تركيب هذه القرارات الجزئية و تجميعها للحصول على القرار الأمثل و الرشيد، و هذا لما تكون التقنيات الرياضية التقليدية غير فعالة.

و لحل هذه المشكلة، قمنا بإعداد برنامج حاسوبي بإحدى لغات البرمجة Microsoft Visual Basic 6.0ثم تطبيقه في مشروع بناء سد لشركة SEROR.

كلمات مفتاحية: البرمجة الديناميكية، الطرق الرياضية الحديثة، إدارة المخزون.

Résumé :

Cette recherche est intéressé par l'application de l'une des méthodes mathématiques modern qui consiste en la programmation dynamique dans la prise de décision et de résolution de problèmes de gestion qui est la gestion des stocks dans l'atelier, où l'administration des projets de construction confronte de nombreux problèmes en raison de la complexité de l'opération de la création et du grand nombre d'éléments impliqués dans le processus plus des changements des demandes et des prix d'une période à l'autre.

La gestion des stocks peut être effectuée par plusieurs méthodes, telle que l'importation entière de la quantité nécessaire pour le commencement du projet, par exemple, ou l'assurance de la quantité d'approvisionnement provisoire au début de chaque étape, ou tous résultant de l'installation de ces deux possibilités, et tant que le nombre de ces possibilités est très élevé, donc il est impossible de les tous tester manuellement, et chacune d'elle a un certain coûts, de sorte qu'il était nécessaire d'une méthode mathématique pour atteindre la solution idéale avec un coût minimum de stocks de l'atelier, et d'identifier le plan d'approvisionnement optimale.

Il a été procédé à l'usage de la technique de programmation dynamique pour résoudre ce problème considérée comme une méthode plus efficace pour trouver la meilleure solution, ou la solution la plus proche de la solution optimale, et ce, dans l'espace relativement grands des solutions et lorsque les méthodes mathématiques traditionnelles de l'optimisation soient inefficace.

Un programme informatique a été établi pour résoudre ce problème par l'une des langues de programmation connues qui est : Microsoft Visual Basic 6.0, puis appliqué à l'un des projets de construction (SEROR)de suspension sur les résultats de cette application, et enfin tirer les recommandations pour atteindre le bénéfice optimal.

MOTS-CLES : Programmation dynamique, Méthodes mathématiques modernes, gestion des stocks.

Summary :

This research is interested in the application of modern mathematical methods one of which consists of dynamic programming in decision making and solving management problems is inventory management in the workshop, where the administration of construction projects confronts many problems due to the complexity of the operation and the creation of many elements involved in the process more changes demands and prices from one period to another.

Stock management can be performed by several methods, such as the full import of the amount needed for the commencement of the project, for example, or insurance the amount of temporary supply at the beginning of each stage, or any resulting the installation of these two possibilities, and as the number of possibilities is very high, so it is impossible to test them all manually, and each has a cost, so it was necessary to a mathematical method to achieve the ideal solution with a minimum cost of stocks of the workshop, and identify the optimal supply plan.

This was done with the use of dynamic programming technique to solve this problem regarded as a more effective method for finding the best solution, or the closest solution of the optimal solution, and that, in the relatively large space solutions and when traditional mathematical methods of optimization are ineffective.

A computer program was developed to solve this problem by one of the known programming languages for Microsoft Visual Basic 6.0, and then applied to a suspension of construction projects (SEROR) on the results of this application, and finally draw recommendations to achieve the optimal benefit.

KEYWORDS : Dynamic programming, Modern mathematical methods, Inventory management.