جامعة العربي بن مهيدي –أم البواقي-

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

محاضرات وتطبيقات في مقياس

- نظرية اتخاذ القرار -

الدكتور

سليم العمراوي

محاضرات موجهة لطلبة سنة ثالثة ليسانس اقتصاد كمي

تمهيد

إن الإنسان مهما اختلفت طبيعته ومركزه الاجتماعي والثقافي أو وضعه الاقتصادي والتعليمي فإنه يتخذ نتيجة للفطرة مجموعة من القرارات بصورة مستمرة بعيدا عن المناهج العلمية، من خلال سعيه المستمر من أجل البقاء وممارسة النشاط الإنساني في شتى المجالات مستخدما في ذلك عقله المبدع وتجاربه ومعلوماته وقدرته على الانتقاء والاختيار.

وكما أن الفرد يتخذ قرارات مختلفة في حياته اليومية، فإن عملية اتخاذ القرارات تتغلغل وبصورة مستمرة في نشاط المؤسسة وفي جميع عناصر العملية الإدارية من تخطيط، تنظيم، توجيه ورقابة؛ فالمدير يتخذ في كل مرحلة من مراحل عمله قرارا معينا يتوقف عليه نجاحه ونجاح المؤسسة معا، وتصبح بذلك عملية اتخاذ القرار الإداري أكثر أهمية وأشد خطورة وأبعد تأثيرا كونها لا تتعلق بشخص واحد وإنما عدة أفراد أو جماعات، كما يشمل عدة جوانب منها الفني والمالي والتنظيمي وغيرها من المجالات.

يشهد وقتنا الحاضر ازدياد الاهتمام بالأساليب واستخدامها على نطاق واسع في اتخاذ القرارات كون الأسلوب التقليدي الذي يعتمد على الخبرة الذاتية لمتخذ القرار والتجربة والخطأ أصبح لا يجد ملائمة لاستمراره في عالم المعرفة المتفجرة والمنافسة العالمية والتكنولوجية السريعة الإمداد، أين تكون لمتخذ القرار الخيارات الكثيرة ذات العواقب غير المعروفة، والأحداث الاحتمالية غير اليقينية.

من هذا المنطلق ولتحقيق الأهداف البيداغوجية والمعارف المنشودة تم إعداد هذه المطبوعة، والتي تحتوي على محاضرات وتطبيقات لمقياس نظرية اتخاذ القرار مبسطة للطالب عن طريق الاستشهاد بأمثلة مطبقة، وهي موجهة لطلبة السنة الثالثة علوم اقتصادية تخصص اقتصاد كمي، كما يمكن الاعتماد عليها في الاختصاصات الأخرى التي تهتم بجانب اتخاذ القرار في المؤسسة بغرض المساهمة في جعل قراراتهم أكثر دقة وفعالية.

- **الأهداف البيداغوجية:** تعريف الطالب ببعض الأساليب الكمية المعروفة في مجال اتخاذ وإيضاح مزايا وخصائص كل أسلوب ومجال استخدامها في المؤسسة الاقتصادية، التي تبحث عن دائما عن استشراف دقيق للمستقبل فيما يخص الطلب المتوقع، اتجاه الأسعار، حجم المخزون الأمثل، البديل الاستثماري الأحسن ...الخ، وذلك قصد اتخاذ القرارات السليمة للاستغلال الأمثل للموارد ولتحقيق أقصى الأرباح.
- **المهارات والمعارف المنشودة:** بانتهاء هذا المقرر سوف يكون الطالب قادرا على:
  - الفهم الدقيق للمفاهيم النظرية الخاصة باتخاذ القرار؛
  - تشخيص المشكلة القرارية، ووضع البدائل، وتمييز مخلف حالات الطبيعة المحتملة؛
  - التحكم في تطبيق عدد من التقنيات الكمية في مجال اتخاذ القرار؛
  - المفاضلة بين مختلف التقنيات ومعرف أفضلها لكل مشكلة قرار مطروحة؛
  - التعرف بعض البرمجيات المساعدة على تطبيق مختلف أساليب اتخاذ القرار.

I- اتخاذ القرارات

تحتل عملية اتخاذ القرارات مكانة جوهرية في المؤسسات؛ حيث أصبحت تعلق أهمية كبيرة على هذه العملية بسبب الحقيقة التي مفادها أن القرار الخاطئ له تكلفة، وباعتبار أن كفاءة المؤسسة تتمحور في نوعية القرارات التي يقوم متخذي القرار بصنعها واتخاذها ومدى فعاليتها على أرض الواقع.

1- تعريف اتخاذ القرار: هناك العديد من التعريفات التي أعطيت لمفهوم اتخاذ القرار نذكر منها:

- **التعريف الأول:** هو عملية اختيار بديل واحد من بين بديلين أو أكثر للتعامل مع مشكلة معينة أو موضوع معين.
- **التعريف الثاني:** هو الاختيار الحذر من جانب الإدارة أو متخذ القرار لتصرف معين دون آخر من بين أكثر من تصرف يمكن اختياره.
- **التعريف الثالث:** هو الاختيار الحذر والدقيق لأحد البدائل من بين اثنين أو أكثر من مجموعة البدائل.

من جملة التعريفات السابقة يتضح أن اتخاذ القرار تتمثل في ذلك الاختيار الذي يقوم به المسير المسؤول من بين مجموعة من الاختيارات والبدائل المتوفرة له، وذلك تبعا للعديد من الاعتبارات، ووفقا لهذا التعريف يتضمن أي قرار ثلاث عناصر رئيسية وهي:

- **الاختيار:** إن الاختيار في عملية اتخاذ القرار نسبي، فقد يتوافر لمتخذ القرار حرية واسعة في الاختيار في بعض الظروف، وقد تنعدم تماما في ظروف أخرى.
- **البدائل:** إن العنصر الثاني في أي قرار هو وجود البدائل.
- **الأهداف والدوافع:** العنصر الثالث في أي قرار هو الأهداف والدوافع وتأتي أهمية هذا العنصر من ضرورة استخدام معيار محدد لاختيار القرارات، فالقرارات الإدارية لابد أن تساهم في إنجاز أهداف حقيقية بفاعلية وكفاءة.

2- أهمية ودوافع اتخاذ القرار

2-1- أهمية اتخاذ القرار: تتمثل أهمية اتخاذ القرار فيما يلي:

2-1-1- القرارات الاستراتيجية تحدد مستقبل: ترتبط القرارات بالمدى الطويل في المستقبل، ومثل هذه القرارات يكون لها تأثير كبير على نجاح المؤسسة أو فشلها، فعلى سبيل المثال قرار شركات السيارات اليابانية بإنتاج السيارات الصغيرة، مكن هذه الشركات من النجاح وأدى إلى صعوبة وعدم مقدرة المؤسسات الأمريكية على منافستها.

2-1-2- اتخاذ القرارات أساس لإدارة وظائف المؤسسة: إن الدور الإداري في وظائف المؤسسة يحتوي على مجموعة من القرارات الخاصة بإدارة الجوانب المختلفة لهذه الوظائف؛

فوظيفة الإنتاج مثلا تنطوي على مجموعة القرارات الخاصة بتحديد ماذا تنتج؟ وما هو الحجم الأنسب للإنتاج؟ وما هي الخطة الإنتاجية المثلى؟.

2-1-3- اتخاذ القرارات جوهر العملية الإدارية: يعتبر اتخاذ القرار جوهر كل الوظائف الإدارية من تخطيط وتنظيم وتوجيه ورقابة، حيث:

2-1-3-1- التخطيط: يعرف بأنه عملية اختيار البدائل المتعلقة بالسياسات وإجراءات العمل، أي الطرق المسطرة للوصول إلى الأهداف ويتطلب التخطيط مجموعة من القرارات تتمثل في:

- الأهداف المطلوبة التحقيق من طرف المؤسسة وبالتالي تكون محل اتخاذ قرار؛
- الموارد المتاحة للمؤسسة أو تلك الواجب توفيرها لتحقيق الأهداف؛
- طرق وإجراءات العمل؛
- برامج ومواعيد وطرق التنفيذ من أجل الوصول إلى النتائج المطلوبة.

2-1-3-2- التنظيم: هو الوظيفة التي بموجبها يتم تحديد وحصر الأنشطة الضرورية لتحقيق أهداف المشروع وتوزيع الموارد على الأنشطة والتنسيق بينها عموديا وأفقيا من أجل ضمان نقل المعلومة بينها، وتتضمن عملية التنظيم جملة من القرارات تتمثل في:

- تحديد المرجعية في اتخاذ القرار (مركزية ولا مركزية اتخاذ القرار)؛
- تحديد علاقات العمل بين مختلف الأقسام والإدارات؛
- تحديد المسؤوليات وآليات توزيع العمل بين مختلف المستويات سواء أفقيا أو عموديا؛
- تحديد مسؤولية كل فرد وبالتالي تحديد أسس توزيع العمل على الأفراد؛
- تحديد الوسيلة المناسبة لعملية التنسيق بين مختلف الوحدات والأقسام والإدارات.

2-1-3-3- التوجيه: كما تسمى بوظيفة قيادة الأفراد، وتتمثل المهام الرئيسية للتوجيه في جملة من القرارات التالية:

- الوسائل المتبعة للتحفيز (مكافآت مالية، عطلة، المعاملة الحسنة)؛
- مدى تطبيق الاساليب (طرق العمل المحددة مسبقا)؛
- طرق الاشراف المتبعة.

2-1-3-4- الرقابة: هي الوظيفة الإدارية الأخيرة المؤدية لتصحيح الانحرافات التي تحدث أو الممكنة الحدوث خلال مرحلة التنفيذ، وجملة القرارات التي تؤخذ في إطار هذه الوظيفة هي:

- تحديد النشاطات التي تخضع للرقابة؛
- تحديد نوع المعلومات التي تخضع للرقابة في كل نشاط؛
- تحديد معايير الرقابة (حد أدنى وحد أقصى)؛
- تحديد زمن إجراء الرقابة وزمن إجراء الإجراءات التصحيحية؛
- تحديد الجهة المسؤولة التي تقوم بالرقابة.

II- دوافع اتخاذ القرار

إن القرارات واتخاذها هي عملية روتينية دائمة ومستمرة ملازمة لكل مسؤول على مستواه الشخصي وملازمة لكل مسؤول في كل مستوى من المسؤولية يتواجد فيه ضمن أي تنظيم، والفرق بين القرار الشخصي والقرار التنظيمي يمكن توضيحه من خلال:

1- **القرار الشخصي:** ويتضمن دواعي رفع الحرج عن صاحبه وله دواعي التحسين والتطوير الدائم لمستويات الأداء للإنجاز أهدافه.

2- **القرار التنظيمي:** وهو قرار له دواعي الاستمرار في إنجاز أهداف المؤسسة وفق أساليب محسنة للأداء التنظيمي في اتجاه الأهداف التنظيمية.

وإذا كانت دواعي اتخاذ القرار تختلف بين المؤسسة والفرد إلا أنها تشترك في بعض الأسس الدافعة إلى اتخاذ القرار وهي:

- الاختلاف في النتائج؛ أي وجود اختلاف بين ما تحقق فعلا وما كان من الممكن تحقيقه؛
- شعور الإدارة بوجود اختلاف بين ما تم التخطيط له وما تم انتاجه مثلا؛
- وجود حوافز معينة تدفع الإدارة على القيام بعملية تصحيح الاختلاف الحاصل؛
- وجود الموارد المادية، المالية والبشرية اللازمة لإجراء عملية التصحيح أو تقليل حدة الاختلاف في النتائج.

III- أنواع القرارات

تختلف وتتباين أنواع القرارات التي يمكن اتخاذها على مستوى المؤسسة باختلاف المعايير المعتمدة، ومن بينها نجد:

1- **تصنيف H.Ansoff** : صنف القرارات إلى ثلاثة أنواع أساسية، هي:

1-1- **القرارات الاستراتيجية:** هي تلك القرارات المرتبطة بأهداف طويلة الأجل والسياسات الخاصة بها والمشكلات العامة، مدة هذه القرارات تتجاوز 05 سنوات وتحدد ما سوف تكون عليه المؤسسة في المستقبل مثل حجمها ومركزها التنافسي، وتكون الإدارة العليا هي المسؤولة عن هذا النوع من القرارات كونها تتعلق بالمؤسسة ككل ونادرة التكرار وتتخذ في حالة عدم التأكد.

1-2- **القرارات الإدارية:** هي القرارات الداخلية للمؤسسة، مدتها تكون بين سنة و05 سنوات، تكون متكررة، تتخذ على مستوى الإدارة الوسطى وتهتم هذه القرارات بفعالية وكفاءة الاستخدام والرقابة على الوحدات الإدارية وأدائها في إطار سياسات وأهداف القرارات الاستراتيجية.

1-3- **القرارات العملية:** ترتبط هذه القرارات بالإدارة التنفيذية أو المباشرة التي تتم على المدى القصير (أقل من سنة)، وهي تتكرر بكثرة كونها تعالج الأمور اليومية أو الأسبوعية على مستوى الوظيفة، هدف هذه القرارات هو تحقيق الأهداف المسطرة من طرف المؤسسة

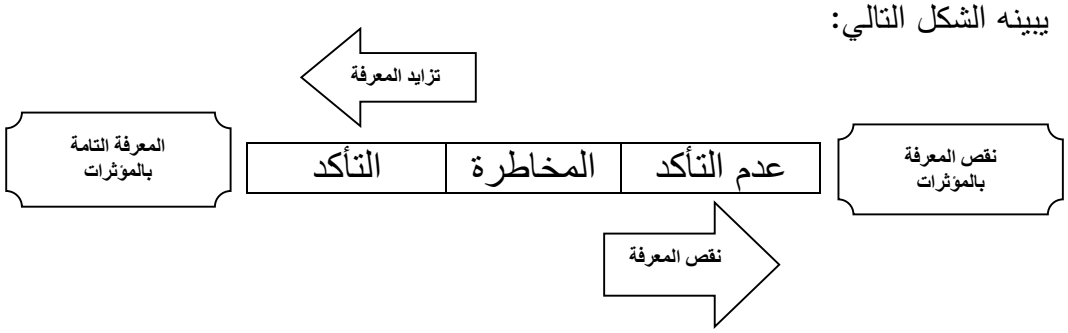
وتتضمن توزيع المهام بين مكونات المؤسسة، تخطيط العمليات، تسيير النشاطات، ومراقبة العمليات الروتينية.

2- **تصنيف H.Simon** : قدم "سيمون" تصنيفا للقرارات على أساس إمكانية برمجتها من عدمها، وبالتالي وفقا له فإن القرارات تتمثل في :

2-1- **قرارات مبرمجة:** تعتبر القرارات مبرمجة، لأن معايير الحكم فيها عادة ما تكون واضحة وغالبا ما تتوافر معلومات كافية بشأنها، ومن السهل تحديد البدائل فيها، ويوجد تأكد نسبي بأن البديل المختار سوف يحل المشكلة بفعالية. وبالتالي هي قرارات روتينية محددة جيدا بها إجراءات معروفة محددة مسبقا للتعامل معها.

2-2- **قرارات غير مبرمجة:** عادة ما تظهر الحاجة إلى اتخاذ هذا النوع من القرارات عندما تواجه المؤسسة مشكلة لأول مرة ولا توجد خبرات مسبقة بشأن كيفية حلها. وتكون القرارات غير قابلة للبرمجة إذا كانت تواجه مواقف مستحدثة أو غير متوقعة، أو إذا كانت تؤدي إلى آثار واسعة المدى، ومن أمثلتها إدخال منتج جديد أو التوسع في أحد الخطوط الإنتاجية أو غيرها من القرارات التي قد تتخذ مرة واحدة في عمر المؤسسة.

3- **أنواع القرارات حسب ظروف صناعتها:** تتضمن البيئة التي يتخذ فيها القرار عددا من الظروف التي تؤثر على نوع القرارات المتخذة، وتختلف درجة المعرفة بظروف القرار وفقا لما يبينه الشكل التالي:



ويمكن تقسيم القرارات بحسب ذلك إلى:

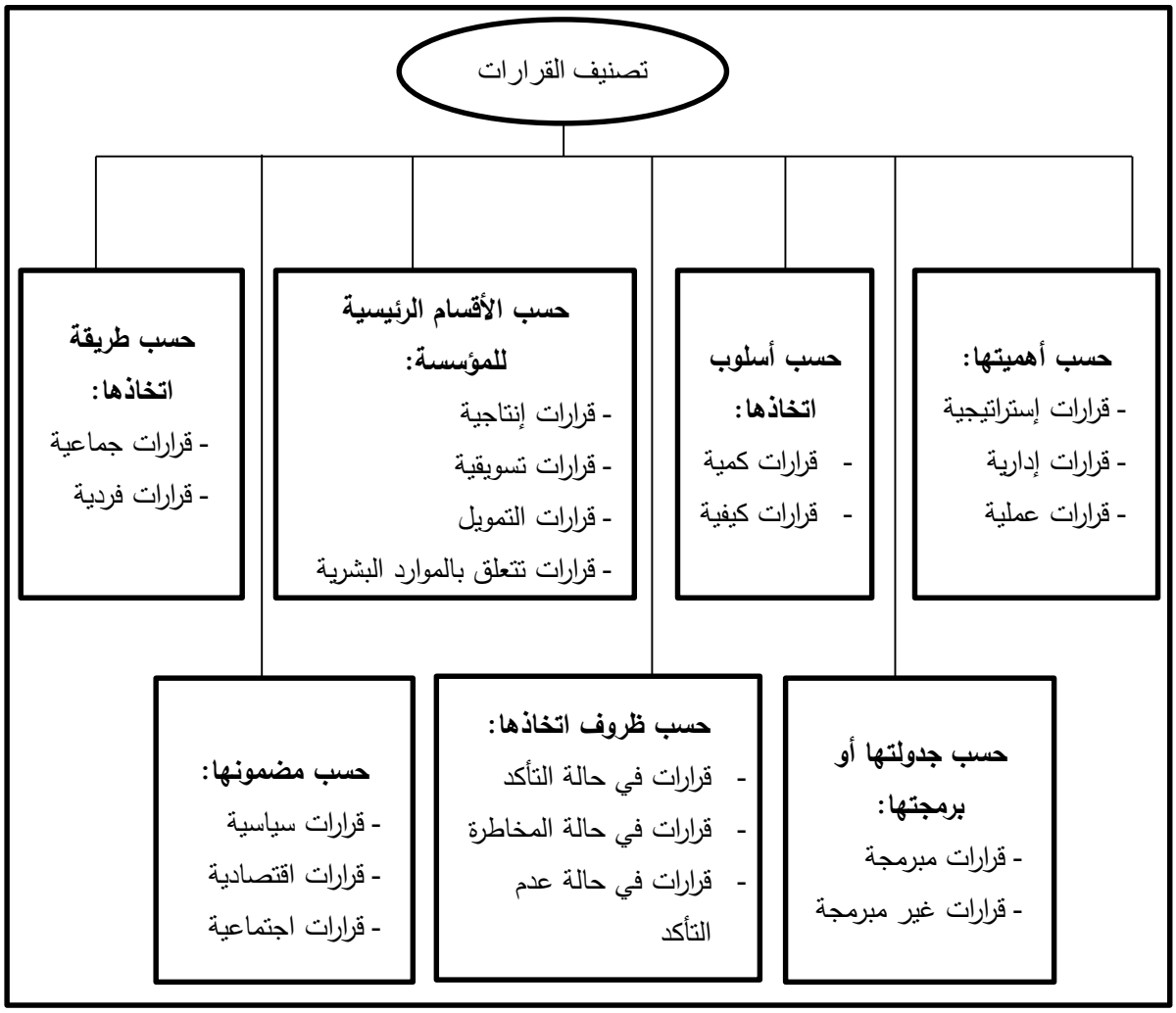
3-1- **القرارات تحت ظروف التأكد التام:** تتخذ هذه القرارات في ظل التأكد التام من الظروف والمتغيرات التي تؤثر في القرار الواجب اتخاذه، وعليه فإن متخذ القرار يعي تماما نتائج القرار وآثاره مستقبلا قبل اتخاذه، وهي نادرة الحدوث في الحياة العملية.

3-2- **القرارات تحت ظروف المخاطرة:** وهي القرارات التي تتخذ في ظل ظروف وحالات محتملة الوقوع، وبالتالي فإن على متخذ القرار أن يقدر الظروف والمتغيرات محتملة الحدوث في المستقبل ودرجة هذا الاحتمال.

3-3- **القرارات تحت ظروف عدم التأكد التام:** وهي القرارات التي غالبا ما تقوم بها الإدارة العليا عندما ترسم أهداف المؤسسة العامة وسياستها، وتكون الإدارة في ظل ظروف لا تعلم فيها

مسبقا بإمكانية حدوثها بصفة تامة، وذلك بسبب عدم توافر المعلومات والبيانات الكافية وبالتالي صعوبة التنبؤ بها.

ويمكن إظهار التصنيفات السابقة وبعض التصنيفات الأخرى وفقا لما يبينه الشكل الموالي:



حيث يبرز الشكل السابق التقيسمات التالية:

تنقسم القرارات من حيث أسلوب اتخاذها إلى:

- القرارات الكيفية والقرارات الكمية.

وفقا للأقسام الرئيسية للمؤسسة إلى:

- قرارات متعلقة بشؤون العاملين؛
- قرارات تتعلق بالإنتاج؛
- قرارات بالتسويق؛
- قرارات بالتمويل.

حسب مضمونها إلى:

- قرارات سياسية، اقتصادية، اجتماعية.

حسب طريقة اتخاذها هناك:

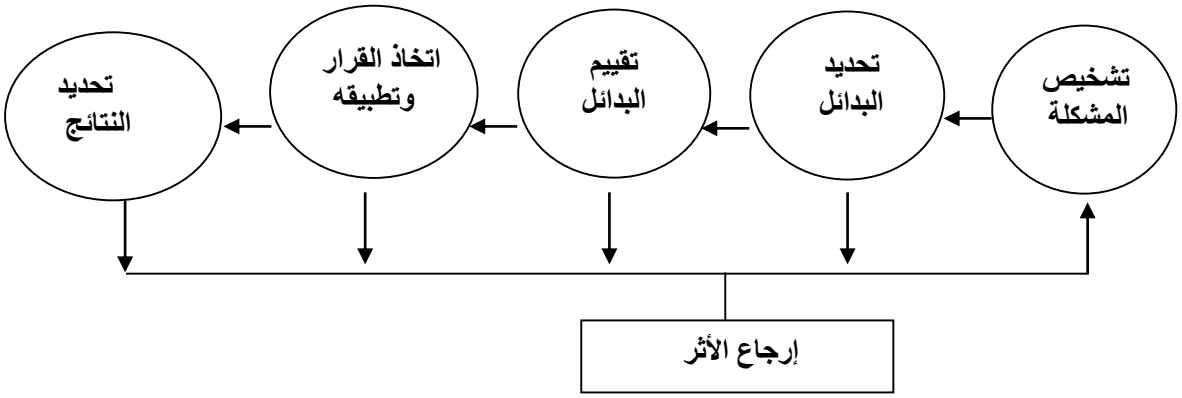
- قرارات فردية؛
- قرارات جماعية.

IV- خطوات صنع القرار

غالبا ما يتم استعمال مصطلحي اتخاذ القرار وصنع القرار للإشارة إلى نفس المعنى، لكن في حقيقة الأمر يوجد فرق واضح بينهما يتمثل في الآتي:

- **صنع القرار:** يتضمن كل مراحل القرار التي تبدأ بتحديد المشكلة أو تحليل أسبابها، وتعيين متغيراتها بما في ذلك جمع البيانات من مصادرها واستعراض الحلول الممكنة وبناء النماذج أو تصميم الحلول والمفاضلة بينهما، ومن ثم اختيار البديل الأفضل أو الأنسب وإصدار قرار به وتنفيذه.
- **اتخاذ القرار:** فهو نظام ينحصر في مرحلة المفاضلة بين البدائل المتاحة في موقف معين، أو هو عملية الاختيار بين حلول بديلة لمواجهة مشكلة معينة واختيار الحل الأمثل بينهما.

وبالتالي فإن عملية اتخاذ القرار هي جزء من عملية أو مرحلة من مراحل عملية صنع القرار، وليس هناك نموذج شامل يتفق عليه الباحثون لمراحل صنع القرارات، غير أنه يمكن الاستناد إلى الشكل الموالي في توضيحها:



الشكل الموضح أعلاه يتضمن المراحل الكبرى لصنع القرار، وهي:

1- **الكشف عن المشكلة وتحديدها:** الخطوة الأولى في عملية صنع القرارات تتمثل في إدراك أو تحسس الإدارة بوجود مشكلة ما، وتعرف المشكلة على أنها انحراف أو عدم توازن بين ما هو كائن وبين ما يجب أن يكون؛ أي أنها عبارة عن الخلل الذي يتواجد نتيجة اختلاف الحالة

القائمة عن الحالة المرغوب في وجودها، وبالتالي فإن تحديد المشكلة يكون في الغالب أهم من حلها.

عند تحديد المشكلة يجب التعمق في دراستها لمعرفة جوهر المشكلة الحقيقي وليس الأغراض الظاهرة التي توحي للإدارة على أنها المشكلة الرئيسية، وهذا التحديد يلعب دورا مهما خاصة وأن فعالية باقي الخطوات تكون مبنية أساسا عليه.

2- **تحديد البدائل الممكنة:** تتمثل هذه المرحلة في وضع الحلول الممكنة للمشكلة المحددة، ويعتمد متخذ القرار في ذلك على خبرته السابقة للمشاكل المماثلة. أما في حالة المشاكل غير الروتينية فيبرز عامل الإبداع لدى المجموعة ومتخذ القرار، حسب الحرية المتوفرة في طرح الأفكار الجديدة على أن تقدم التنبؤات حول نتائج كل بديل للتمكن من المقارنة العلمية الدقيقة عند دراستها لاختيار البديل الأمثل. ويشترط في البديل أن يكون له القدرة على حل المشكلة وأن يكون في حدود الموارد والإمكانات المتاحة.

3- **تقييم البدائل المقترحة:** يتم في هذه المرحلة دراسة البدائل المطروحة وتحليلها وتقييمها واختيار البديل الأمثل، وتعد هذه المرحلة من المراحل الفكرية الصعبة، لأنه يصعب التنبؤ بالنتائج عن كل بديل بشكل واضح وجلي، ويزيد من صعوبة الموقف ضيق الوقت المتاح أمام متخذ القرار وهو ما لا يمكنه من التعمق في دراسة النتائج التي يمكن أن تترتب على كل بديل من البدائل واكتشافها. وهنا يجب أن يتم الأخذ بعين الاعتبار النقاط التالية:

- إمكانية تنفيذ البديل ومدى توافر الإمكانيات المادية والبشرية اللازمة لتنفيذه؛
- التكاليف المالية التي يتطلبها البديل؛
- الانعكاسات النفسية والاجتماعية ومدى استجابة المرؤوسين للبديل؛
- اختيار البديل الذي يؤدي إلى الاستغلال الأمثل لعناصر الإنتاج المادية والبشرية المتاحة بأقل تكلفة ومجهود ممكن ضمن إمكانيات وظروف المؤسسة؛
- اختيار البديل الذي يضمن تحقيق السرعة المطلوبة في حل المشكلة.

4- **اختيار البديل الأمثل:** تعتبر عملية الاختيار النهائي بين البدائل المتاحة لحل المشكلة من أهم الخطوات التي يوليها المديرون اهتمامهم، لكونها صلب عملية صنع القرار، حيث يتم في هذه المرحلة وزن النتائج المتوقعة مع الأهداف المنشودة، وذلك في ضوء نظرة شاملة لأهداف المؤسسة ومحيطها، وليس في ضوء نظرة قاصرة على المشكلة في حد ذاتها أو خاصة فقط بوقت المشكلة.

5- **تنفيذ القرار ومتابعته:** حتى تنجح القرارات المتخذة وتحقق أهدافها، ويقوم متخذ القرار بعملية متابعة مستمرة أثناء خطوات تنفيذ القرارات، وفي حالة ظهور انحرافات يتم الكشف عنها وعن أسبابها واتخاذ الإجراءات المناسبة. والمعلوم أن خطوات عملية صنع القرارات تتبع تسلسل

منتظم بحيث كل قرار يؤدي إلى نتيجة والتي بدورها تصبح وسيلة ضرورية لأخذ قرار آخر، وهذا ما يجعل هذه العملية مستمرة ومتكررة.

V- العوامل المؤثرة على عملية اتخاذ القرارات

تتأثر عملية اتخاذ القرارات بالعديد من العوامل والمتغيرات منها ما يتعلق بالمشكلة ذاتها، ومنها ما يتعلق بالبيئة التي يتم فيها اتخاذ القرار، هذا بالإضافة للعوامل الشخصية المتعلقة بمتخذ القرار، والتي يمكن بيانها على النحو التالي:

1- **العوامل المتعلقة بالمشكلة:** تؤثر المشكلة على عملية صنع القرار وذلك من حيث نوع المشكلة والآثار المترتبة عليها، والأطراف المؤثرة والمتأثرة بها وعلاقتها بغيرها من المشكلات التي يعاني منها التنظيم.

2- **العوامل المتعلقة بالبيئة:** تؤثر البيئة المحيطة بكافة متغيرتها على عملية صنع القرارات، فالبيئة المستقرة تختلف عن البيئة الديناميكية، وظروف الوقت من حيث مدى اتساعه أو ضيقه لها تأثيرها البين على القرار، كذلك مدى التأكد أو عدم التأكد من البيانات والمعلومات المتوفرة في تلك البيئة سواء كانت داخلية أو خارجية، كلها من عوامل البيئة المؤثرة على القرار.

3- **العوامل المتعلقة بشخصية متخذ القرار:** فهناك عوامل تتصل بالنواحي الفسيولوجية كالقدرات الجسمانية والقدرات العقلية وسن متخذ القرار وغيرها.

VI- عناصر صنع ومكونات القرار

1- **عناصر صنع القرار:** تتضمن جميع العناصر الفعالة في إنجاز القرار المراد اتخاذه في مسألة معينة ولذا فإنها عادة ما تتكون من العناصر التالية:

1-1- **صانع القرار:** إن صانع القرار أو متخذه غالبا ما يكون فردا أو جماعة أو منظمة تتمتع من حيث السلطة بقدرتها على اتخاذ القرار وإمكانية إلزام الآخرين بتنفيذه.

1-2- **موضوع القرار:** إن القرار عادة ما يرتبط بمشكلة أو ظاهرة يراد اتخاذ القرار بشأن معالجتها أو تصحيح انحراف أو تعديل سلوك معين إزائها.

1-3- **البدائل المتاحة:** يمثل تحديد البدائل المتاحة لمعالجة المشكلة من أكثر العوامل أهمية في هذا المجال لاسيما أن المشكلة المراد معالجتها في الأغلب لا يتوفر بشأنها بديل واحد، وإنما تتوافر في شأنها العديد من البدائل التي يمكن أن تكون إطارا واضحا للحل أو للمعالجة؛ بحيث أن قدرة متخذ القرار في استقراء المستقبل وتقليص آثار المجهول من شأنه أن يساهم بصورة جلية في تحديد البدائل المتاحة للمعالجة.

1-4- **البيئة المناسبة لاتخاذ القرار:** تلعب البيئة المناسبة لاتخاذ القرار عاملا أساسيا لاتخاذ القرار المناسب، إذ أن البيئة الخارجية والبيئة الداخلية وطبيعة المناخ التنظيمي المراد اتخاذ القرار في إطاره غالبا ما يشكل قاعدة أساسية في تحقيق نجاح القرار المراد اتخاذه.

2- مكونات اتخاذ القرار: يتكون القرار من ثلاث مكونات أساسية تتمثل في:

2-1- البدائل والاستراتيجيات: البدائل المتاحة للمشكلة القرارية.

2-2- حالات الطبيعة: المتغيرات أو المؤثرات الخارجية حالات المستقبل الممكنة الحدوث.

2-3- العائد المتوقع: يجب توفر المعلومات حول الربح المشارك مع كل تشكيلة بين القرار البديل المتاح وحالة الطبيعة الممكنة الحدوث.

العناصر السابقة يمكن ترتيبها في جداول خاصة عادة ما تحمل مصفوفة العوائد أو التكاليف للمشكلة القرارية وتأخذ في الغالب الشكل التالي:

البدائل (A_i)	حالات الطبيعة (Q_i)		
	Q_1	Q_2	Q_3
A_1	X_{11}	X_{12}	X_{13}
A_2	X_{21}	X_{22}	X_{23}
A_3	X_{31}	X_{32}	X_{33}

العوائد أو الأرباح أو التكاليف

VII- أساليب اتخاذ القرار

إن الأساليب المتبعة تتعدد وتتنوع ما بين الصعوبة والسهولة من ناحية الجهد، الكلفة، الوقت، والدّقة، فاستخدامها يتوقف على طبيعة متخذ القرار نفسه ومدى تقديره لصعوبة طبيعة المشكلة، ومدى توافر الإمكانيات اللازمة والمعلومات كمدخلات لاتخاذ القرار، ويعد الحدس والحكم الشخصي من أسهل الاساليب ثم تزداد الصعوبة والتعقيد حتى بلوغ الأساليب الكمية.

ويمكن تصنيف اتخاذ القرارات ضمن نموذجين رئيسين هما:

1- **النموذج النظري (الوصفي) التقليدي:** والذي يسمى أيضا بالنموذج اللاكمي؛ فالقرارات التي تتوصل لها إدارة المؤسسة وفق هذا النموذج غير دقيقة وتتضمن درجة عالية من المخاطرة وعدم الوضوح، وعدم الأخذ بالحسبان التوقيت الزمني الذي يتخذ فيه القرار، بحيث تكون قراراته مبينة على الخبرة والرأي الشخصي وعلى آراء وتخمين متخذ القرار إضافة للتقديرات الشخصية، أي دون الاعتماد على معايير محسوبة.

وسميت بالتقليدية لأنها ظهرت خلال النظم الإدارية القديمة التي كانت تعتمد في اتخاذ القرارات على الفهم، المنطق، الخبرة السابقة، ومن أهم هذه الأساليب نذكر:

1-1- الحكم الشخصي: ويقصد به أن متخذ القرار يعتمد على بديهته ورأيه الشخصي في الموقف أو المشكلة وكذا التقدير السليم لأبعادها، وتقييم المعلومات المتاحة ومن ثم اتخاذ القرار بشأنها. ومن مزايا هذا الأسلوب:

- لا يتطلب الكثير من الوقت، كما أن تكاليفه قليلة؛
- أسلوب فعال في معالجة المشاكل التقليدية (الروتنية المتكررة)؛
- يعطي مجالا واسعا لتسخير واستخراج القدرات الشخصية لمتخذ القرار كما يمنح المرونة في التحرك وحرية أكثر.

أما عيوبه فتكمن في أنه:

- يفتقر للأسس العلمية الصحيحة؛
- لا يمكن تعميمه على المشكلات المماثلة؛
- قد تكون نتائجه سلبية إذا لم يكن المدير ذو قدرات وطاقات إبداعية.

1-2- الخبرة والمعرفة: ويقصد بالخبرة ما يتكون لدى متخذ القرار من معرفة نتيجة للتجارب التي مر بها أثناء أدائه لمهامه، ولا تقتصر الخبرة على خبرة متخذ القرار ولكن يمكنه التعلم والاستفادة من خبرات الآخرين وتجاربهم في حل المشكلات، ويمكن تطبيق هذا الأسلوب على القرارات المتكررة خاصة، كذلك بالنسبة للقرارات البسيطة التي لا تتطلب من متخذ القرار جهدا فكريا لتحليل وتقييم بدائل الحلول واختيار أفضلها.

ومن مزايا هذه الطريقة أنها:

- يتمكن متخذ القرار عن طريقها من دعم خبراته السابقة؛
- تمكن متخذ القرار من الاستعانة بأسلوب المشاهدة من خلال اطلاعه على الأساليب التي يتبعها متخذ القرار الآخرين؛
- تسمح باقتصاد الوقت والتكلفة خاصة إذا كان متخذ القرار قد مر بنفس الموقف سابقا.

أما عيوبها فنوجزها في النقاط التالية:

- يمكن للخبرات السابقة (الفاشلة منها خاصة) أن تؤثر على الحلول المتخذة للموقف الحالي سلبيا؛
- اختلاف المشكلات في وقتها الحاضر عن الماضي خاصة إذا كانت للظروف المحيطة دخل فيها، هنا تصبح الخبرات السابقة بلا فائدة بل يمكن أن يكون تأثيرها سلبيا.

1-3- إجراء التجارب: تبعا لهذا الأسلوب يقوم متخذ القرار بإجراء التجارب حول الموقف آخذا في الاعتبار جميع العوامل الملموسة والاحتمالات المرتبطة بالمشكلة محل القرار، أين يتوصل من خلال هذه التجارب الى اختيار البديل الأفضل معتمدا في الاختيار على خبرته العلمية. ومن مزايا هذا الأسلوب أنه:

- يساعد متخذ القرار على اختيار أحد البدائل المتاحة من خلال إجراء التجارب على كل بديل واجراء التغييرات أو التعديلات على هذا البديل.

أما عيوبه فتكمن في أنه:

- أسلوب باهض الثمن وكثير التكاليف؛
- يتطلب الكثير من الجهد والوقت.

1-4- دراسة وتحليل الآراء والاقتراحات: يتطلب هذا الأسلوب أن يقوم متخذ القرار بدراسة وتحليل الآراء والمقترحات التي يقدمها المستشارون والمتخصصون والتي تساعد في تسليط الضوء على المشكلة محل القرار، ومن مزاياه نذكر:

- يتطلب الكثير من الجهد والوقت.
- يتمكن متخذ القرار من خلال هذا الأسلوب من استنباط العوامل غير المباشرة وغير الملموسة المرتبطة بالموقف أو المشكلة، مما يسمح به باتخاذ البديل الأفضل على ضوء هذه العوامل.

أما عيوبه فتكمن في أنه:

- يتطلب تقسيم المشكلة الى أجزاء صغيرة ودراسة كل جزء منها لوحده، ثم دراسة المشكلة ككل مع الأخذ بعين الاعتبار كل العوامل المؤثرة فيها؛
- تطبيقه يتطلب مشاركة كل من ساهم في صنع القرار.

2- النموذج الكمي المعياري: تبنى القرارات وفق هذا النموذج على الطريقة العلمية لحل المشاكل، ويطلق عليها بالمدخل العلمي، ويعتمد هذا النموذج على الطرق الكمية (الرياضية)؛ بحيث لا يكون للحكم الشخصي دور مهم في عملية التقييم والمفاضلة بين البدائل.

2-1- تطور ومفهوم الأساليب الكمية: ترجع بداية ظهور هذا المدخل إلى المحاولات الأولى التي بذلها رواد الإدارة العلمية في بداية القرن العشرين في إدخال الأساليب العلمية في الإدارة، وتجسد استخدام هذه الأفكار في منتصف الأربعينات والخمسينات، حيث فرضت الحرب العالمية الثانية حاجة ملحة للدقة في توزيع الموارد المهمة لمختلف العمليات العسكرية، وهو ما دعى القيادة العسكرية البريطانية آنذاك إلى تشكيل فريق من المتخصصين بعلم الرياضيات والهندسة والفيزياء والاقتصاد وغيرها من التخصصات العلمية، ومهمة هذا الفريق هي إجراء بحوث في العمليات العسكرية مع تقديم الحلول المقترحة، وقد أحرز هذا الفريق في توزيع أنظمة الرادار والمقاومات الأرضية نجاحا واضحا، وبعد انتهاء الحرب وما تحقق من نجاحات لفريق بحوث العمليات ظهرت الرغبة في اعتماد هذا المدخل خارج الاستخدامات العسكرية.

وما إن جاءت الخمسينات حتى انتشر استخدام هذا المدخل وبشكل واسع في الكثير من منظمات الأعمال وفي مختلف المجالات وبذلك دخل الفكر الإداري مرحلة جديدة تقوم على استخدام أساليب المدخل الكمي في معالجة المشكلات.

ويعرف **أدرسون (Aderson)** وآخرون من المختصين في التقنيات الكمية أن كل من بحوث العمليات وعلم الإدارة والتحليل الكمي، بأنها جميعا تهتم بالمداخل العقلانية لاتخاذ القرارات المرتكزة على الطرق العلمية.

وعرفت أيضا بأنها مجموعة من الطرق والنماذج الرياضية التي من خلالها يتم استيعاب كافة مفردات المشكلة والتعبير عنها بواسطة معادلات أو متباينات رياضية كخطوة أولى نحو معالجتها وحلها.

2-2- أهمية الأساليب الكمية المستخدمة في اتخاذ القرار: تتضح أهمية الأساليب الكمية المستخدمة في اتخاذ القرار في العناصر الآتية:

- المساهمة في تقريب المشكلة إلى الواقع؛
- صياغة نماذج رياضية معينة تعكس مكونات المشكلة؛
- تطبيق هذه النماذج الرياضية في المستقبل خاصة عندما تواجه المؤسسة مشكلة أو موقف مماثل؛
- مساعدة متخذ القرار في تبسيط الكثير من المشاكل المعقدة وتنظيمها بشكل علمي مدروس بعيدا عن الآراء الشخصية، وتجعل احتمالات الوقوع في الخطأ أقل بكثير من استخدام الأساليب الأخرى في اتخاذ القرارات.

2-3- أنواع الأساليب الكمية المستخدمة في اتخاذ القرار:

يمكن تصنيف الأساليب الكمية المستخدمة في ثلاث رئيسية هي:

2-3-1- أساليب التنبؤ: إن التنبؤ باعتباره جزء هام من النشاطات التي تقع مسؤولية القيام بها على عاتق متخذ القرار، فهو يساهم في تخفيض من درجة عدم التأكد فيما تعلق بالمستقبل، ولذا فإن المعلومات التي يوفرها نشاط التنبؤ لا تعتبر حقائق، ولكنها تبين أهم ملامح ذلك المستقبل والتي على أساسها يمكن إعداد وصياغة الخطط والسياسات بكل أنواعها التي تسمح على مواجهة المستقبل، ويتطلب التنبؤ الفعال مزيج من العلم والفن؛ فالخبرة، البديهة والمعرفة الفنية، تلعب جميعا دورا هاما في التنبؤات الملائمة، وتتعدد وتتباين الأساليب المستخدمة في عملية التنبؤ، ومن أمثلتها: السلاسل الزمنية، أساليب الانحدار، أسلوب سلاسل ماركوف.

2-3-2-الأساليب الاحتمالية: أثبتت بعض التطبيقات العملية أن تطبيق نظرية الاحتمالات في مجال اتخاذ القرارات يساعد متخذ القرار في مواقف وحالات عدم التأكد والمخاطرة في تحديد درجة حدوث أحداث معينة تؤثر في تنفيذ القرار أو في تحقيق النتائج المطلوبة (ماضية) ومن هذا المنطلق لجأت الكثير من المؤسسات إلى الاحتفاظ ببيانات تاريخية لنشاطات ومشاكل معينة لتكون معيارا تستندا إليه في حساب الاحتمالات، ومن أهم المعايير التي يمكن استخدامها لقياس الاحتمالات في مجال تخاذ القرارات، تتمثل في الاحتمال الشخصي، الاحتمال الموضوعي، الاحتمال التكراري، ومن أهم الأساليب الاحتمالية نظرية **(T. Bayse)** للقرارات، وشجرة القرارات.

2-3-3-بحوث العمليات: يعرف دانزينغ **(Dantzing)** بحوث العمليات بأنها علم اتخاذ القرارات وتطبيقاته، ومن أهم أساليب بحوث العمليات: البرمجة الخطية، شبكات الأعمال، نظريات الألعاب (المباريات) ، نظرية الصفوف أو خطوط الانتظار، المحاكاة ، التحليل الشبكي، البرمجة الديناميكية...الخ. ومن العوامل التي ساعدت على انتشار أساليب بحوث العمليات في التطبيقات العملية عدة عوامل منها التطور الهائل والسريع في الحاسبات الآلية ونظم وبرامج التشغيل، وزيادة حدة المنافسة بين المؤسسات مما جعلها تلجأ إلي استخدام الطرق والأساليب العلمية التي تساعدها علي تقديم منتجاتها أو خدماتها بالجودة العالية والتكلفة المناسبة.

هناك العديد من الأساليب المستخدمة في بحوث العمليات كل حسب المسألة أو الإشكالية المراد حلها، والجدول التالي يوضح أكثر أساليب بحوث العمليات حسب استخداماتها في المؤسسة الاقتصادية.

الإدارة المالية	إدارة الموارد البشرية	التخزين	النقل والتسويق	الإنتاج وإدارة العمليات	الوظائف / الأساليب
توزيع الموارد الحالية بشكل أمثل	الاستغلال الأمثل للموارد البشرية			تخطيط الإنتاج	**البرمجة الخطية**
		نقل المشتريات من المخزن	تسويق المصانع	تداول بين خطوط الإنتاج	**نماذج النقل**
			تدفق الموارد والسلع	تنفيذ المشاريع	**شبكات الأعمال**
تحديد أفضل الفوائد المستثمرة		تحديد مصدر الشراء الأفضل		طرح منتج جديد	**تحليل القرار**
		تحديد حجم الدفعة الاقتصادية			**السيطرةعلى المخزون**

2-4- **معوقات الأساليب الكمية المستخدمة في اتخاذ القرار:** العائق الرئيسي لاستخدام الأساليب الكمية في أي مؤسسة هو عدم توفر المعرفة بهذه الأساليب، إضافة إلى قلة عدد

المتخصصين وضعف أو فقدان أنظمة المعلومات الإدارية الضرورية في عملية اتخاذ القرار، كما أنعدم توافر التمويل الكافي وعدم توافر البيانات الدقيقة وضعف الاهتمام بالأساليب الكمية لاتخاذ القرارات خاصة في الدول النامية، وذلك يرجع إلى عدم إيمان القيادات الإدارية في هذه الدول بجدوى هذه الأساليب، وإلى نقص الكوادر القادرة على تطبيق الأساليب الإدارية الحديثة، وتخلف نظم المعلومات الإدارية التي تشجع على استخدام هذه الأساليب في اتخاذ القرار.

VIII- سلسلة تطبيقات المحور الأول

- **التطبيق الأول:** أجب عن الأسئلة التالية باختصار:

س1: ما الفرق بين اتخاذ القرار وصنع القرار؟

س2: ما هي الشروط الواجب توافرها لاتخاذ القرار؟

س3: لماذا يعتبر توفر أكثر من بديل واحد عنصرا رئيسيا لاتخاذ القرار؟

س4: ما الفرق بين مفهومي حالة الطبيعة والبدائل المتاحة؟

س5: إلى ماذا تصنف القرارات حسب درجة معرفة للظروف المستقبلية المحيطة بالقرار؟

س6: وضح الفرق بين الأساليب الكيفية والأساليب الكمية المساعدة على اتخاذ القرار؟

س7: اشرح العبارة الآتية " يعتبر اتخاذ القرار جوهر كل الوظائف الإدارية".

- **التطبيق الثاني: أجب بصحيح أو خطأ على العبارات الآتية مع التعليل:**
  - العبارة رقم 1: تطبيق نظرية الاحتمالات في مجال اتخاذ القرارات يساعد متخذ القرار في مواقف وحالات التأكد التام.
  - العبارة رقم 2: صنع القرار ينحصر في مرحلة المفاضلة بين البدائل المتاحة في موقف معين أو هو عملية الاختيار بين حلول بديلة لمواجهة مشكلة معينة واختيار الحل الأمثل بينهما.
  - العبارة رقم 3: يشترط في البديل أن يكون له القدرة على حل المشكلة ولا يشترط فيه أن يكون في حدود الموارد والإمكانات المتاحة.
- **التطبيق الثالث: ضع علامة x أم الإجابات الصحيحة:**

من بين الوظائف الإدارية الاربعة نجد: ☐ التخطيط ☐ الإنتاج ☐ التسويق ☐ التنظيم ☐ التوجيه	صنف H.Ansoff القرارات إلى: ☐ قرارات مبرمجة ☐ قرارات غير مبرمجة ☐ قرارات استراتيجية ☐ قرارات إدارية ☐ قرارات عملية
من مراحل عملية صنع القرار الآتي: ☐ تشخيص المشكلة	أنواع الأساليب الكمية المتبعة لاتخاذ القرار هي أساليب: ☐ الاحتمالية

☐ تحديد البدائل ☐ معرفة حالة الطبيعة المتوقعة مستقبلا ☐ تنفيذ القرار ومتابعته ☐ توفير الموارد الضرورية لتفيذ القرار	☐ التجربة ☐ بحوث العمليات ☐ الحكم الشخصي ☐ التنبؤ
من مزايا أسلوب الحكم الشخصي أنه: ☐ لا يتطلب الكثير من الوقت ☐ تكاليفه قليلة. ☐ يعطي مجالا واسعا لتسخير واستخراج القدرات الشخصية لمتخذ القرار. ☐ يفتقر للأسس العلمية الصحيحة. ☐ يمكن تعميمه على المشكلات المماثلة.	من معوقات استخدام الاساليب الكمية لاتخاذ القرار: ☐ قلة عدد المتخصصين أنظمة المعلومات الإدارية الضرورية ؛ ☐ عدم توافر التمويل الكافي وعدم توافر البيانات الدقيقة؛ ☐ المساهمة في تقريب المشكلة إلى الواقع؛ ☐ صياغة نماذج رياضية معينة تعكس مكونات المشكلة؛ ☐ تسمح باقتصاد الوقت والتكلفة اذا كان متخذ القرار قد مر بنفس الموقف سابقا.

- **التطبيق الرابع: صنف القرارات الآتية حسب الوظيفة الإدارية المناسبة لها:**

- الأهداف المطلوبة التحقيق من طرف المؤسسة.
- برامج ومواعيد وطرق التنفيذ.
- تحديد أسس توزيع العمل على الأفراد.
- تحديد الجهة المسؤولة التي تقوم بالرقابة.
- تحديد السوق المستهدفة
- تحديد المرجعية في اتخاذ القرار
- تحديد المسؤوليات وآليات توزيع العمل بين مختلف المستويات.
- تحديد حجم الإنتاج
- تحديد خط سير العملية الانتاجية
- تحديد زمن إجراء الرقابة وزمن إجراء الإجراءات التصحيحية.
- تحديد سعر البيع
- تحديد معايير الرقابة (حد أدنى وحد أقصى)
- تحديد نوع المعلومات التي تخضع للرقابة في كل نشاط
- درجة تفويض السلطة بين الافراد داخل التنظيم.
- طرق الإشراف المتبعة.
- طرق وإجراءات سير العمل.

- الموارد الواجب توفيرها لتحقيق أهداف المؤسسة.
- الوسائل المتبعة للتحفيز.

- **التطبيق الخامس:** من خلال المثاليين الآتيين أي من البيانات ملائم وأيها غير ملائم؟

- تمتلك إحدى المؤسسات قاعة غير مستغلة وترغب المنشأة بتأجيرها كقاعة رياضية بأجرة سنوية قدرها 20000 وحدة نقدية أو كقاعة عرض أزياء بأجرة سنوية قدرها 18000 وحدة نقدية.
- على فرض أن المؤسسة لديها مخزون مواد أولية مشتراة منذ سنة بمبلغ 5000 وحدة نقدية والمنتج المتعلق بهذه المواد قد تم توقيف إنتاجه، وترغب المؤسسة بالتصرف بهذه المواد إما ببيعها بهيئتها الحالية بسعر 3000 وحدة نقدية أو إجراء عملية تصنيع إضافية تكلفها 2000 وحدة نقدية ولكن يمكن بعدها أن تبيع المخزون 6000 وحدة نقدية.

استنتج الاعتبارات التي يجب توفرها في البيانات الخاصة بالبدائل المختلفة حتى تكون ملائمة.

- **التطبيق السادس:** شركة بترول تملك قطعة أرض وتتوقع الشركة أن تحتوي الأرض على 500000 برميل أو 200000 برميل أو 50000 برميل أو لا تحتوي على بترول مطلقا.

تريد الشركة أن تأخذ قرارا يخص حالة من الحالات التالية:

- تقوم بأعمال التنقيب.
- تبيع الأرض مقابل 2500000 دولار.
- تسلم الأرض لشركة أخرى لتربح 10 دولار عن كل برميل منتج.

إذا علمت أن عملية التنقيب تكلف الشركة 1500000 دولار وعملية استخراج البترول تكلف 10 دولار للبرميل الواحد ويباع البرميل بـ 30 دولارا للبرميل.

المطلوب:

- ✓ ما هي استراتيجيات وحالات الطبيعة المتعلقة بالشركة؟
- ✓ كون جدول مصفوفة الأرباح للشركة.

I- مدخل نظري لأسلوب البرمجة الخطية

إن أسلوب البرمجة الخطية هو أحد الأساليب الهامة في اتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد التام، وتعتبر مسائل البرمجة الخطية إحدى مسائل التفضيل "**Optomization Problems**" وتعتبر أيضا من مسائل بحوث العمليات **"Opérations Research"**، إذ ولدت من رحم الحرب العالمية الثانية على يد فريق من العلماء برئاسة الأستاذ **"P. Blackett"**، وذلك بطلب من الإدارة العسكرية الإنجليزية، وإلى العالم دانزينغ **(Dantzing)** الذي اكتشف خوارزمية السمبلكس ذات الإمكانيات المتقدمة في حل مشاكل البرمجة الخطية، هذا بالنسبة لاستخدام علم بحوث العمليات الحربية في بريطانيا، وقد استخدمت أول مرة من طرف شركات البترول الأمريكية في تخطيط الإنتاج.

بعد الحرب العالمية الثانية تشجع رجال الأعمال الذين كانوا يبحثون عن حلول لمشاكلهم على إدخال هذا العلم في إدارة المشاريع الاقتصادية، ولقد تطور استعمال هذا العلم تطورا ملحوظا خاصة في ظل تزامنه مع التطور العلمي الكبير الذي تم إحرازه في مجال الحسابات الآلية.

1- مفاهيم ومصطلحات أساسية: يعد نموذج البرمجة الخطية من أبسط وأسهل النماذج الرياضية التي يمكن الاستعانة بها لمعالجة القرارات التي قد تواجه المؤسسة، وتهدف عموما إلى حل المسائل أو المشاكل بتعيين التوليفة المثلى للإنتاج، وتحديد التخصيص أو التوزيع الأمثل لمجموعة من الموارد المحدودة (اليد العاملة، الآلات، المواد الأولية، رؤوس الأموال وغيرها)، وذلك لتحقيق هدف محدد (تعظيم النتيجة كالربح أو تخفيضها كالتكاليف).

1-1 – مفهوم البرمجة الخطية: لقد شهدت البرمجة الخطية العديد من التعريفات من بينها نذكر:

- **التعريف الأول:** "هي طريقة رياضية تمكن من التوصل إلى أفضل الحلول الممكنة لمجموعة من المشاكل، التي تتوافر فيها شروط رياضية معينة".
- **التعريف الثاني:** "هي طريقة رياضية فعالة للاختيار الخطة المثلى، فهي إجراء للبحث عن الحل الأفضل لمشاكل الأعمال التي تتضمن تفاعل متغيرات متعددة، والتي تشمل اختيار أفضل مزيج للموارد التي تؤدي إلى أقصى الأرباح أو أقل التكاليف".

من التعاريف السابقة نستخلص أن النموذج الخطي هو:

- أسلوب كمي وطريقة رياضية، تهدف إلى إيجاد الطريقة المثلى لاستخدام الموارد المحدودة؛

- يحقق أحسن استعمال للموارد المتاحة، ويكون ذلك من خلال تزويد الإدارة بالمعلومات اللازمة والكافية، التي تمكنها من اتخاذ قرارات أكثر فعالية فيما يتعلق بمواردها المحدودة؛
- يهدف إلى تعظيم أو تدنية الكميات، عادة ما تكون الأرباح أو التكاليف.

1-1- مصطلحات أساسية: لكي نتمكن من فهم البرمجة الخطية سوف تصادفنا بعض المصطلحات التي لا بد أن نقف عندها، ولو بنوع من الإيجاز لنعرف معناها وفحواها.

1-2-1- الأمثلية: هي الوصول إلى أعظم قيمة للدالة الاقتصادية أو أدنى قيمة لها حسب الحالة في وجود مجموعة من القيود.

1-2-2- الخطية: فتعني أن جميع متغيرات دالة الهدف وكذلك القيود هي من الدرجة الأولى، وفي الحالة التي تكون المتغيرات من الدرجة الثانية فحينها نحن نتكلم عن البرمجة الغير خطية.

2- عناصر نموذج البرمجة الخطية: إن بناء النموذج الرياضي لأي مشكلة لابد أن يشمل عدة عناصر هي:

2-1- المتغيرات: وتسمى متغيرات القرار، بتحديد قيمها نصل إلى الهدف المنشود أكبر ربح أو أقل تكلفة للمسألة المدروسة، ويشترط أن تكون غير سالبة، كما تخضع هذه المتغيرات لنوع معين من القياس، أي يعبر عنها بصورة كمية، ونرمز لهذه المتغيرات بـ $(X_1, X_2, X_3, ..., X_n)$ حيث n عدد المتغيرات في المسألة المدروسة.

2-2- صياغة دالة الهدف: هي دالة رياضية تمثل الهدف الذي تريد المؤسسة الوصول إليه وتحقيقه، كتحقيق أكبر ربح أو أدنى تكلفة ممكنة ويكون الشكل العام لهذه الدالة وتصنف الأهداف التي تعالجها البرمجة الخطية إلى مجموعتين:

2-2-1- المجموعة الأولى: تحتوي على حالة التعظيم لدالة الهدف، كأن نسعى إلى تحقيق أكبر ربح ممكن أو توفير أعظمي للوقت والجهد أو زيادة الدخل القومي إلى أقصى حد ممكن، وسنرمز لدالة الهدف بحرف كبير Z وهدفها يكون MAX أي:

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + ... + C_nX_n \rightarrow MAX$$

$$Z = \sum_{J=1}^{n} C_J X_J \rightarrow MAX$$

أي بالشكل المختصر:

حيث X_J : متغيرات القرار، و C_J : الربح الوحدوي لـ X_J .

2-2-2- المجموعة الثانية: تدنية دالة الهدف كأن نسعى إلى تخفيض التكاليف إلى أدنى حد ممكن، أو تقليل الخسائر قدر الإمكان، وتكتب دالة الهدف كالتالي:

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + C_nX_n \rightarrow MIN$$

أي بالشكل المختصر: $Z = \sum_{J=1}^{n} C_J X_J \rightarrow MIN$

2-3- وضع القيود: تفرض هذه القيود قيودا على ما يمكن تخصيصه من الموارد المتاحة لتحقيق هدف معين (مثل: ما يمكن إنتاجه من المنتوج، ما يمكن بيعه، ما يمكن نقله من مصنع معين، الكميات الدنيا والقصوى الواجب تسليمها إلى مستودع معين أو غير ذلك)، وتأخذ القيود الأشكال التالية:

2-3-1- الشكل الأول: $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \leq b_i \qquad i = 1,2,\ldots\ldots\ldots,m.$

إذا كانت دالة الهدف من نوع تعظيم MAX.

2-3-2- الشكل الثاني: $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \geq b_i \qquad i = 1,2,\ldots\ldots\ldots,m.$

إذا كانت دالة الهدف من نوع تدنية MIN.

الشكلين الأول والثاني يطلق عليه الشكل القانوني (**Canonique Forme**) لنموذج البرمجة الخطية.

2-3-3- الشكل الثالث: $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j = b_i \qquad i = 1,2,\ldots\ldots\ldots,m.$

سواء كانت دالة الهدف تعظيم MAX أو تدنية MIN .

الشكل الثالث يطلق عليه الشكل المعياري **(Forme Standard)** لنموذج البرمجة الخطية.

2-3-4- الشكل الرابع: $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \left\{ \begin{matrix} \leq \\ = \\ \geq \end{matrix} \right\} b_i \qquad i = 1,2,\ldots\ldots\ldots,m.$

سواء كانت دالة الهدف تعظيم MAX أو تدنية MIN .

الشكل الرابع يطلق عليه الشكل المختلط **(Forme Mixte)** لنموذج البرمجة الخطية.

حيث أنه في كل الأشكال السابقة:

- **n:** عدد المتغيرات في النموذج الخطي؛
- **m:** عدد قيود المسألة (عدد الشروط الخطية)؛
- **a_{ij}:** أعداد حقيقية (معاملات)؛
- **b_i :** أعداد حقيقية تعبر عن الموارد المتاحة أو المتطلبات اللازمة لكل قيد من قيود المشكلة، ويجب أن تكون موجبة.

2-4- شرط عدم السلبية: يشترط على المتغيرات أن تكون غير سالبة أي $(x_j \geq 0)$ في جميع النماذج لأنها جميعها تعبر عن كميات إنتاج، والكميات لا يمكن أن تكون سالبة.

3- **الشكل العام للنموذج الخطي:** إن أول خطوة في استخدام هذه التقنية هي بناء النموذج، وبشكل عام يكتب البرنامج الخطي في حالة التعظيم كما يلي:

$$\textbf{Max } Z_p = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + \ldots\ldots c_n x_n$$

S/c

$$\begin{cases} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_3 + \ldots\ldots + a_{1n} x_n \leq b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_3 + \ldots\ldots + a_{2n} x_n \leq b_2 \\ a_{31} x_1 + a_{32} x_2 + a_{33} x_3 + \ldots\ldots + a_{3n} x_n \leq b_3 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + a_{m3} x_3 + \ldots\ldots + a_{mn} x_n \leq b_m \\ x_1 , x_2 , x_3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots x_n \geq 0 \end{cases}$$

حيث أن:

- **Max:** تعني تعظيم (***Maximisation***) أي جعل الدالة (Z) في أعظم قيمة لها.
- $x_1 , x_2 , x_3 \ldots\ldots x_n$: هي متغيرات البرنامج والمطلوب البحث عن قيمتها ويشترط أن لا تكون سالبة كما يشير إلى ذلك القيد الأخير.
- $c_1 , c_2 , c_3 \ldots\ldots\ldots c_n$: معاملات الدالة المراد تعظيمها، وتسمى معاملات دالة الهدف.
- $a_{11} , a_{12} , a_1 \ldots a_{1n}$: هي معاملات القيود.
- $b_1 , b_2 , b_3 \ldots\ldots b_n$ *:* شعاع الثوابت ويشترط أن تكون قيمة موجبة.
- **S/c** *:* تعني تحت القيود " **Sous les Contraintes** " أي تعظيم دالة الهدف في حدود الطاقات المتاحة المعبر عنها بمعادلات أو متراجحات.
- أما في حالة التدنية تتحول الإشارة في القيود من (≤) إلى (≥) حيث تعني (Min) تدنية أي (**Minimisation**).

II- البرمجة الخطية وتحليل الحساسية للطريقة البيانية (Graphical Method)

1- خطوات الحل باستخدام الطريقة البيانية: تعد هذه الطريقة من أسهل الطرق المستخدمة لحل أسلوب البرمجة الخطية، وتمتاز بكونها تعالج المشكلات البسيطة؛ أي في حالة وجود متغيرين اثنين فقط. وتعتمد هذه الطريقة على الرسم البياني لمتغيرات المشكلة في إطار الإحداثيات الأفقية والعمودية، ويمكن توضيح الخطوات الرئيسة للحل وفقا للآتي:

- صياغة المشكلة بشكل رياضي بالنسبة لدالة الهدف والقيود؛
- اعتبار المتباينات في حالة مساواة، ومن ثم يتم تمثيل القيود بشكل بياني؛
- المضلع الناتج عن تقاطع أنصاف المستويات يمثل منطقة الحل المقبول والذي يتمثل بالمساحة المحاطة بالقيود التي تحقق الحل الملائم لكل القيود وتحقق دالة الهدف.
- تحديد قيمة دالة الهدف في النقاط المتطرفة في منطقة الحل المقبول والتي تحقق القيمة العظمى أو الصغرى لدالة الهدف.

2- تحليل الحساسية للطريقة البيانية: قبل التطرق لخطوات تحليل الحساسية للطريقة البيانية من المهم معرفة مفهوم تحليل الحساسية للبرمجة الخطية.

2-1- مفهوم تحليل الحساسية: يمكن تعريف تحليل الحساسية على أنها "عملية تتم بعد الوصول إلى الحل الأمثل للبرنامج الخطي، حيث تحدد حساسية الحل الأمثل أي معالجة الانحرافات الممكنة، في حالة إحداث تغييرات أو بعض التغييرات على البرنامج الأصلي".

من خلال هذا التعريف يمكن استخلاص ما يلي:

- عملية تحليل الحساسية تتم بعد الوصول إلى الحل الأمثل؛
- نقوم بعملية تحليل الحساسية عندما يكون هناك تغيير في البرنامج الأصلي؛
- لا يجب حل البرنامج الأصلي كلما طرأ تغيير عليه للوصول إلى الحل الأمثل الجديد؛
- تعتبر عملية تحليل الحساسية جزءا مكملا لحل نماذج البرمجة الخطية وأي نموذج لبحوث العمليات ويكسبها صفة الديناميكية.

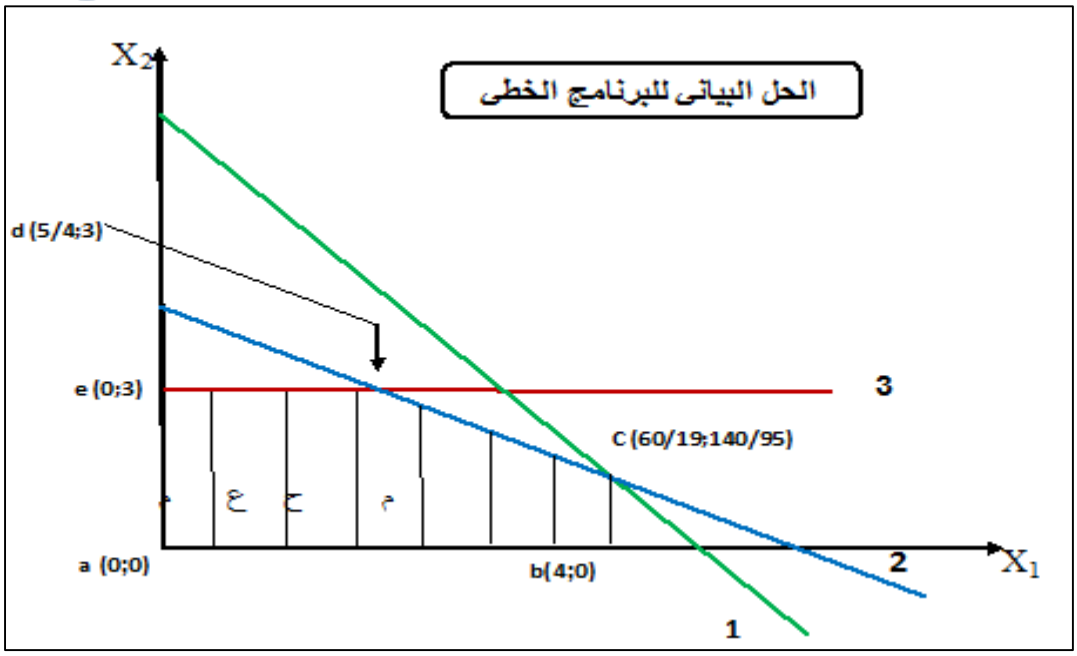
2-2- خطوات تحليل الحساسية للطريقة البيانية: قبل الشروع يجب معرفة أنواع القيود المشكلة للبرنامج الخطي في المثالث التطبيقي الآتي:

- **مثال تطبيقي:** نستعين بحل البرنامج الخطي الموالي بالطريقة البيانية للقيام بعملية تحليل الحساسية للطريق البيانية.

$$\text{Max } Z_p = 2x_1+3x_2$$

$$\text{S/c} \begin{cases} 7x_1+4x_2 \leq 28 \\ 4x_1+5x_2 \leq 20 \\ x_2 \leq 3 \\ x_1 , x_2 \geq 0 \end{cases}$$

- **الحل البياني للبرنامج الخطي:** بعد كتابة البرنامج على الشكل المعياري وذلك بتحويل المتراجحات إلى معادلات يتم تمثيلها بيانيا على معلم فنتحصل على الشكل التالي:



بعد التمثيل البياني نجد منطقة الحلول الممكنة التالية: (abcde)، وفي إحداثيات النقاط المتطرفة أي الأركان نجد أن الركن الذي يتحقق عنده أكبر ربح هو الركن d حيث:

($Zp=46/4$; $X_1=5/4$; $X_2=3$).

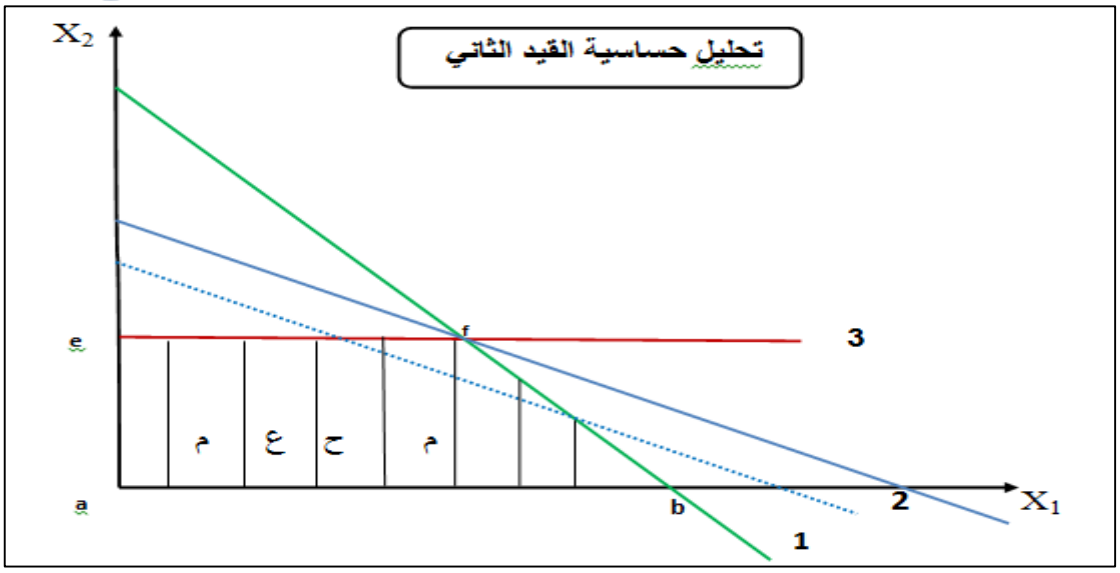
2-2-1- معرفة أنواع القيود: حسب الشكل السابق يمكن أن نستنتج أنواع القيود التالية:

- **قيود ملزمة:** هي القيود التي تمر بنقطة الحل الأمثل؛ وتعتبر هذه القيود نادرة لأنها استعملت بشكل كامل في العملية الإنتاجية وفي المثال السابق يعتبر القيد2 والقيد3 قيدان نادران.
- **قيود غير ملزمة:** هي القيود التي لا تمر بركن الحل الأمثل وتعتبر هذه القيود متوفرة لأنها لا تستعمل بشكل كلي في العملية الإنتاجية وفي المثال السابق القيد1 قيد متوفر.

2-2-2- تحليل حساسية الموارد: في دراسة حساسية الطرف الأيمن نكون مهتمين بمعرفة مقدار الزيادة في المورد النادر من أجل تحسين الحل، وكذلك تحديد مقدار التخفيض في المورد الفائض دون التأثير على الحل الأمثل، واستعمال هذا الفائض في مجالات أخرى.

في تحليل الحساسية للموارد بيانيا يتم التعامل مع كل قيد على حدى وذلك لصعوبة الجمع بين مجموعة من القيود (الموارد)، وبما أن القيدين 2و3 نادرين نكتفي بالتطبيق على أحدهما وليكن القيد 2 مع دراسة القيد 1 كقيد فائض وكلا على حدى.

- **بالنسبة للقيد 2:** حسب ما هو موضح في الشكل الموالي يبين أنه كلما زدنا في المورد 2 يتحرك القيد 2 إلى اليمين وصولا إلى النقطة f، وعند الوصول إلى النقطة f يصبح القيدين 1و3 ملزمين بمعنى قيدين نادرين مع حل أمثل عند f ومنطقة حلول ممكنة جديدة (abfe).



ويتم حساب مستوى الزيادة المسموح بها كالآتي:

- إيجاد إحداثيات النقطة f وذلك بحل جملة معادلتي القيدين1و3.

$$\begin{cases} 7X_1+4X_2=28 \\ X_2=3 \end{cases} \Rightarrow 7X_1=16 \Rightarrow X_1=16/7$$

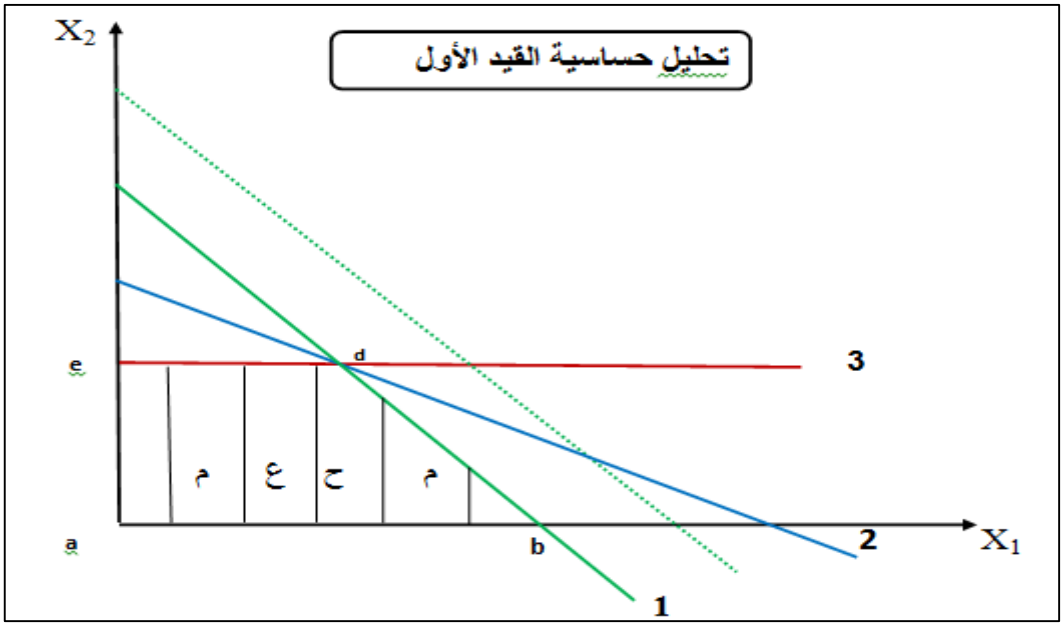
ومنه إحداثيات النقطة f هي (3;16\7).

- يتم تعويض إحداثيات النقطة f في الطرف الأيسر للقيد الثاني $(4X_1+5X_2=20)$ فنجد:

$4(16/7)+5(3)=(64/7)+15=196/7=24,14$

ومنه فإن أقصى زيادة مسموح بها هي: 20-24,14 =4,14

- **بالنسبة للقيد1:** فهو قيد متوفر وكما هو موضح في الشكل أدناه كلما خفضنا في المورد1 يتحرك القيد نحو اليسار إلى غاية النقطة d دون التأثير على الحل الأمثل.



ويتم حساب مستوى التخفيض المسموح به كالآتي:

بالتعويض بإحداثيات النقطة d (3 ; 5/4) في القيد01 نجد:

7(5/4)+4(3)=83/4=20,75

ومنه قيمة التخفيض هي: 28-20,75= **7,25**

2-2-3- تحليل حساسية الترتيب: تحت ظل الموارد المالية المتاحة يمكن معرفة المورد الذي يمكن إعطاؤه الأولوية عند توزيع الموارد المالية من أجل زيادة الموارد المستعملة في العملية الإنتاجية، ولأجل ذلك يجب حساب قيمة الوحدة للمورد حيث يقصد بقيمة الوحدة للمورد "القيمة التي ترتفع بها القيمة المثلى لدالة الهدف عندما يرتفع المورد النادرة بوحدة واحدة" ويمكن حسابها وفق القانون التالي:

قيمة الوحدة للمورد=(أقصى تغير في أمثلية دالة الهدف)/ (أقصى زيادة مسموح بها للمورد)

بالرجوع إلى المثال السابق نجد:

- **بالنسبة للقيد02:** قيمة الوحدة هي:

((95/7-(46/4))) / (24,14-20) = **0.5**

✓ **بالنسبة للقيد 03:** قيمة الوحدة هي:

(12- (46/4)) /(1) = **0.5**

من خلال النتيجة المتحصل نلاحظ أن قيمة الوحدة لكلا القيدين متساوية وعليه يمكن إعطاؤهما نفس الأولوية في توزيع الموارد المالية.

2-2-4- تحليل حساسية معاملات الهدف: إن التغيير في معاملات دالة الهدف يمكن أن يحدث كالتالي:

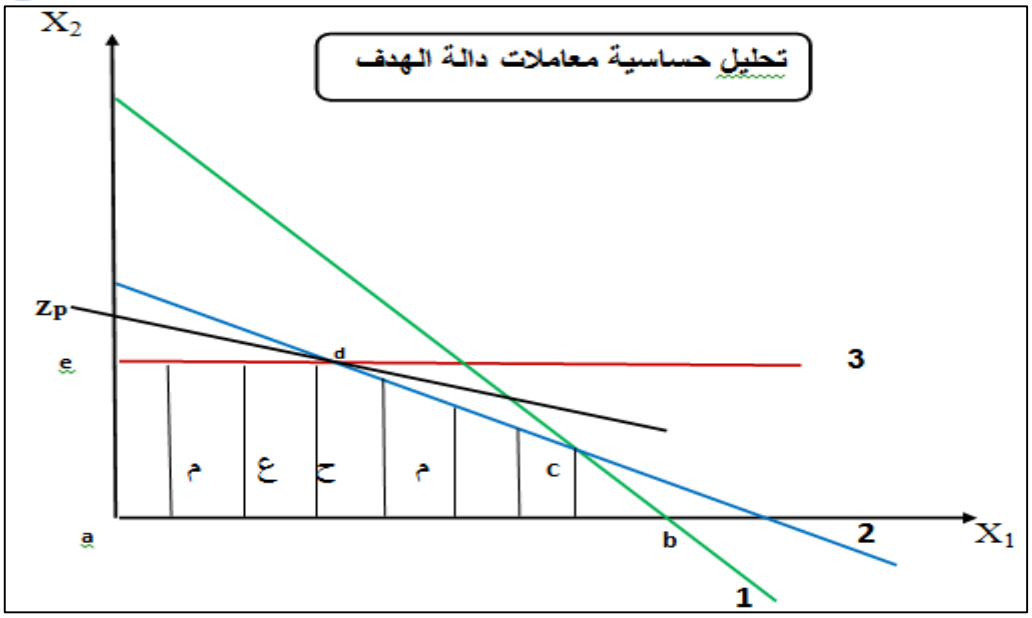
- تغيرات في معاملات الهدف دون التأثير على الحل الأمثل؛
- تغيرات في معاملات الهدف بحيث تتأثر الموارد من الندرة إلى الوفرة والعكس صحيح.

بفرض أن C_1 هو معامل X_1 و C_2 هو معامل X_2 يمكن كتابة دالة الهدف كالتالي:

$$Z_P=C_1X_1+C_2X_2$$

وبحسب الشكل الموالي نلاحظ أن d نقطة الحل الأمثل في الفترة التي يبقى فيها ميل الخط الموازي لدالة الهدف يتغير بين ميلي القيدين 2و3،

من الشكل كذلك يمكن أن نلاحظ أن الزيادة في قيمة C_1 حتى الخط الموازي لدالة الهدف يلامس القيد 2 أو يمكن أن تخفيضها حتى الخط الموازي لدالة الهدف يلامس القيد 3.



لمعرفة الحد الأدنى والحد الأقصى لقيم C_1 يمكن تحديدها بمساواة ميل دالة الهدف بميلي القيد 2 والقيد 3 وذلك كالتالي:

- ميل دالة الهدف = $-C_1/3$
- ميل القيد 2= -4/5
- ميل القيد 3=0

أقصى زيادة لـ C_1 هي:

$-C_1/3=-4/5 \Rightarrow 5C_1=12 \Rightarrow C_1=12/5$

باتباع نفس الطريقة السابقة فإن أدنى تخفيض لـC_1 هو:

$C_1/3=0 \Rightarrow C_1=0$

أي أن المجال المسموح به لـ C_1 والذي يبقي النقطة d الوحيدة المثلى هو:

$$12/5 \geq C_1 \geq 0$$

- ✓ أي عند يكون مساويا للصفر فإن الحل الأمثل يبقى عندd.
- ✓ في حالة انخفاضه تحت الصفر الحل الأمثل يتحرك نحوe.
- ✓ وفي حالة تكون مساوية لـ 12/5 فإن الحل الأمثل يبقى عندd.
- ✓ في حالة زيادته فوق 12/5 فإن القيد 2 يصبح فائضا.

III-البرمجة الخطية وتحليل الحساسية للطريقة المبسطة (Simplex Method)

1- خطوات الحل باستعمال طريقة المبسطة: تعد الطريقة المبسطة من أهم الطرق المعتمدة لحل مشكلات البرمجة الخطية، كونها تعالج المشاكل الأكثر تعقيداً والتي يتعذر حلها باستخدام الطريقة البيانية، أي تلك المشكلات التي تتضمن عدد كبير من المتغيرات، وللتوصل الى الحل الامثل باستخدام طريقة السمبلكس يجب اتباع الخطوات الآتية:

1-1- الخطوة الأولى: تحويل المشكلة من الصيغة القانونية إلى الصيغة القياسية وذلك عن طريق إضافة متغيرات راكدة مع مشكلات التعظيم وبإشارات موجبة، ومع مشكلات التدنية يتم طرح المتغيرات الفائضة مع إضافة متغيرات اصطناعية موجبة لمعادلة الإشارة السالبة وذلك لتحقيق شرط عدم السلبية.

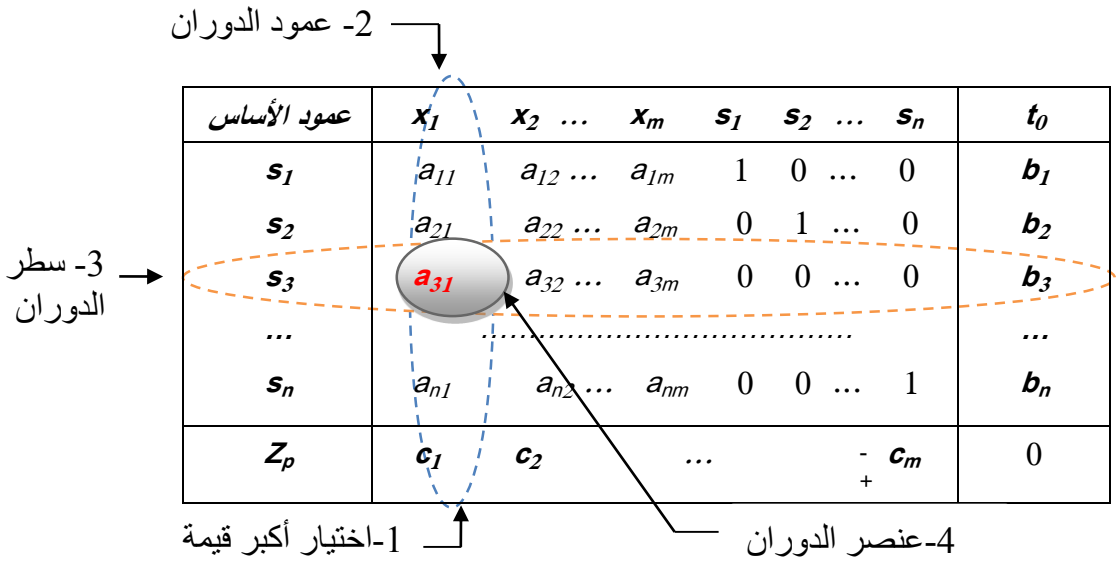
1-2- الخطوة الثانية: تحويل المشكلة من الصيغة القياسية إلى الجدولية في شكل جدول يدعى بالجدول المبسط مقسم إلى عدة صفوف وأعمدة، إذ تكون الصفوف عبارة عن معاملات المتغيرات في دالة الهدف والقيود، أما الأعمدة فتكون متمثلة بالمتغيرات الأساسية للمشكلة والمتغيرات الفائضة والاصطناعية.

1-3- الخطوة الثالثة: نختار المتغير الداخل من بين المتغيرات التي لها أكبر قيمة متبوعة بإشارة سالبة (أكبر قيمة مطلقة) في عناصر السطر Z_p في حالة ما يكون البرنامج على شكل Max، والعكس في حالة ما يكون البرنامج على شكل Min، هذا الاختيار يحدد لنا ما يسمى بعمود الدوران.

1-4- الخطوة الرابعة: يتم تحديد القيمة المحورية من خلال قسمة كل قيمة في عمود الثوابت (b) على القيمة المقابلة لها في العمود المحوري، وتمثل القيمة المحورية أقل حاصل قسمة موجب.

1-5- الخطوة الخامسة: يتم اختيار الصف المحوري الذي يحتوي على القيمة المحورية.

1-6- الخطوة السادسة: بعد تحديد المتغير الداخل والمتغير الخارج ومعرفة عنصر الدوران، وفق ما يبينه الجدول الآتي:



عمود الأساس	x_1	x_2 ...	x_m	s_1	s_2 ...	s_n	t_0
s_1	a_{11}	a_{12} ...	a_{1m}	1	0 ...	0	b_1
s_2	a_{21}	a_{22} ...	a_{2m}	0	1 ...	0	b_2
s_3	a_{31}	a_{32} ...	a_{3m}	0	0 ...	0	b_3
...	.....						...
s_n	a_{n1}	a_{n2} ...	a_{nm}	0	0 ...	1	b_n
Z_p	c_1	c_2	...			- + c_m	0

الجدول الجديد يتم تحديده بتطبيق (طريقة قوس قوردن)، (**Gauss-Jordan Method**)، وتعتمد هذه القاعدة في حساب عناصر الجدول الجديد على الآتي:

- تحديد عناصر السطر للجدول الجديد المماثلة لعناصر سطر الدوران للجدول القديم، وهذا بقسمة عناصر السطر على عنصر الدوران.
- تحدد باقي عناصر الجدول وفقا للعلاقة الآتية:

العنصر الجديد = العنصر القديم المقابل له– ((العنصر المقابل له في عمود الدوران)* (العنصر المقابل له في سطر الدوران) / عنصر الدوران)

- عناصر العمود للجدول الجديد المماثلة تساوي صفر ما عدا عنصر التقاطع يساوي للواحد 1.

1-7- الخطوة السابعة: لاختبار أمثلية الحل يتم من خلال هذه الخطوة القيام باختبار بسيط لمعرفة ما إذا كان الحل المتوصل إليه أمثلا أم لا، ففي حالة تعظيم الربح **Max(Z_p)**، فإذا كانت كل القيم الموجودة في السطر Z_p هي قيم صفرية أو موجبة فإن الحل الموجود يكون حلا أمثلا، وإذا كانت قيمة واحدة أو أكثر سالبة فإن الحل لا يعد أمثلا، أما في حالة تقليل التكاليف **Min (Zp)**، فإذا كانت كل القيم الموجودة في السطر Z_p هي قيم صفرية أو سالبة فإن الحل يكون حلا أمثلا، وإذا كانت قيمة واحدة أو أكثر موجبة فإن الحل لا يعد أمثلا.

- **مثال تطبيقي:** ليكن لدينا البرنامج الخطي الموالي:

$$\textbf{Max } Z_p = X_1 + 9X_2 + X_3$$

$$\textbf{S/c} \begin{cases} X_1 + 2X_2 + 3X_3 \leq 9 \\ 3X_1 + 2X_2 + 2X_3 \leq 15 \\ X_1, X_2, X_3 \geq 0 \end{cases}$$

- **الحل:**
  - تحويل متباينات القيود إلى الصيغة القياسية كما يلي:

$$\textbf{Max } Z_p = X_1 + 9X_2 + X_3 + S_1 + S_2$$
$$X_1 + 2X_2 + 3X_3 + S_1 = 9$$
$$3X_1 + 2X_2 + 2X_3 + S_2 = 15$$
$$X_1, X_2, X_3, S_1, S_2 \geq 0$$

  - تكوين الجدول المبسط (جدول السمبلكس) من خلال الصيغة القياسية السابقة كما يلي:

		X_1 1	X_2 9	X_3 1	S_1 0	S_2 0	b
S_1	0	1	2*	3	1	0	9
S_1	0	3	2	2	0	1	15
Z_J-C_J		-1	-9	-1	0	0	0

حساب الصف الأخير من الجدول السابق تم كما يلي:

✓ قيم Z_J تساوي حاصل ضرب قيم العمود الثاني في القيم المناظرة لها في باقي الأعمدة ثم جمع حاصل الضرب لجميع قيم العمود.

✓ قيم (Z_J-C_J) تساوي القيم المحسوبة سابقاً لـ(Z_J) ناقص القيمة المناظرة للعمود في الصف الأول.

- اختيار العمود المحوري يكون العمود x_2 نظرا لأنه صاحب أكبر قيمة.
- اختيار الصف المحوري بقسمة جميع قيم العمود الأخير على قيم العمود المحوري الموجبة وبذلك تكون النسب كما يلي: 15/2، 9/2 .
- اختيار أقل نسبة ليكون وهي 9/2 والتي تنتمي الي العنصر 2 الموضح بـ * في الجدول السابق
- إنشاء الجدول التالي باستخدام العمليات الأولية بتطبيق الخطوة الرابعة والخامسة لنحصل على الجدول التالي:

		X_1 1	**X_2 9**	**X_3 1**	**S_1 0**	**S_2 0**	b
X_2	9	1/2	1	3/2	1/2	0	9/2
S_2	0	2	0	-1	-1	1	6
Zj-Cj		7/2	0	25/2	9/2	0	81/2

نظرا لأن الصف الأخير في الجدول السابق كله قيم موجبة فإنه يدل على أننا قد وصلنا إلى الحل الأمثل، وهو كما يلي:

$X^*_2 = 9/2 , X^*_1 = X^*_3 = 0$

وذلك يعطي ربح إجمالي $(Z_p=81/2)$ وحدة نقدية.

2- تحليل الحساسية للطريقة المبسطة: في ظل هذا المدخل ليس هناك حاجة إلى إعادة حل نموذج البرمجة الخطية كليا في كل مرة يحدث فيها تغير على المتغيرات الأساسية أو الإمكانيات المتاحة، وسنقوم بتوضيح هذا المدخل بالأمثلة وذلك من خلال حالتين:

2-1- حالة أكبر ربح (Max): لنفترض أنه لدينا نموذج برمجة خطية معين وكان جدول الحل الأمثل لهذا النموذج كالآتي:

	X_1	X_2	---	---	S_1	S2	---	b
X1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	--	--	--	--	b_1
X_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	--	--	--	--	b_2
---	--	--	--	--	--	--	--	--
---	--	--	--	--	--	--	--	b_n
Zj-Cj	Z_1	Z_2	--	--	--	--	--	--

2-1-1- مدى التغير للمتغيرات الأساسية: يمكن الحصول على مدى التغير لأحد معاملات المتغيرات الأساسية C عن طريق تطبيق العلاقة التالية:

$$Ci - Min^{+}\left|\frac{Z}{Xi}\right| \le C \le Ci + Max^{-}\left|\frac{Z}{Xi}\right|$$

حيث أن:

Ci : معامل المتغير المدروس في دالة الهدف؛

$\frac{Z}{Xi}$: حاصل قسمة كل قيمة من سطر Z على القيم المقابلة لها في سطر المتغير المدروس؛

$Max^{-}\left|\frac{Z}{Xi}\right|$: أكبر قيمة سالبة من نواتج القسمة بالقيمة المطلقة؛

$Min^{+}\left|\frac{Z}{Xi}\right|$: حاصل أصغر قيمة موجبة من نواتج القسمة.

2-1-1- حساب مدى التغير في الإمكانيات المتاحة (ثوابت القيود): لحساب مدى التغير بالنسبة للإمكانيات المتاحة لأحد القيود n نطبق العلاقة التالية :

$$b_n - Min^{+}\left|\frac{b}{Sn}\right| \le b \le b_n + Max^{-}\left|\frac{b}{Sn}\right|$$

حيث أن:

b_n : قيمة الإمكانيات في القيد n في النموذج؛

b : مدى التغير المسموح؛

$\frac{b}{Sn}$: حاصل قسمة كل قيمة من عمود الإمكانيات b في جدول الحل الأمثل على القيم المقابلة لها في عمود المتغير الراكد للقيد n؛

$Min^{+}\left|\frac{b}{Sn}\right|$: أصغر حاصل قسمة موجب؛

$Max^{-}\left|\frac{b}{Sn}\right|$: أكبر حاصل قسمة سالب بالقيمة المطلقة.

- **مثال تطبيقي:** ليكن لدينا البرنامج الخطي الآتي:

$$\textbf{Max } Z_P = 3X_1 + 2X_2$$

$$\textbf{S/c} \begin{cases} X_1 + 2X_2 \le 6 \\ 2X_1 + X_2 \le 8 \\ -X_1 + X_2 \le 1 \\ X_2 \le 2 \\ X_1, X_2 \ge 0 \end{cases}$$

بعد القيام بتحويل البرنامج إلى الشكل المعياري وإجراء العمليات الحسابية اللازمة تم التوصل إلى أن الجدول الثالث هو جدول الحل الأمثل وهو كالآتي:

		X_1 3	X_2 2	S_1 0	S_2 0	S_3 0	S_4 0	b
X_2	2	0	1	2/3	-1/3	0	0	4/3
X_1	3	1	0	-1/3	2/3	0	0	10/3
S_3	0	0	0	-1	1	1	0	3
S_4	0	0	0	2/3	1/3	0	1	2/3
Zj-Cj		0	0	1/3	4/3	0	0	38/3

ومنه فإن الحل الأمثل هو: (Z_p=12,66 ; X_1=10/3 ; X_2=4/3).

المطلوب: القيام بتطبيق خطوات تحليل الحساسية لطريقة السمبلكس.

- **الحل**

سوف نقوم بإجراء تحليل الحساسية وفقاً للتغيرات في:

- **معاملات المتغيرات الأساسية:** إيجاد الحد الأعلى والحد الأدنى لمدى التغير لكل متغير من المتغيرات الأساسية، وذلك باتباع الخطوات التالية:

✓ نقوم بقسمة سطر الحل Z_p على سطر المتغير الذي نقوم بدراسته، وليكن هنا المتغير الأساسي X_1.

سطر دالة الهدف Z_p	0	0	1/3	4/3	0	0
سطر X_1	1	0	-1/3	2/3	0	0
حاصل القسمة	0	/	-1	2	/	/

لإيجاد الحد الأدنى نأخذ أصغر حاصل قسمة موجبة ونطرحه من معامل المتغير X_1 الموجود في دالة الهدف في النموذج (ماعدا قيم b)، وبما أن حاصل القسمة هو:2، يكون الحد الأدنى هو: (3−2 =1).

لإيجاد الحد الأعلى نقوم بأخذ أكبر حاصل قسمة سالبة ونجمعه بالقيمة المطلقة مع معامل المتغير في دالة الهدف، وفي مثالنا أكبر حاصل قسمة سالب هو 1−، وبذلك يكون الحد الأعلى هو: $(3+|-1|=4)$، يكون مدى التغير لـ X_1 هو:

$$3-2 \le X_1 \le 3+|-1|$$

$$1 \le X_1 \le 4$$

يقصد بهذا المدى أنه إذا حصل تعديل على معامل X_1 وأصبح بعد هذا التغير ضمن المدى [1,4] فإن الحل الأمثل يبقى أمثلا، أما إذا أصبح معامل X_1 بعد التغير خارج هذا المدى فإن هذا الحل لم يعد أمثلا ويحتاج إلى إعادة حل من جديد.

✓ بالنسبة للمتغير X_2 فنقوم بنفس العمليات السابقة، والبداية نقوم بقسمة سطر الحل Z_p على سطر المتغير المدروس.

سطر دالة الهدف Z_p	0	0	1/3	4/3	0	0
سطر X_2	0	1	2/3	-1/3	0	0
حاصل القسمة	/	0	1/2	-4	/	/

- الحد الأدنى لـ X_2 هو: $(2-(1/2)=3/2)$.
- الحد الأعلى لـ X_2 هو: $(2+|-4|=6)$.
- مدى التغير بالنسبة لـ X_2 هو:

$$\frac{3}{2} \leq x_2 \leq 6$$

- **الإمكانيات المتاحة (ثوابت القيود):** بتطبيق العلاقة الموضحة أعلاه على هذا المثال التطبيقي للقيدين الأول والثاني نجد:

✓ بالنسبة للقيد الأول يتم القيام بقسمة قيم عمود الإمكانات (b) على قيم عمود المتغير S_1، كما في الجدول الآتي:

	b	S_1	حاصل القسمة
X_2	4/3	2/3	2
X_1	10/3	-1/3	-10
S_3	3	-1	-3
S_4	2/3	-2/3	-1

نحصل على الحد الأدنى والحد الأعلى كما حصلنا عليها بالنسبة للمتغيرات الأساسية، وذلك كما يلي:

- الحد الأدنى هو: $((6-2)=4)$.
- الحد الأعلى هو: $6-|-1|=7$.
- مدى التغير بالنسبة للإمكانيات في القيد الأول هو:

$$6-2 \leq b_1 \leq 6+|-1|$$

$$4 \leq b_1 \leq 7$$

✓ بالنسبة للقيد الثاني يتم القيام بقسمة قيم عمود الإمكانات (b) على قيم عمود المتغير S_2، كما في الجدول الآتي:

	b	S_2	حاصل القسمة
X_2	4/3	-1/3	-4
X_1	10/3	2/3	5
S_3	3	1	3
S_4	2/3	1/3	2

- الحد الأدنى هو: $((6-2)=6)$.
- الحد الأعلى هو: $(8+|-4|=12)$.

- ويكون مدى التغير في إمكانيات القيد الثاني هو :

$$6 \leq b_2 \leq 12$$

✓ بالنسبة للقيدين الثالث والرابع نجد أن له قيمة كل من (S_3,S_4) في عمود الإمكانات وتساوي (3, 2/3) على التوالي أي أنها قيدان فائضان، وبالتالي لا يوجد لهما مدى ونكتفي بالقول أن أي زيادة فيهما سوف تؤدي إلى خسائر مؤكدة.

2-2- حالة أقل التكاليف (Min)

2-2-1- مدى التغير للمتغيرات الأساسية: يمكن الحصول على مدى التغير للمتغيرات الأساسية في حالة Min بنفس طريقة Max فتكون العلاقة:

$$Ci - Min^{+}\left|\frac{W}{Xi}\right| \leq C \leq Ci + Max^{-}\left|\frac{W}{Xi}\right|$$

حيث أن:

Ci : معامل المتغير المدروس في دالة الهدف؛

$\frac{W}{Xi}$: حاصل قسمة كل قيمة من سطر Z على القيم المقابلة لها في سطر المتغير المدروس؛

$Max^{-}\left|\frac{W}{Xi}\right|$: أكبر قيمة سالبة من نواتج القسمة بالقيمة المطلقة؛

$Min^{+}\left|\frac{W}{Xi}\right|$: حاصل أصغر قيمة موجبة من نواتج القسمة.

2-2-2- حساب مدى التغير في الإمكانيات المتاحة (ثوابت القيود): لحساب مدى التغير بالنسبة للإمكانيات المتاحة لأحد القيود n نطبق العلاقة التالية:

$$b_n + Max^{-}\left[\frac{b}{Sn}\right] \leq b \leq b_n + Min^{+}\left[\frac{b}{Sn}\right]$$

حيث أن:

b_n : قيمة الإمكانيات في القيد n في النموذج؛

b : مدى التغير المسموح؛

$\frac{b}{Sn}$: حاصل قسمة كل قيمة من عمود الإمكانيات b في جدول الحل الأمثل على القيم المقابلة لها في عمود المتغير الراكد للقيد n؛

$Min^{+}\left[\frac{b}{Sn}\right]$: أصغر حاصل قسمة موجب؛

$Max^{-}\left[\frac{b}{Sn}\right]$: أكبر حاصل قسمة سالب.

IV-سلسلة تطبيقات المحور الثاني

- **التطبيـق الأول:** يريـد مركـز للتسـويق الإعـلان لزبائنـه عـن تـوفر المشـروبات الساخنـة والمأكولات الخفيفة في جميع فروعه، ويريد أن يصل الإعلان إلى 60 ألف رجل و40 ألف امـرأه علـى الأقـل مسـتخدما فـي ذلـك الصـحف والإذاعـة المحليـة، ويصـل الإعـلان فـي الصحيفة إلـى 6 آلاف رجل وألفين امرأة ويصـل الإعلان فـي الإذاعة إلـى ألفين رجل و4 آلاف امرأة. وتبلغ تكلفة الإعلان الصحفي 450 ون للمرة الواحدة والإذاعي 260 ون.

المطلوب:

- أحسب عدد الإعلانات المطلوب إجرائها بأقل تكلفة ممكنة لكي تصل الإعلانات إلى العدد المطلوب الوصول إليه، وذلك بالاعتماد على الطريقة البيانية.
- قم بتحليل الحساسية لمعاملات دالة الهدف.

- **التطبيق الثاني:** مؤسسة صناعية تقوم بصناعة نوعين من المنتجات (X_1, X_2)، وتستعمل مادتين أساسيتين للصناعة، المادتين ممثلتين في A , B، الحد الأقصى المتاح من A هو 6 طن، بينما الحد الأقصى المتاح من B هو 8 طن.

الطلب اليومي من المادة الأولية بالطن للمنتوجين مبين بالجدول التالي:

	X1	X2	المادة المتاحة (طن)
المادة الأولية A	1	2	6
المادة الأولية B	2	1	8

بعد دراسة السوق تم إعطاء الملاحظات التالية:

- الطلب اليومي (على X_2 ناقص الطلب اليومي على X_1) لا يمكن أن يتجاوز 1 طن.
- الطلب اليومي على X_2 لا يمكن أن يتجاوز 2 طن.
- أسعار الجملة قدرت بـ: 3 مليون $ لـ X_1، و 2 مليون $ لـ X_2 للطن الواحد.

المطلوب:

✓ كم يجب على المؤسسة أن تنتج من هذين المنتجين لكي تحقق أكبر ربح ممكن؟
✓ ما هو أقصى تغيير مسموح به للمورد (1) و(2) بحيث تتحسن قيمة الهدف؟
✓ ما هو التغيير الممكن للموردين (3) و (4) بحيث لا تتأثر قيمة الهدف؟
✓ حدد مجال التغيير لمعامل X_1 ومعامل X_2 ؟

- **التطبيق الثالث:** تنتج شركة أدوات كهربائية منتجين اثنين (x_1 , x_2)، وقدرت الشركة ربح كل وحدة كالآتي 150، 115 على الترتيب وتمر المنتجات بثلاثة مراحل، الجدول الآتي يوضح عدد الساعات اللازمة لإنتاج وحدة واحدة من هذه المنتجات في كل مرحلة.

المنتج	التصنيع	التجميع	الجودة
X_1	2	3	1
X_2	4	2	0 ,75
الوقت المتاح (على الأكثر)	450	370	200

المطلوب:

- تحديد نموذج البرمجة الخطية وحله بيانيا.
- تحديد القيود الفائضة والنادرة (مع الشرح).
- تحليل حساسية القيود النادرة.
- تحليل حساسية معاملات دالة الهدف.

- **التطبيق الرابع:** ليكن لديك جدول حل غير الأمثل لمسألة برمجة خطية ما كالتالي:

V	X_1	X_2	S_1	S_2	A_1	A_2	b
X_2	1/3	1	-1/3	0	1/3	0	10
A_2	10/3	0	2/3	-1	-2/3	1	20
Z	-5/3+10/3M	0	-1/3+2/3M	-M	1/3-5/3M	0	10+20M

المطلوب:

- ما نوع المسألة (هل هي مسألة تدنية أم تعظيم) مع تبرير الجواب.
- تحديد المتغير الداخل والمتغير الخارج.
- إكمال الحل وايجاد جدول وقيم الحل الأمثل.

- **التطبيق الخامس:** ليكن لديك جدول الحل الأمثل باستعمال طريقة السمبلكس أدناه لمسألة البرمجة الخطية التالية:

$$\text{Max } Z_p = 75\,X_1 + 100\,X_2 + 250\,X_3$$

S/c

$$\begin{cases} 4\,X_1 + 8\,X_2 + 12\,X_3 \leq 600 \\ 4\,X_1 + 8\,X_2 \leq 480 \\ 25\,X_1 + 25\,X_2 + 25\,X_3 \leq 3000 \\ X_1, X_2, X_3 \geq 0 \end{cases}$$

C_i	V	b	75	100	250	0	0	0
			X_1	X_2	X_3	S_1	S_2	S_3
250	X_3	50	Y_1?	8/12	1	Y_2?	0	0
0	Y_3?	Y_4?	4	8	0	0	1	0
0	Y_5?	Y_6?	200/12	100/12	0	-25/12	0	1
Z			100/12	Y_7?	Y_8?	Y_9?	Y_{10}?	Y_{11}?

المطلوب:

- اتمام قيم ومتغيرات الخانات المجهولة.
- استنتاج قيم الحل الأمثل وتحديد الموارد الفائضة والنادرة.

I- اتخاذ القرار في ظل ظروف المخاطرة باستعمال مصفوفة القرار

تتحقق حالة المخاطرة عندما لا تتوافر المعلومات التامة عن المشكلة المراد اتخاذ قرار لحلها، ومن ثم يتم تقدير احتمالات حدوث كل حالة من حالات الطبيعة التي يتوقع أن تسود في المستقبل؛ بمعنى أن التوزيع الاحتمالي **(Probability Distributions)** لحالات الطبيعة يكون معروفا، حيث أن البيانات المتوفرة والخبرة السابقة تساعد في بناء توزيع إحصائي خاص بحالات الطبيعة.

يتخذ القرار وفق هذا الأسلوب باعتماد القرار الذي يعطي أكبر قيمة متوقعة (عندما تكون القيم المتوفرة في المصفوفة العائد تمثل ربحا أو القرار الذي يعطي أقل قيمة متوقعة عندما تكون القيم المتوفرة في مصفوفة العائد تمثل خسارة أو تكلفة.

1. **أسلوب تعظيم القيم المتوقعة:** اتخاذ القرار في ظروف غير مؤكدة يمكن من خلالها تعظيم القيمة المتوقعة، وهو الأسلوب الكمي الذي يعرف بأسلوب تعظيم القيم المتوقعة، والتي يرمز لها بالرمز EMV ويمكن حسابها وفق الصيغة التالية:

(EMV) القيمة المتوقعة للبديل = مجموع حواصل ضرب العوائد × الاحتمالات المناظرة لها

- **مثال تطبيقي:**

بافتراض أنه لدى متخذ القرار مصفوفة العائد التالية:

الوحدة: (ألف وحدة نقدية)

A_i \ Q_j	Q_1	Q_2	Q_3
A_1	10	-5	8
A_2	12	8	3
A_3	20	-1	12

المطلوب: ما هو القرار الأمثل بافتراض أن احتمالات تحقق حالات الطبيعية متساوية؟

- **الحل:**

وفقا لافتراض حدوث المواقف السالفة الذكر بنفس الاحتمال أي 1/3، القرار باستعمال أسلوب القيمة المتوقعة استنادا إلى المصفوفة الواردة في الجدول أعلاه يمر بحساب القيمة النقدية المتوقعة لكل بديل على المنوال التالي:

القيمة المتوقعة في حالة الطبيعة (A_1) = (1/3) *10 −(1/3) *5 +(1/3) *8 = 13/3

القيمة المتوقعة في حالة الطبيعة (A_2) = (1/3) *12 +(1/3) *8 +(1/3) *3 = 23/3

القيمة المتوقعة في حالة الطبيعة (A_3) = (1/3) *20 −(1/3) *1 +(1/3) *12 = 31/3

وبالتالي أكبر قيمة متوقعة هي 31/3 التي تؤهل البديل الثالث. يكون قرار المؤسسة باستعمال أسلوب القيمة المتوقعة اختيار البديل (a_3)، ويمكن حصر هذه المعلومات في شكل الجدول التالي:

A_i \ Q_j	Q_1	Q_2	Q_3	EMV_i
A_1	10	-5	8	**13/3**
A_2	12	8	3	**23/3**
A_3	20	-1	12	**31/3**
$P(Q_j)$	1/3	1/3	1/3	/

2- القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة: عند استخدام معيار القيمة المتوقعة للعوائد للمفاضلة بين البدائل المتاحة أمام متخذ القرار، كان اتخاذ القرار محاطا بمخاطرة ما؛ بمعنى أن متخذ القرار لم يكن يعلم يقينا أي من حالات الطبيعة سوف يسود في المستقبل، وبالتالي فإنه كان يعتمد أساسا على التوزيع الاحتمالي للعوائد الخاصة بكل بديل لحساب القيمة المتوقعة لهذه العوائد من ناحية أولى.

ومن ناحية أخرى فإنه إذا توفرت معلومات إضافية حول عملية اتخاذ القرار؛ كأن يتوفر أمام متخذ القرار معلومات كافية وتامة عن حالة الطبيعة التي سوف تسود في المستقبل، فإن هذه المعلومات سوف تساعد متخذ القرار على اتخاذ القرار الذى يحقق أكبر منفعة ممكنة.

إذا كان لهذه المعلومات فائدة عظيمة لمتخذ القرار، فإن هناك تكلفة يتم إنفاقها للحصول عليها، حيث يمكن الحصول عليها من مستشارين متخصصين أو من نتائج وتوصيات البحوث والتجارب السابقة.

في المثال السابق لو عرضت على متخذ القرار خبرة تحليلية تمكنها من التأكد التام من المواقف الاحتمالية مقابل تسديد مبلغ محدد قدره 5 ألاف وحدة نقدية مثلا. ماذا سيكون موقف متخذ القرار؟ هل يقبل أم لا؟

للإجابة عن هذا التساؤل، يتعين على متخذ القرار حساب الحد الأقصى الذي يمكن أن يدفعه مقابل المعلومات التي سوف تحسن من قراراته.

يلجأ متخذ القرار في هذا الشأن إلى مفهومين هما: القيمة المتوقعة في ظروف المعلومات الكاملة والقيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة.

القيمة المتوقعة في ظروف المعلومات الكاملة يمكن حسابها حسب القاعدة التالية:

(أفضل بديل في حالة الطبيعة الأولى * احتمال حدوثها) + (أفضل بديل في حالة الطبيعة الثانية * احتمال حدوثها) + ... + (أفضل بديل في حالة الطبيعة الأخيرة * احتمال حدوثها).

أفضل بديل محتمل في حالة الطبيعة الأولى هو: 20 * 1/3= 20/3

أفضل بديل محتمل في حالة الطبيعة الثانية هو: 8 * 1/3= 8/3

أفضل بديل محتمل في حالة الطبيعة الأخيرة هو: 12 * 1/3= 12/3

العائد من ظروف معلومات كاملة كهذه هو: 20/3 + 8/3 +12/3= 40/3

أما القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة يمكن حسابها حسب القاعدة التالية:

القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة= القيمة المتوقعة في ظروف المعلومات الكاملة – الحد الأقصى للقيمة النقدية المتوقعة في حالة المخاطرة

الحد الأقصى للقيمة النقدية المتوقعة أي أكبر عائد متوقع في المثال السابق 31/3 دون معلومات مؤكدة وبالتالي فإن القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة تكون: 40/3 – 31/3 = 3 (ألاف وحدة نقدية)، ومنه لا تقبل المؤسسة الخبرة المُقترحة عليها (5 ألاف وحدة نقدية) حيث أن قيمتها تفوق القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة (بالطبع احتمال حدوث المواقف يبقى في حدود 1/3).

طريقة حساب القيمة النقدية المتوقعة ليست الوحيدة في متناول المؤسسة من أجل اتخاذ القرار الأمثل فهناك أسلوب آخر يؤدي إلى نفس النتيجة ويدعى أسلوب خسارة الفرصة البديلة المتوقعة.

3- أسلوب خسارة الفرصة البديلة المتوقعة: يستخدم جدول خسارة الفرصة البديلة كأسلوب آخر لاتخاذ القرار المناسب لحل المشاكل التي تنطوي على عدد من البدائل المتاحة، وهو أسلوب بديل لجدول العوائد؛ أي أنه لحل مشكلة ما باختيار البديل الأفضل من بين عدة بدائل فإننا نقوم بإعداد جدول يتضمن خسارة الفرصة البديلة لكل بديل من البدائل المتاحة يسمى جدول خسارة الفرصة البديلة، ثم نقوم بحساب القيمة المتوقعة لخسارة الفرصة البديلة لكل بديل متاح أمام متخذ القرار، وفى هذه الحالة فإن البديل الذى يحقق أقل قيمة متوقعة لخسارة الفرصة البديلة فإنه يكون البديل الأمثل.

في المثال السابق وفي حالة الطبيعة الأولى (Q_1) أحسن بديل هو ذلك الذي يحقق أكبر عائد 20، أما في حالة الطبيعة الثانية (Q_2) أحسن بديل هو (a_2) والذي يحقق أكبر عائد 8، وفي حالة الطبيعة الثالثة (Q_3) أحسن بديل هو (a_3) والذي يحقق أكبر عائد 12. الجدول التالي يوضح حساب خسارة الفرصة البديلة للمثال السابق.

Q_1	Q_2	Q_3
10 =10 - 20	13 = (5-) - 8	4 = 8 - 12
8 = 12 - 20	0 = 8 - 8	9 = 3 – 12
0 =20 - 20	9 = (1-) - 8	0 = 12 – 12

وبالتالي، حسب حالات الطبيعة المحتملة والبدائل الممكنة، يمكن طرح جدول خسارة الفرصة البديلة واستنتاج أحسن قرار ممكن وفقا للآتي.

جدول خسارة الفرصة البديلة

Q j / A i	Q_1	Q_2	Q_3	القيمة المتوقعة
A_1	10	13	4	**27/3**
A_2	8	0	9	**17/3**
A_3	0	9	0	**9/3**
$P(Q_j)$	1/3	1/3	1/3	/

قيمة الخسارة المتوقعة للبديل الأول (A_1) = 27/ 3

قيمة الخسارة المتوقعة للبديل الثاني (A_2) = 17/ 3

قيمة الخسارة المتوقعة للبديل الثالث (A_3) = 3

ومنه أحسن قرار هو اختيار البديل الثالث (A_3) بدلالة الحد الأدنى لخسارة الفرصة البديلة المتوقعة (3 ألاف وحدة نقدية)، وهو نفس القرار المتوصل إليه باستعمال أسلوب القيمة النقدية المتوقعة.

الملاحظ أيضا أن القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة تساوي الحد الأدنى لخسارة الفرصة البديلة المتوقعة.

II- شبكات الأعمال/ أسلوب المسار الحرج (CPM) وأسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT)

1- دور شبكات الأعمال في اتخاذ القرارات: تعتبر شبكات الأعمال من بين التقنيات ذات الأهمية البالغة في مجال اتخاذ القرارات لما لها من دور في متابعة تنفيذ النشاطات المختلفة المكونة لأي مشروع، ونقصد هنا بلفظ مشروع أية مجموعة من النشاطات المتسلسلة حسب ترتيب زمني معين بحيث لا ينتهي المشروع إلا بعد تنفيذ كل هذه النشاطات سواء تعلق الأمر بالإنتاج، بالتسويق، بعملية بناء أو بالتنظيم أو غيرها من العمليات التي تقوم بها المؤسسة، ويمكننا هذا الأسلوب من:

- تحديد المدة الاجمالية التي يستغرقها المشروع مع إظهار النشاطات التي لها تأثيرا مباشرا على مدة المشروع؛
- إيجاد افضل مدة يستغرقها المشروع مع تحمل أقل التكاليف الممكنة؛
- متابعة عملية الإنجاز واخذ التدابير اللازمة لمواجهة أي تعطيل في نشاط من النشاطات المكونة للمشروع.

تفيد عملية إدارة المشروعات باستخدام شبكات الأعمال متخذ القرار ومنفذه في:

1-1- قرارات تتعلق بالتخطيط: تعتبر عملية تحديد كل الأنشطة التي تكون منها المشروع، ثم تحديد الوقت اللازم لتنفيذ كل نشاط وتمثيل الأنشطة مرتبة حسب أولوياتها أمرا يساعد المسؤولين على

المشروع في دراسة –وبشكل مفصل– كل الأنشطة التي يتكون منها المشروع، وبالتالي اقتراح بعض التعديلات أو التحسينات، قبل أن يبدأ تنفيذ المشروع بشكل فعلي.

1-2- قرارات تتعلق بالجدولة: كنتيجة للوجه التخطيطي، يتم استقاء جدولة لتنفيذ الأنشطة المكونة للمشروع، حيث يصبح المنفذ على علم بالأنشطة التي سيبدأ بها، والأنشطة التي ستليها، ثم الأنشطة التي ستنفذ في آخر المشروع.

فالجدول الزمني هذا يوضح الوقت الفائض لكل منها، والذي يمكن به تأخيرها، دون أن يتأخر تنفيذ المشروع ككل، ويمكن استخدام هذا الوقت الفائض عندما تكون الموارد المستخدمة في تنفيذ المشروع محدودة، ويراد استخدامها بأقصى فعالية ممكنة.

1-3- **قرارات تتعلق بالرقابة:** يتضمن استخدام شبكة المشروع والجدولة الزمنية له كتابة التقارير التي توضح مدى التقدم في انجاز المشروع وذلك خلال فترات زمنية معينة، ومن خلال هذه التقارير فقد يتم تحوير أو ربما تغيير الجداول الموضوعة والمتعلقة بالجزء المتبقي من المشروع.

2- المصطلحات والرموز المستخدمة في شبكات الأعمال: أهم المصطلحات والرموز المستخدمة ما يلي:

2-1- **الشبكة:** هي عرض مرسوم لعمليات المشروع التي تتكون من أنشطة وأحداث.

2-2- **النشاط:** هو مهمة أو عمل يستهلك وقتاً ونقوداً وجهداً، وهو يقع بين حدثين، ويرمز لوقت النشاط المعلوم بالرمز t ويرمز له بسهم (←).

2-3- **نشاط وهمي:** هو مهمة أو عمل لا يستهلك وقتاً ونقوداً وجهداً ويرمز له بسهم متقطع (-·-≻).

2-4- **الحدث:** ويمكن تعريفه بأنه لحظة محددة من الزمن، لا يستهلك وقتاً أو جهداً وعادة ما يمثل على الشبكة بشكل دائرة (O).

3- قواعد بناء شبكات الأعمال: لبناء شبكة الأعمال عدة قواعد يجب مراعاتها هي:

- عدم وجود ازدواجية للأنشطة، أي عدم رسم النشاط أكثر من سهم واحد لكل نشاط؛
- رسم النشاط على بشكل مستقيم، وتجنب تقاطع الأنشطة؛
- يجب رسم أسهم الأنشطة من اليسار لليمين فقط، و تجنب التعاكس؛
- يجب الترقيم بشكل تتابعي من اليسار لليمين؛
- طول السهم لا يمثل أو يقيم بحسب المدة اللازمة لإنجاز النشاط؛
- لا يمكن أن يرسم أي نشاط حتى الانتهاء من رسم الأنشطة السابقة له تماما، حيث لا يمكن البدء بنشاط حتى الانتهاء من الأنشطة السابقة له؛
- يجب أن يكون لكل نشاط حدث بداية وحدث نهاية، ولا يمكن أن يشترك نشاطان بحدثي البداية والنهاية؛

- التقطع غير ممكن الحدوث فلا يجوز رسم أي نشاط غير منتهي بحدث (ضمن الشبكة)، أي لا يجوز وجود نشاط غير مرتبط بأنشطة أخرى.

4- مفهوم المسار الحرج والاختلاف بين الأسلوبين في تحديده: لاستعمال أسلوب PERT واستغلال مزاياه، لابد أن تحتوي الشبكة على مسارين على الأقل، والمسار الحرج هو أطول مسار في الشبكة وهو الذي يحدد أدنى مدة لإنجاز المشروع لأنه يعطينا الزمن الذي تنتهي فيه كل النشاطات، وكل النشاطات التي تقع على المسار الحرج يطلق عليها النشاطات الحرجة.

إن تحديد المسار الحرج له أهمية بالغة لسببين على الأقل هما:

- لا يمكن تخفيض مدة إنجاز المشروع إلا إذا كان بإمكاننا تخفيض المدة الخاصة بإنجاز نشاط من النشاطات الحرجة على الأقل؛
- أي تعطيل في إنجاز نشاط من النشاطات الحرجة يترتب عنه زيادة في زمن الإنجاز، وبالتالي تأخر في آجال إتمام المشروع.

وهناك عدة طرق لتحديد المسار الحرج هي:

- طريقة شبكة PERT؛
- طريقة الرسم البياني لـ GANTT.
- هنالك طريقة أخرى هي طريقة المسار الحرج CPM يمكنها أن تلعب نفس الدور في تحديد المسار الحرج إلا أنها تختلف عن تقنية PERT من حيث:
  - التعبير عن النشاطات؛ حيث يعبر عنها في هذه الطريقة بدوائر بدلا من السهام؛
  - طريقة المسار الحرج CPM لا تأخذ بعين الاعتبار عشوائية الأزمنة لإنجاز مختلف النشاطات.

5- استعمال طريقة PERT في تحديد المسار الحرج: قبل التطرق إلى هذه الطريقة يجب التذكير بأنواع الأنشطة وكيفية حساب الأوقات:

5-1- أنواع الأنشطة: تقسم الأنشطة إلى نوعان هما:

5-1-1- الأنشطة الحقيقية: تعبر الأنشطة الحقيقية عن الأعمال التي يجب تنفيذها للانتقال من حدث (واقعة) معينة على شبكة العمل الخاصة بتنفيذ مشروع معين إلى حدث آخر، وعلى هذا الأساس فإنها تمثل إنجازات معينة تأخذ وقتا في تنفيذها، وبالإضافة إلى ذلك فإنها تتطلب موارد أخرى لازمة لهذا التنفيذ، متمثلة بتوفير المواد والعمل والأجهزة المختلفة.

5-1-1- الأنشطة الوهمية: هي الأنشطة التي لا تستغرق وقتا ولا تستلزم أي موارد أي أن الوقت المستغرق من قبل النشاط الوهمي يعادل صفر، وتستخدم الأنشطة الوهمية بشكل عام في ثلاث حالات رئيسية هي:

- للتعبير عن علاقات متقطعة تتابعية بين الأنشطة المختلفة المكونة للشبكة.

- لأجل فك الارتباط بين حدثين بأكثر من نشاط في حالة وجود نشاطين متوازيين يحدثان في نفس الوقت ولكن يجب ألا يرتبطا نفس النشاطين بحدثين.
- لأجل إضفاء نوع من الوضوح والملاءمة على شبكة العمل، حيث أن شبكة العمل يجب أن تكون لها نقطة بداية واحدة ونقطة نهاية واحدة.

5-2- كيفية حساب الأوقات: من أجل الوصول للمسار الحرج والزمن اللازم لإنجاز المشروع فإن طريقة PERT تتطلب توضيح التعابير التالية:

5-2-1- الوقت الفائض: هو كمية الوقت الذي يمكن أن يتأخر به نشاط ما دون أن يؤثر على الزمن الإجمالي اللازم لتنفيذ المشروع.

5-2-2- وقت البدء المبكر(ES): هو أبكر وقت ممكن لوقوع الحدث الذي ينشأ منه سهم النشاط.

5-2-3- وقت الانتهاء المبكر(EF): هو أبكر وقت ممكن لوقوع الحدث الذي ينشأ منه سهم النشاط مضافا إليه مدة النشاط نفسه.

$$EF\ (a) = ES\ (a) + t$$

5-2-4- وقت البدء المتأخر(LS): هو أكثر وقت متأخر لوقوع الحدث الذي ينتهي عنده سهم النشاط ناقص زمن النشاط نفسه.

$$LS = LF - t$$

5-2-5- وقت الانتهاء المتأخر(LF): هو أكثر وقت متأخر لوقوع الحدث الذي ينتهي عنده سهم النشاط.

5-2-6- الوقت الإجمالي(TD): هو كامل الوقت المتاح لتنفيذ النشاط، وهو يساوي الفرق بين وقت البدء المبكر للنشاط ووقت الانتهاء المتأخر لنفس النشاط:

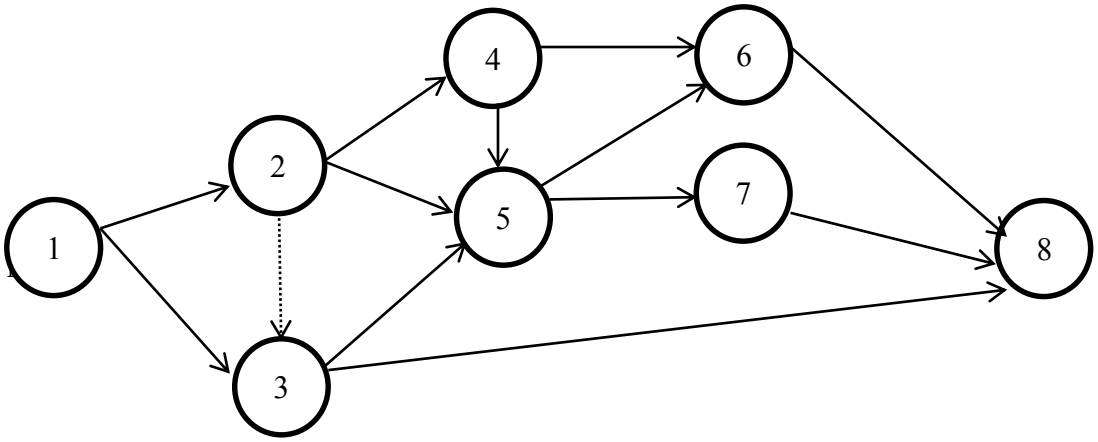
$$TD\ (a) = LF\ (a) - ES\ (a)$$

5-3- استعمال رزنامة النشاطات في تحديد المسار الحرج: لتوضيح ذلك نستعين بالمثال التطبيقي الموالي وبالمفاهيم السابقة لاحتساب الأوقات كما يلي:

- **مثال تطبيقي:** يتكون مشروع إنجاز مركب صحي بأحد الولايات من عدة أنشطة، فإذا كان الوقت إنجازها كما هو مبين في الجدول الآتي:

الأنشطة	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
وقت النشاط المتوقع (أسبوع)	3	2	4	5	3	4	2	1	5	6	2	7	0

وإذا كان رسم الشبكة مبين كما يلي:



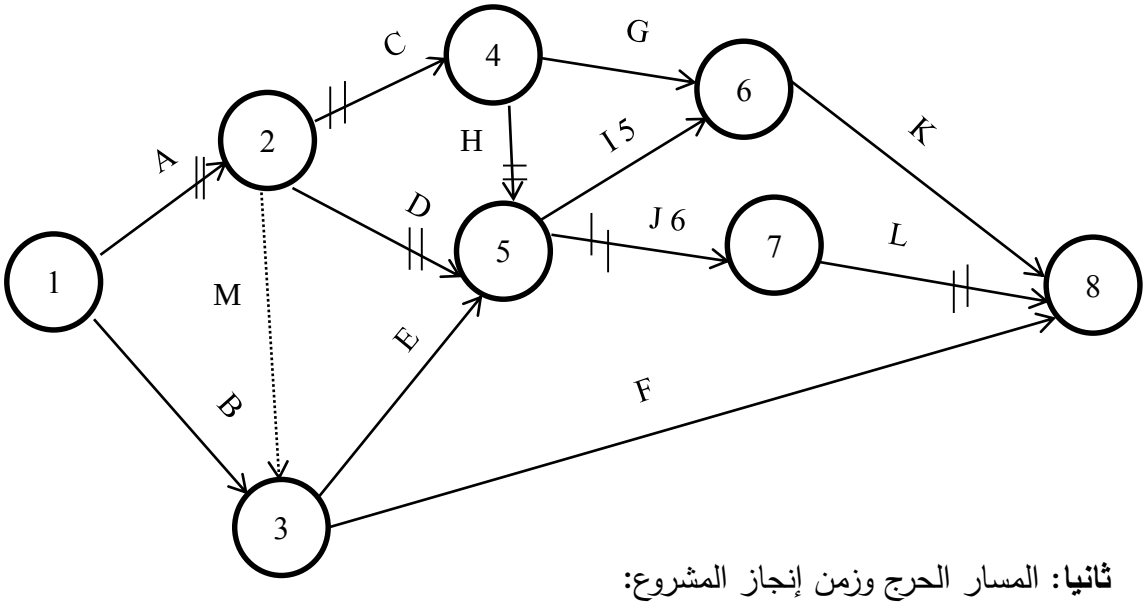
إذا علمنا أن: النشاطين C وD يتبعان النشاط A. النشاطين E وF يتبعان معا النشاطين A وB. النشاطينG وH يتبعان النشاط C. النشاطينI وJ يتبعان معا الأنشطة E وD وH. النشاط K يتبع النشاطين G وI. النشاط L يتبع النشاط J.كما أن النشاط M هو نشاط وهمي ضروري يساعد على جعل النشاطينE وF يتبعان معا النشاطين A وB. و**المطلوب:**

أولا: رسم الشبكة بتحديد الأنشطة على الأسهم.

ثانيا: بافتراض أن أوقات الأنشطة هي نفسها الوقت المتوقع، تحديد الأنشطة الحرجة من خلال حساب الأزمنة المبكرة والمتأخرة وفقا لأسلوب PERT.

- **الحل:**

أولا: رسم الشبكة:



ثانيا: المسار الحرج وزمن إنجاز المشروع:

من خلال الجدول أدناه نلاحظ أن هذا المشروع يتميز بوجود مسارين حرجين هما:

- المسار الأول: (A C H J L)؛

- المسار الثاني: (A D J L).

أدنى مدة لإنجاز المشروع هي 21 أسبوع وهي أكبر قيمة في العمود (2) وهي طول المسارين الحرجين.

يتضح من الجدول أدناه أيضا أن الأنشطة الحرجة للمشروع هي الأنشطة (A C D H J L)، وهي تستنتج من خلال العمود رقم (5)، وتعتبر هذه الأنشطة هي المكونة للمسارين الحرج، حيث أن مجموع أزمنة هذه الأنشطة في مساريها هي مدة المشروع ككل، وأي تأخير في إنجاز أي نشاط من هذه الأنشطة سوف يؤدي إلى تأخر المشروع ككل بنفس بمقدار ذلك التأخر.

جدول حساب رزنامة النشاطات

رمز النشاط	الأنشطة السابقة	مدة تنفيذ النشاط باليوم	الأوقات المبكرة		الأوقات المتأخرة		وقت السماح الكلي	النشاط الحرج
			للبداية	للنهاية	للبداية	للنهاية		
A	-	3	0	3	0	3	0	حرج
B	-	2	0	2	4	5	3	-
C	A	4	3	7	3	7	0	حرج
D	A	5	3	8	3	8	0	حرج
E	B M	3	3	6	5	8	2	-
F	B M	4	3	7	17	21	14	-
G	C	2	7	9	17	19	10	-
H	C	1	7	8	7	8	0	حرج
I	D E H	5	8	13	14	19	6	-
J	D E H	6	8	14	8	14	0	حرج
K	G I	2	13	15	19	21	6	-
L	J	7	14	21	14	21	0	حرج
M	A	0	3	3	5	5	2	-

6- أسلوب PERT والأزمنة العشوائية: افترضنا في المثال السابق أن مدة إنجاز أي نشاط من النشاطات المكونة للمشروع معروفة بدقة، وهذا ما قد لا يتحقق في أغلب الأحيان بسبب عدم التأكد الذي تتميز به الظروف الاقتصادية، وفي هذه الحالة فإن تقدير الوقت اللازم لإتمام أي نشاط يمكن عمله بواسطة التوزيع الاحتمالي، وقد اختير توزيع بيتا الاحتمالي وتحدد مدة الإنجاز بثلاث تقديرات كما يلي:

- **الوقت المتفائل:** وهو أقصر مدة يمكن خلالها إنجاز النشاط عند توفر كل الظروف الملائمة لذلك من الموارد المادية والبشرية اللازمة للنشاط.

- **الوقت للوقت الأكثر حدوثا:** اعتمادا على معلومات تاريخية سابقة تمثل الأوقات التي تم فيها إنجاز أنشطة مماثلة.
- **بالنسبة للوقت المتشائم:** وهو أطول وقت ممكن أن ينجز خلاله النشاط، حيث تم الأخذ بعين الاعتبار مختلف المشاكل التي قد تؤدي إلى عرقلة سير النشاط.
- **بالنسبة للوقت المتوقع:** وهو الوقت المحسوب على أساس العلاقة $E(t) = \frac{O+4M+P}{6}$ ويمثل الوقت المتوقع لإنجاز النشاط.

كما يساعد أسلوب تقييم ومراجعة المشاريع إدارة المشروع للوصول إلى الوقت المتوقع للإنجاز النهائي للمشروع وذلك عن طريق المسار الحرج، وكذلك يسمح باحتساب احتمالية انجاز المشروع في مدة معينة من خلال مقارنة هذه المدة المتوقعة مع الزمن الذي نريد حساب احتمالية انجاز المشروع خلاله، وذلك بحساب قيمة **(Z)**. وفق المعادلة التالية: $Z = \frac{Ds-Dé}{\delta}$

حيث أن:

(Ds): المدة التي نريد حساب احتمال انجاز المشروع خلالها؛

(Dé): الوقت المتوقع للانتهاء؛

(δ): الانحراف المعياري لتوزيع وقت إتمام المشروع ويحسب بالاعتماد على مربعات تباينات أنشطة المسار الحرج وفقا للعلاقات التالية:

$$\delta = \sqrt{V(t)_1 + V(t)_2 + \cdots + V(t)_n} \quad / \quad V(t) = \left(\frac{P-O}{6}\right)^2$$

- **مثال تطبيقي:** لتكن لدينا البيانات في الجدول الموالي، والتي تخص الأنشطة اللازمة لتنفيذ مشروع معين، ترتيبها والوقت اللازم لإنجازها.

النشاط	الزمن اللازم بالأسبوع			النشاط السابق
	المتفائل O	الأكثر احتمالا M	المتشائم P	
A	4	5	12	—
B	1	1,5	5	—
C	2	3	4	A
D	3	4	11	A
E	2	3	4	A
F	1,5	2	2,5	C
G	1,5	3	4,5	D
H	2,5	3,5	7,5	E /B
I	1,5	2	2,5	H
J	1	2	3	I /F / G

إذا علمنا أن أنشطة المسار الحرج هي: (A, E, H, I, J) وبوقت قدره 17 أسبوعا.

المطلوب:

- حساب الوقت المتوقع لكل نشاط.

- عرض هذا المشروع على مقاول في أجل (20) أسبوع، هل يقبل هذا المقاول إنجاز هذا المشروع علما بانه لا يقبل المشاريع التي يقل احتمال انجازها عن 90%.

- الحل:

- احتساب الوقت المتوقع لكل نشاط:

النشاط	$E(t) = \frac{O + 4M + P}{6}$
A	6
B	2
C	3
D	5
E	3
F	2
G	3
H	4
I	2
J	2

- حساب احتمال إتمام المشروع خلال 20 أسبوعا: يتم حسابه من خلال القانون التالي:

$$Z = \frac{Ds - Dé}{\delta}$$

ولكي يتم حسابه لابد من حساب الانحراف المعياري ولإيجاد الحساب المعياري لابد من إيجاد مربعات التباين لأنشطة المسار الحرج وفقا للجدول الآتي:

الأنشطة الحرجة	$\left(\frac{P - O}{6}\right)$	$V(t) = \left(\frac{P - O}{6}\right)^2$
A	-4/3	16/9
E	-1/3	1/9
H	-5/6	25/36
I	-1/6	1/36
J	-1/3	1/9
المجموع		2,72

بعد حساب تباينات الأنشطة الحرجة نقوم بحساب الانحراف المعياري وذلك طبقا للصيغة الآتية:

$$\delta = \sqrt{V(t)_1 + V(t)_2 + \cdots + V(t)_n} = \sqrt{2,72} \backsimeq 1,65$$

الانحراف المعياري يساوي 1,65 وأخيرا نقوم بحساب احتمال إتمام المشروع في (20) أسبوعا، حيث أن:

$$Z = \frac{Ds - Dé}{\delta} = \frac{20 - 17}{1,65} \backsimeq 1,81$$

وهو ما يقابل احتمال قدره 96,49% بالاعتماد على قيم جدول التوزيع الطبيعي (أنظر الملحق رقم 1)، وهي النسبة التي تفوق 90% وبالتالي سيقبل المقاول انجاز المشروع في آجال 20 أسبوع.

III- أسلوب شجرة القرار

يشابه هذا الأسلوب أسلوب مصفوفة، وتقوم فكرة شجرة القرار على تحديد الموقف التي تواجه متخذ القرار واحتمال تحقيق كل موقف ويتم رسمها على شجرة القرار.

1- مفهوم وأهمية شجرة القرار: يمكن إعطاء شجرة القرار التعريفات الآتية:

- **التعريف الأول:** هي تمثيل تخطيطي لعملية اتخاذ قرار متعدد المراحل حيث يؤثر تاريخ إصدار القرار على القرارات التالية له.
- **التعريف الثاني:** هي وسيلة لعرض نتائج القرارات المتعددة بطريقة سهلة ومبسطة تمكن متخذ القرار من فهم وتقييم، البدائل المختلفة حتى يمكنهم اختيار أفضل الاستراتيجيات.

والهدف من استخدام شجرة القرارات هو معالجة الاحتمالات الممكنة التي يمكن أن تواجه متخذ القرار وتحديد أثر تلك الاحتمالات على القرار نفسه، ومن المزايا العديدة التي تقدمها أنها:

- تمثل نموذجا من النماذج الديناميكية حيث أنها تتميز بالاهتمام بالقرار في المراحل المتعاقبة وليس في المرحلة الواحدة.
- تساعد متخذ القرار على معالجة مشكلات القرار ضمن رؤية طويلة أو متوسطة الأمد.
- تساعد متخذ القرار على اختبار جميع النتائج المتوقعة المرغوبة أو غير المرغوبة مرة واحدة.
- أكثر ملاءمة مع مشكلات القرار سواء في منظمات الأعمال أو المنظمات الحكومية، حيث أن نطاق تطبيقها واسع جدا.

2- الهيكل العام لشجرة القرار: تتكون شجرة القرارات من نقاط وفروع واحتمالات حدوث حالات الطبيعة والنواتج.

2-1- النقاط: وتتمثل فيما يلي:

2-1-1- نقاط اتخاذ القرار: وهي تمثل مفاضلة إذ يتعين عندها اتخاذ قرار بتفضيل استراتيجية معينة حيث تختار القيمة الأكبر في حالة الربح ربحية والقيمة الأقل في حالة التكلفة، ويتم تمثيل هذه النقطة على الشجرة بمربع.

2-1-2- نقاط الأحداث: وهي تمثل حالات الطبيعة التي تواجه الاستراتيجية التي تم اختيارها ويتم تمثيل هذه النقطة على شجرة على هيئة دائرة وتمثل هذه النقطة تجميعا للقيمة المتوقعة لحالات الطبيعة.

2-2- الأفرع: وهي تنبثق من النقط المختلفة وتصل هذه النقط بعضها ببعض ويتم تمثيلها على الشجرة على هيئة خط، وهي ثلاثة أنواع:

2-2-1- فروع القرار: وهي تمثل البدائل المتاحة لمتخذ القرار.

2-2-2- فروع الأحداث: وهي تعبير عن احتمالات وقوع الحدث.

2-2-3- فروع نقطة النهاية: وهي الفروع التي لا تتبع بنقطة قرار أو حدث.

2-3- النواتج: هي العوائد التي تتحقق من استراتيجية معينة في ظل الأحداث المختلفة مع ملاحظة أن العوائد المرتبطة بفروع النهاية توضع في نهاية هذه الفروع.

أما النواتج المرتبطة بفروع الأحداث فإنه توضع داخل دوائر الأحداث. والنواتج المرتبطة بفروع القرارات فإنها توضع داخل مربعات القرار. كما أن احتمالات حالات الطبيعة توضع فوق أو أسفل الأفرع.

ملاحظات هامة:

- ✓ تبدأ شجرة القرارات بنقطة قرار وبمجرد أن يتخذ قرار فإن حدثا ما سيحدث يمثل بدائرة في نهاية كل فرع.
- ✓ تعالج البيانات الواردة على شجرة القرارات من اليمين إلى اليسار على أن ترسم الشجرة من اليسار إلى اليمين.
- ✓ في الغالب يستخدم أسلوب شجرة القرارات في حالة المشكلات المتتابعة أو ذات المراحل المتعددة.

3- خطوات تكوين شجرة القرار: تشمل مرحلتين هما:

3-1- مرحلة رسم الشجرة: وتشمل:

- تحديد كل القرارات وبدائلها والآثار المترتبة عليها؛
- تحديد النتائج المترتبة على اختيار كل بديل؛
- رسم شجرة توضح تتابع القرارات وعلاقاتها.

3-2- مرحلة الترميز والتقدير: وتشمل:

- وضع رموز لكل فرع من فروع الشجرة؛
- تحديد احتمال حدوث كل نتيجة من النتائج المتوقعة لكل بديل؛
- تقدير مدى تتابع كل النتائج المتوقعة.

4- تحليل شجرة القرار: تتم عملية التحليل وفقا للخطوات الآتية:

- إيجاد القيم المتوقعة لكل بديل من خلال ضرب القيم المعطاة (النتائج) لكل بديل في احتمالات حدوث الظاهرة المتوقعة ثم تجمع نتائج الضرب وتوضع النتيجة للقيمة المتوقعة داخل ما يسمى بنقاط الأحداث أو الاتصال على الشجرة.
- المقارنة بين القيم المتوقعة داخل نقاط الأحداث واختيار أقلها في حالة التكلفة وأكبرها في حالة الربحية على أن توضع النتيجة داخل نقاط القرار.

- في حالة وجود أكثر من نقطة قرار فإنه لابد من تطبيق الخطوتين السابقتين واتخاذ القرارات المناسبة بشأنها.

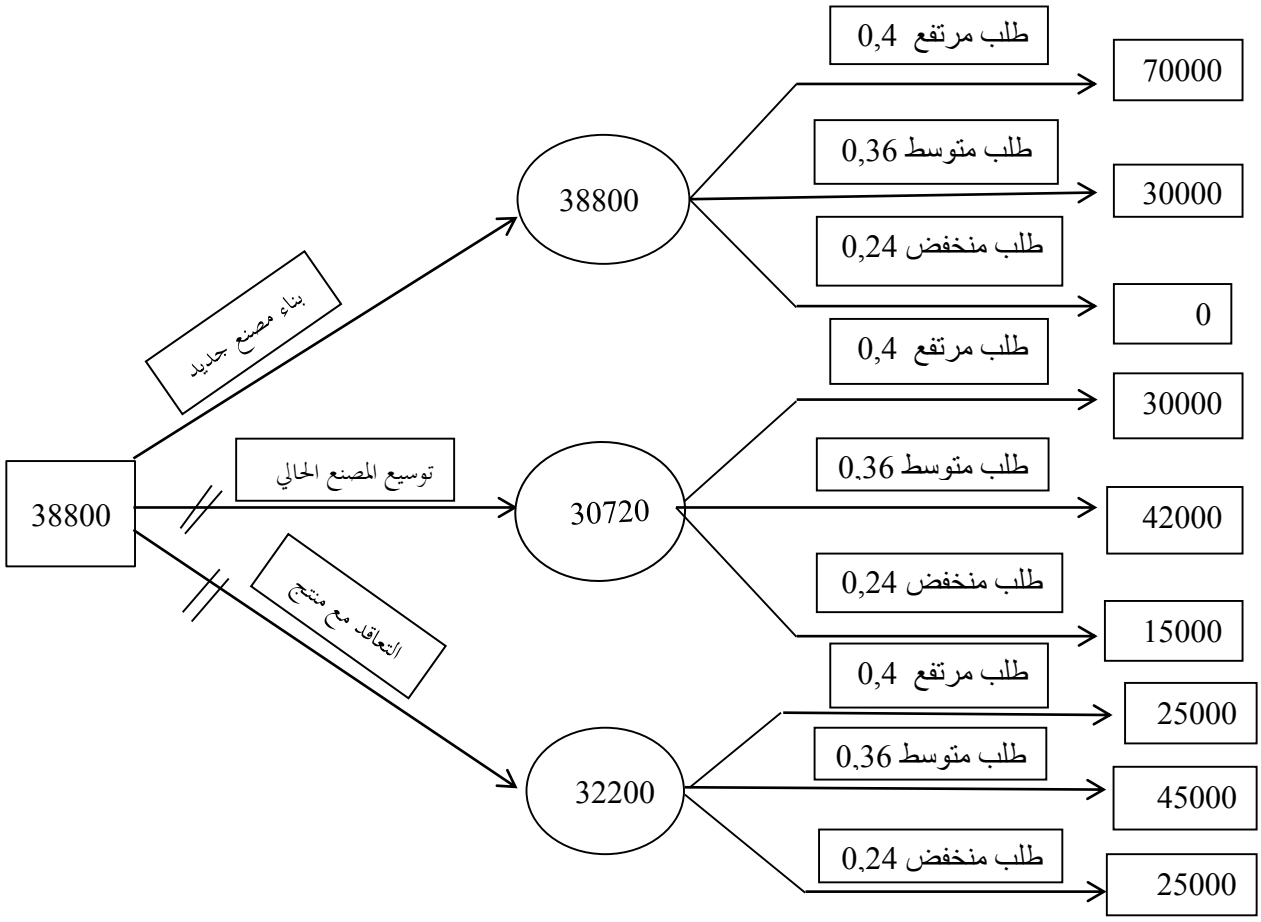
5- شجرة القرار في ظل ظروف المخاطرة: وهنا توجد نقطة أو أكثر من نقاط الأحداث التي تمثل حالات الطبيعة، ومعيار المفاضلة هنا هو معيار أفضل قيمة متوقعة حسب الهدف المراد تحقيقه.

5-1- شجرة القرار وحيدة الاستعمال: وهي تلك الشجرة التي تتضمن نقطة قرار واحدة فقط ونقطة أو أكثر من نقاط الأحداث المحتملة.

- **مثال تطبيقي:** المطلوب اتخاذ القرار المناسب لمصفوفة العوائد الموالية في حالة المخاطرة باستعمال أسلوب شجرة القرار.

البديل	حالات الطبيعة		
	طلب مرتفع	طلب متوسط	طلب منخفض
بناء مصنع جديد	70000	30000	0
توسيع المصنع الحالي	30000	42000	15000
التعاقد مع منتج آخر	25000	45000	25000
الاحتمال	0,40	0,36	0,24

- **الحل:**



5-2- شجرة القرارات متعددة المراحل: وهي تحتوي على سلسلة متعاقبة من القرارات وعلى نقطة واحدة على الأقل من نقاط الأحداث.

- **مثال تطبيقي:** شركة صناعية تحتاج لمادة كيميائية في صناعة منتجاتها، أمام الشركة بديلان: أن تستورد هذه المادة أو أن تنتج هذه المادة بنفسها.

يتوقف اختيار الشركة لأحد البديلين على مدى تأثير هذه المادة على مبيعاتها. وقد لوحظ وجود حالتين فقط لهذا التأثير: إما ايجابي أو سلبي. إذا أخذت الشركة بالبديل الأول فهناك احتمال قدره 0,6 لكي يكون التأثير إيجابيا ويكون عائد الشركة في هذه الحالة 400 ألف دينار وهناك احتمال قدره 0,4 لكي يكون التأثير سلبيا وتخسر الشركة في هذه الحالة 100 ألف دينار. أما إذا أخذت الشركة بالبديل الثاني وهو انتاج المادة بنفسها فإن عملية انتاجها تستغرق مدة من الزمن غير ثابتة، ولكن أظهرت الدراسة أن هذه المدة هي شهران أو أربعة أشهر وحسب دراسة إحصائية أولية قامت بها الشركة وجد ما يلي:

- هناك احتمال قدره 0,3 لإنتاج المادة بعد شهرين ويكون تأثيرها ايجابيا.
- هناك احتمال قدره 0,4 لإنتاج المادة بعد شهرين ويكون تأثيرها سلبيا.
- هناك احتمال قدره 0,15 لإنتاج المادة بعد أربعة أشهر ويكون تأثيرها ايجابيا.
- هناك احتمال قدره 0,15 لإنتاج المادة بعد أربعة أشهر ويكون تأثيرها سلبيا.

العوائد الإجمالية المتوقعة في الحالات الأربعة على الترتيب هي: 500 ألف دينار، 8 ألاف دينار، 800 ألف دينار، 120 ألف دينار ولكن هذه العوائد لا تأخذ بعين الاعتبار تكاليف إنتاج المادة التي تقدر بـ: 20 ألف دينار شهريا.

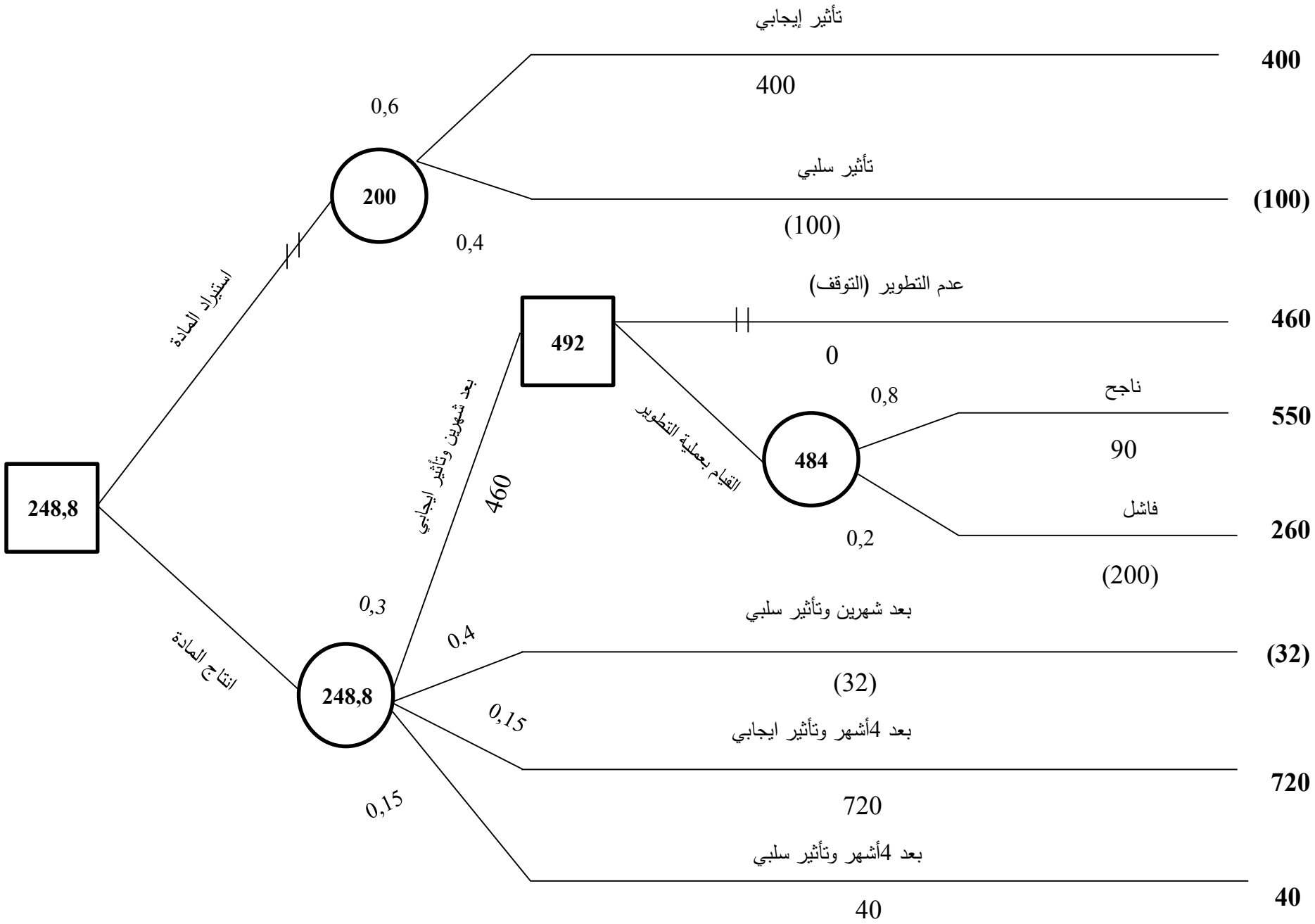
كما وجد أيضا أنه إذا تم إنتاج هذه المادة بعد شهرين وكان تأثيرها ايجابيا بإمكان الشركة التوقف عند هذه النقطة أو تقوم بعملية تطور طريقة إنتاج هذه المادة، فإذا تم التطوير فهناك احتمال 0,2 كي يكون التطوير فاشلا وتخسر الشركة في هذه الحالة 200 ألف دينار، أما احتمال أن يكون التطوير ناجحا فهو 0,8 وهو ما يوفر للشركة عائدا قدره 90 ألف دينار.

المطلوب: أرسم شجرة القرار وحدد أفضل البدائل للشركة إذا علمت أن الشركة تهدف إلى جعل عوائدها أكبر ما يمكن.

- **الحل:**

أفضل بديل حسب شجرة القرار المبينة أدناه هو القيام بإنتاج المادة، وإذا تم إنتاجها في شهرين وكان التأثير إيجابيا فعلى الشركة القيام بعملية تطوير إنتاج المادة، وكل ذلك بقيمة ربح متوقع قدرها 248800 دينار.

الأرقام بين قوسين () على الشجرة أدناه تعني قيما سالبة.


تأثير إيجابي
400
400
0,6
200
تأثير سلبي
(100)
(100)
0,4
استيراد المادة
عدم التطوير (التوقف)
492
460
0
0,8
ناجح
550
بعد شهرين وتأثير ايجابي
460
القيام بعملية التطوير
484
90
248,8
فاشل
260
0,2
(200)
0,3
بعد شهرين وتأثير سلبي
(32)
(32)
انتاج المادة
248,8
0,4
0,15
بعد 4أشهر وتأثير ايجابي
720
720
0,15
بعد 4أشهر وتأثير سلبي
40
40

IV- سلسلة تطبيقات المحور الثالث

- **التطبيق الأول:** ترغب شركة صناعية في شراء آلة لإنتاج سلعة محددة ولديها ثلاث بدائل وهي:
  - شراء آلة كبيرة طاقتها 2000 وحدة أسبوعيا والتكاليف الثابتة السنوية 100ألف ون أما التكاليف المتغيرة 8 ون للوحدة الواحدة.
  - شراء آلة متوسطة طاقتها 1280 وحدة أسبوعيا والتكاليف الثابتة السنوية 80ألف ون أما التكاليف المتغيرة 10 ون للوحدة الواحدة.
  - شراء آلة صغيرة طاقتها 500 وحدة أسبوعيا والتكاليف الثابتة السنوية 40ألف ون أما التكاليف المتغيرة 11 ون للوحدة الواحدة.

فإذا كانت مستويات الطلب المتوقعة أسبوعياً هي 500 وحدة أو 1280 وحدة, أو2000 وحدة وكان سعر البيع للوحدة في السوق 20 ون، كما أن كل وحدة إنتاجية لا تنتج أكثر من الطلب المتوقع حتى ولو أن طاقتها الانتاجية أكبر من ذلك، والسنة 50 أسبوعا.

المطلوب:

✓ بناء جدول النتائج (مصفوفة الأرباح).

✓ تحديد القرار الأمثل وفق القيمة المتوقعة للعائد وما قيمة المعلومات الإضافية التامة؟ مع العلم أن مستويات الطلب المتوقعة أسبوعياً هي 500 وحدة باحتمال 0,25، و2000 وحدة باحتمال قدره ثلثي احتمال أن يكون الطلب مساو لـ 1280 وحدة

- **التطبيق الثاني:** أمام متخذ القرار جدول العائد الموالي:

البدائل عدد الوحدات المنتجة	عدد الوحدات المطلوبة			
	150	160	170	180
150	300	300	300	300
160	290	320	320	320
170	280	310	340	340
180	270	300	330	360

وبدراسة الطلب في فترات سابقة استطاعت الشركة تحديد عدد الوحدات المطلوبة كل يوم للمائة يوم السابقة والتي ظهرت كالآتي:

عدد الوحدات المطلوبة	150	160	170	180
عدد الأيام	20	40	25	15

المطلوب:

- تحديد البديل الأفضل في حالة المخاطرة.

- حساب مصفوفة الندم.
- حساب قيمة المعلومات الكاملة.

– **التطبيق الثالث:** فكر مستثمر في توسيع نطاق عمله من خلال انشاء مخازن مبردة، واستعان في ذلك بأحد المكاتب الاستشارية لوضع مخطط للعمل والتقديرات للفترات الزمنية بالأسابيع لكل نشاط، ابتداءا من عملية شراء الأرض وانتهاءا بعملية الطلاء، والتي كانت على الشكل الآتي:

النشاط	الفعالية السابقة	وصف النشاط	الوقت متفائل	الوقت المتشائم	الوقت الأكثر احتمالا
A	-	شراء الأرض	3	5	4
B	A	اعداد خريطة البناء	1	5	3
C	B	اجازة البناء	4	7	6
D	B	تقديم طلب القرض إلى البنك	2	8	5
E	D	التعاقد مع مقاول	1	3	2
F	C	شراء المواد الإنشائية	4	8	6
G	F	طلب أجهزة التبريد	10	20	13
H	F	حفر وصب الأسس	4	12	5
I	E ,H	بناء الجدران	4	8	6
J	I	التسقيف	8	14	11
K	G	نصب أجهزة التبريد	6	14	10
L	K ,J	الطلاء	3	7	5

المطلوب:

- ما الفرق بين أسلوب المسار الحرج وأسلوب PERT.
- رسم شبكة PERT للمشروع.
- تحديد المسار الحرج والوقت الذي يستغرقه.
- أوجد احتمال انجاز المشروع في 53 وفي 45 أسبوعا على التوالي.

– **التطبيق الرابع:** الجدول الموالي يعرض تسلسل الأنشطة للمسار الحرج لمشروع ما.

رمز النشاط	تقديرات الزمن بالأيام			الزمن المتوقع للنشاط	$\left\|\frac{P-O}{6}\right\|$
	المتفائل	الأكثر احتمالا	المتشائم		
A	6,3	?	?	12,3	3,20
C	26	?	46	34	?
G	40	?	68	56	?
H	10,3	18	21,5	?	?
K	?	10	14	?	1,33
L	10	?	30	20	?

المطلوب:

- إكمال الجدول السابق مع تحديد الزمن المتوقع للمشروع.
- حساب احتمال تنفيذ المشروع في 160 يوم وفي 145 يوم.

- **التطبيق الخامس:** السيد موسى مدير وكالة عقارية هامة في شمال الجزائر. أبلغه أحد الزبائن نيته في بيع أملاكه الثلاثة وحدد قيمة هذه الأملاك كما يلي:

– منزل الشراقة: A = 500000ون– منزل البليدة: B =300000ون– منزل تيبازة: C=125000ون

سوف تستفيد الوكالة من 4% من ثمن البيع وحددت لها الشروط التالية:

ينبغي على الوكالة بيع منزل تيبازة قبل كل شيء. إذا لم يتم بيع منزل تيبازة في أجل شهر واحد فسوف تخسر الوكالة حقوقها ويستحيل بيع الأملاك المتبقية. في الحالات الأخرى، يمكن الكف عن البيع بعد بيع منزل تيبازة أو محاولة بيع منزلا البليدة والشراقة حسب نفس القاعدة. نفس الظرف تسود العملية بعد بيع منزلين.

بحكم خبرته وبعد الاطلاع على معلوماته السابقة، قدر السيد موسى ثلاث حالات ممكنة:

- احتمال بيع منزل تيبازة 0.6 تكلفة البيع 4000 ون.
- احتمال بيع منزل البليدة 0.7 تكلفة البيع 1000 ون.
- احتمال بيع منزل الشراقة 0.5 تكلفة البيع 2000 ون.

المطلوب: عرض السيد موسى هذه المشكلة عليك، بماذا تنصحه بقبول العقد أم رفضه.

- **التطبيق الخامس:** افترض أنك تريد أن تنتقل من نقطة 1 إلى نقطة 2 وأمامك طريقين أحدهما A والآخر B، وأنت متردد بين سلوك هذا الطريق أو ذاك، وتفكر لو سلكت A وكان مزدحما هل أنتقل منه إلى الطريق الفرعي D، وإذا سلكت الطريق B وكان مزدحما هل أنتقل منه إلى الطريق الفرعي C؟ من خلال خبرتك السابقة في هذه الطرق فأنت تعرف كم من الوقت بالدقائق يستغرق الذهاب عبر كل طريق إذا كان مزدحما وإذا لم يكن مزدحما، فالرحلة عبر الطرق (A، B، C، D) تستغرق 30، 40، 50، 55 إذا لم تكن مزدحمة، وتستغرق 90، 70، 65، 80 إذا كانت مزدحمة. وأنت تعلم أيضا أن احتمالية ازدحام هذه الطرق هي 40%، 20%، 10%، 25%.

المطلوب: كيف يمكنك أن تختار الطريق الأسرع؟

I- اتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد التام باستعمال مصفوفة القرار

1- المعايير الأكثر استعمالا لاتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد التام: في ظل ظروف عدم التأكد تكون الاحتمالات الخاصة بحدوث موقف من المواقف الممكنة غير معروفة تماما، ولاتخاذ القرار توجد عدة معايير يمكن للمؤسسة استعمالها في ظل هذه الظروف، أكثرها استعمالا المعايير الآتية:

1-1- معيار المتفائل: وهنا يفترض متخذ القرار أن كل الظروف المحيطة بالقرار جيدة ويختار أفضلها.

1-2- معيار المتشائم: وهنا يفترض متخذ القرار أن كل الظروف المحيطة بالقرار سيئة ويختار أفضل هذه الظروف.

1-3- معيار لابلاس أو الإحتمالات المتساوية (probabilités équivalentes): هنا يعتبر متخذ القرار أن المستقبل مجهول أمامه ولا توجد أسباب لتمييز حالة عن أخرى، لذلك يعطي احتمالات متساوية لكل حالة من حالات الطبيعة.

1-4- معيار الواقعية هرويز: وهو معيار توافقي بين المتفائل والمتشائم حيث يضع متخذ القرار معامل الواقعية α حيث α بين الصفر والواحد. فإذا كان المعامل قريبا من الواحد كانت النظرة متفائلة وإذا كان قريبا من الصفر كانت متشائمة.

1-5- معيار الندم أو الأسف أو معيار سافاج: تكون نظرة متخذ القرار تشاؤمية وفق هذا المعيار بالنسبة للمتغيرات المؤثرة بالقرار فهو يحاول جعل الندم الأعظمي في حدوده الدنيا وعادة ما يدعى الحد الأدنى لتكلفة الفرصة البديلة، وهي التكلفة التي تتم خسارتها عند اختيار البديل غير الأمثل ولذا يتم تشكيل مصفوفة خسارة الفرصة الضائعة، وذلك بأخذ أكبر قيمة في كل عمود وطرح بقية قيم العمود منها في حالة الأرباح، أما في حالة التكاليف فيتم تشكيلها بأخذ أقل قيمة في كل عمود وطرحها من بقية قيم العمود.

المعايير الأربعة الأولى تستنتج مباشرة من جدول القرار (بدائل ومواقف محتملة) دون صعوبة، أما المعيار الأخير يتطلب استعمال مصفوفة خسارة الفرصة البديلة.

2- استعمال المعايير الخمسة لاتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد (حالة تعظيم الأرباح): لتوضيح كيفية تطبيق المعايير الخمسة في حالة مصفوفة أرباح نستعين بالمثال التطبيقي الآتي:

- **مثال تطبيقي:** مؤسسة تواجه مشكلة اتخاذ القرار بشأن إنتاج منتوج جديد وعرضه على السوق وأمامها ثلاثة بدائل ممكنة:
  - بناء وحدة صناعية جديدة ذات الحجم الكبير في وسط البلاد؛
  - بناء وحدة صناعية جديدة ذات الحجم الصغير في شرق البلاد؛
  - عدم بناء أي وحدة والتخلّي على المنتوج الجديد.

  يقابل هذه الحلول الممكنة موقفان:

- ✓ المنتوج الجديد سوف يباشر باهتمام المستهلك ويقبل على شرائه؛
- ✓ المنتوج الجديد سوف لا يكون عليه طلب في السوق.

ترغب المؤسسة من وراء هذا المشروع زيادة في الأرباح ودرست الوضعية كما يلي:

- حالة بناء وحدة كبيرة مع اهتمام السوق بالمنتوج يؤدي لربح قدره 200000 دينار؛
- حالة بناء وحدة كبيرة مع عدم اهتمام السوق بالمنتوج يؤدي لخسارة قدرها 180000 دينار؛
- حالة بناء وحدة صغيرة مع اهتمام السوق بالمنتوج يؤدي لربح قدره 100000 دينار؛
- حالة بناء وحدة صغيرة مع عدم اهتمام السوق بالمنتوج يؤدي لخسارة قدرها 20000 دينار؛
- حالة التخلي عن المنتوج الجديد لا يحدث أي تغيير بالنسبة إلى إنتاجها السابق.

من خلال الوضعية السابقة وما تضمنته من معلومات، يمكن طرح جدول القرار الآتي:

البدائل	حالات الطبيعة	
	السوق يفضل المنتوج الجديد	السوق لا يفضل المنتوج الجديد
بناء وحدة كبيرة الحجم	200000	−180000
بناء وحدة صغيرة الحجم	100000	−20000
التخلي على أي إنتاج جديد	0	0

- **الحل:**

2-1- معيار المتفائل أو معيار أكبر قيمة للحدود القصوى (Max_i Max_j): يفترض متخذ القرار أن كل الظروف المحيطة بالقرار جيدة ويختار:

- أكبر عائد في كل بديل (تدعى الحدود القصوى)؛
- أقصى عائد من مجموع العوائد.

فيما يخص هذا المثال السابق، أولا نحسب أكبر عائد لكل بديل:

البدائل (A_i)	حالات الطبيعة (Q_j)		أكبر عائد لكل بديل
	السوق لا يقبل المنتوج (Q_1)	السوق يقبل المنتوج (Q_2)	
بناء وحدة إنتاج كبيرة (A_1)	−180000	200000	200000
بناء وحدة إنتاج صغيرة (A_2)	−20000	100000	100000
التخلي على المنتوج (A_3)	0	0	0

البدائل	Max_i
A_1	200000
A_2	100000
A_3	0

ثانيا نختار أقصى هذه القيم.

$$Max\ (200000,\ 100000,\ 0) = 200000$$

أكبر قيمة في الحدود القصوى هي: 200000 (نتيجة جد متفائلة)، وهي تقابل بناء وحدة إنتاج كبيرة، إذا البديل الأول هو الأمثل وفق المعيار المتفائل.

2-2- معيار متشائم أو معيار أكبر قيمة للحدود الدنيا ($Max_i\ Min_j$): يفترض متخذ القرار أن كل الظروف المحيطة بالقرار سيئة ويختار:

- أقل عائد في كل بديل (تدعى الحدود القصوى)؛
- أقصى عائد من مجموع العوائد الدنيا.

فيما يخص المثال السابق، أولا نحسب أقل عائد لكل بديل:

البدائل (A_i)	حالات الطبيعة (Q_j)		أقل عائد لكل بديل
	السوق لا يقبل المنتوج (Q_1)	السوق يقبل المنتوج (Q_2)	
بناء وحدة إنتاج كبيرة (A_1)	-180000	200000	-180000
بناء وحدة إنتاج صغيرة (A_2)	-20000	100000	-20000
التخلي على المنتوج (A_3)	0	0	0

البدائل	Min_j
A_1	-180000
A_2	-20000
A_3	0

ثانيا نختار أقصى هذه القيم.

$$\text{Max}\ (-180000, -20000, 0) = 3$$

أكبر قيمة في الحدود الدنيا هي: 0 (نتيجة جد متشائمة)، وهي تقابل التخلي عن المنتوج إذا البديل الثالث هو الأمثل وفق المعيار المتشائم.

2-3- معيار لابلاس أو الإحتمالات المتساوية: يعطي متخذ القرار احتمالات متساوية لكل حالة من حالات الطبيعة، وبذلك يتم:

- حساب العائد المتوسط في كل بديل؛
- اختيار أكبر عائد متوسط من مجموع العوائد.

أي اعتمادا على الصيغة التالية:

$$\text{Max}\ i = (X_{i1} + X_{i2} + X_{in}) / n$$

حيث n: عدد حالات الطبيعة .

فيما يخص المثال السابق، يحسب المعيار كما يلي:

البدائل (A_i)	حالات الطبيعة (Q_j)		العائد المتوسط لكل بديل
	السوق لا يقبل المنتوج (Q_1)	السوق يقبل المنتوج (Q_2)	
بناء وحدة إنتاج كبيرة (A_1)	−180000	200000	10000
بناء وحدة إنتاج صغيرة (A_2)	−20000	100000	40000
التخلي على المنتوج (A_3)	0	0	0

أولا نحدد متوسط العوائد المتوقعة لكل بديل:

$$L(A_1) = (200000 - 180000)/2 = 10000$$

$$L(A_2) = (100000 - 20000)/2 = 40000$$

$$L(A_3) = 0$$

ثانيا نختار أقصى قيمة متوقعة:

$$Max_i\ (10000, 40000, 0) = 40000$$

أكبر قيمة في متوسطات العوائد هي: 40000، إذا البديل الثاني هو الأمثل وفق هذا المعيار.

2-4- معيار الواقعية (هرويز): هنا يضع متخذ القرار معامل الواقعية α ويتم حساب معيار الواقعية وفقا للصيغة التالية:

معيار الواقعية = α (القيمة القصوى في الصف) + (α – 1) (القيمة الدنيا في الصف)

على أن يكون اختيار البديل الأفضل وفقا للآتي:

$$Max_i = \{Max_j(\alpha) + Min_j(1-\alpha)\}$$

فيما يخص المثال السابق، أولا بفرض (α= 0,8) يحسب المعيار كالآتي:

البدائل (A_i)	حالات الطبيعة (Q_j)		معيار الواقعية (H)
	السوق لا يقبل المنتوج (Q_1)	السوق يقبل المنتوج (Q_2)	
بناء وحدة إنتاج كبيرة (A_1)	−180000	200000	124000
بناء وحدة إنتاج صغيرة (A_2)	−20000	100000	76000
التخلي على المنتوج (A_3)	0	0	0

البدائل	Max_j	Min_j
A_1	200000	−180000
A_2	100000	− 20000
A_3	0	0

$$H(A_1) = [(-180000) * 0.2 + 200000 * 0.8] = 124000$$

$$H(A_2) = [(-20000) * 0.2 + 100000 * 0.8] = 76000$$

$$H(A_3) = 0$$

ثانيا نختار أقصى قيمة:

$$Max_i\ (124000, 76000, 0) = 124000$$

يقدم هذا المعيار إلى متخذ القرار إمكانية عكس رؤيته وإحساسه الشخصي حول البديل المحتمل. أكبر قيمة واقية هي: 124000 (إقامة وحدة كبيرة). إذا البديل الأول هو الأمثل وفق معيار الواقعية.

2-5- معيار الندم أو الأسف: ويهدف تدنية الندم الأعظمي بحيث يتم تشكيل مصفوفة خسارة الفرصة الضائعة وذلك بأخذ أكبر قيمة في كل عمود وطرح بقية قيم العمود منها، وبعدها يتم الاختيار بين البدائل كما يلي:

- أولا اختيار أقصى خسارة في كل بديل الخاصة خسارة الفرصة البديلة:

مصفوفة الندم (أو الفرصة الضائعة)

البدائل (a_i)	حالات الطبيعة (Qj)		أعظم خسارة لكل بديل (S)
	السوق لا يقبل المنتوج (Q_1)	السوق يقبل المنتوج(Q_2)	
بناء وحدة إنتاج كبيرة (a_1)	180000	0	180000
بناء وحدة إنتاج صغيرة (a_2)	20000	100000	100000
التخلي على المنتوج (a_3)	0	200000	200000

البدائل	Max_j
a_1	180000
a_2	100000
a_3	200000

- ثانيا اختيار أقل خسارة من مجموع الخسائر القصوى.

$$Min\ (180000, 100000, 200000) = 100000$$

أقل قيمة في الحدود القصوى للخسارة هي: 100000 (بناء وحدة صغيرة)، إذا البديل الثاني هو الأمثل وفق معيار تدنية الندم الأعظمي.

3- استعمال المعايير الخمسة لاتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد التام (حالة تدنية التكاليف):

لتوضيح كيفية تطبيق المعايير الخمسة في حالة مصفوفة تكاليف نستعين بالمثال التطبيقي الآتي:

- **مثال تطبيقي:** افترض أن لدى متخذ القرار مصفوفة التكاليف التالية لثلاث بدائل (A_i) وثلاث حالات طبيعة مستقبلية (Q_j) كما هو مبين في الجدول الآتي:

Q_j / A_i	Q_1	Q_2	Q_3
A_1	10000	2000	8000
A_2	12000	8000	3000
A_3	20000	1000	12000

المطلوب: ما هو القرار الأمثل وفق المعايير الخمسة علما أن البدائل المختلفة لها نفس العائد لكل حالة من حالات الطبيعة ولكن تختلف من ناحية التكلفة، كما أن متخذ القرار متفائل بنسبة 40%.

- **الحل:**

بما أن المصفوفة السابقة مصفوفة تكاليف فيمكن تطبيق المعايير الخمسة وفقا للآتي:

مصفوفة التكاليف

Q_j / A_i	Q_1	Q_2	Q_3
A_1	10000	2000	8000
A_2	12000	8000	3000
A_3	20000	1000	12000

3-1- معيار المتفائل (Max_i Max_j) أفضل الأفضل:

- أولا نختار أفضل التكاليف:

البدائل	Max_j
A_1	2000
A_2	3000
A_3	1000

- ثانيا نختار أفضل أفضل التكاليف:

Max_i (2000, 3000, 1000) =1000

وهي القيمة التي تقابل البديل الثالث كبديل أمثل حسب معيار المتفائل.

3-2- معيار المتشائم (Max_i Min_j) أفضل الأسوأ:

- أولا نختار أسوأ التكاليف:

البدائل	Min j
A_1	10000
A_2	12000
A_3	20000

- ثانيا نختار أفضل أسوأ التكاليف:

Max_i (10000, 12000, 20000) = 10000

وهي القيمة التي تقابل البديل الأول كأفضل بديل حسب معيار المتشائم.

3-1- معيار لابلاس (الاحتمالات المتساوية):

$$L(A_1) = (10000 + 2000 + 8000) /3 = 20000/3$$

$$L(A_2) = (12000 + 8000 + 3000) /3 = 23000/3$$

$$L(A_3) = (20000 + 1000 + 12000) /3 = 33000/3$$

وبما أن المصفوفة مصفوفة تكاليف نختار التكلفة الأدنى والتي تقابل البديل الأول كأفضل بديل حسب معيار لابلاس.

$$\text{Max i } (6666,67;\ 7666,67;\ 11000) = 6666,67$$

4-1- معيار هرويز: بما أن $\alpha = 0,4$، وبالاعتماد على نفس الصيغة في حالة الربح الآتية:

$$Max_i = \{Max_j (\alpha) + Min_j (1-\alpha)\}$$

البدائل	Max_j	Min_j
A_1	2000	10000
A_2	3000	12000
A_3	1000	20000

$$H (A_1) = 2000\ (0,4) + 10000\ (0,6) = 6800$$

$$H (A_2) = 3000\ (0,4) + 12000\ (0,6) = 8400$$

$$H (A_3) = 1000\ (0,4) + 20000\ (0,6) = 12400$$

$$Max_i\ (6800,\ 8400,\ 12400) = 6800$$

وهي القيمة التي تقابل البديل الأول كأفضل بديل حسب معيار الواقعية.

5- **معيار الندم:** أولا نشكل مصفوفة الندم، وفي حالة التكاليف نأخذ أقل قيمة في كل عمود ونطرحها من نفسها وباقي القيم، كما يلي:

مصفوفة الندم

Q j / A i	Q_1	Q_2	Q_3	أعظم خسارة لكل بديل (S)
A_1	0	1000	5000	5000
A_2	2000	7000	0	7000
A_3	10000	0	9000	10000

ثانيا نأخذ أسوأ أعظم القيم ($Min_i\ Max_j$) وفق الآتي:

البدائل	Max_j
A_1	5000
A_2	7000

A_2 10000

Min (5000, 7000, 10000) = 5000

وهي القيمة التي تقابل البديل الأول كأفضل بديل حسب معيار الأسف.

II- اتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد التام باستعمال نظرية الألعاب

1- تطور وماهية نظرية الألعاب: ترجع البدايات الأولى لنظرية الألعاب أو كما تسمى نظرية المباريات أيضا إلى بداية القرن العشرين، ومع ذلك تعتبر من الوسائل الحديثة لاتخاذ القرارات في الحالات والمواقف التي تتميز بوجود الصراع بين الوحدات المتنافسة المستقلة، وتعتبر نظرية الألعاب إحدى أهم طرق الرياضيات التطبيقية المستخدمة لحل مسائل الأعمال والاقتصاد، حيث تطبق على العلاقات بين الوحدات المتنافسة المستقلة (أفراد أو منظمات).

1-1- التطور التاريخي لنظرية الألعاب: ظهرت نظرية الألعاب **(Game Theory)** سنة 1922، خلال الحرب العالمية الأولى على يد العالم الفرنسي بوريل **(Emile Borel)** الذي كتب الكثير من المقالات عن ألعاب الصدفة، وبعد الحرب العالمية الثانية تطورت النظرية تطورا سريعا خاصة بعد التوصل إلى مفهوم البرمجة الخطية، ويعد أبو نظرية الألعاب الحقيقي هو عالم الرياضيات فون نيومان **(Von Neuman)** حيث برهن سنة 1928 أسس هذه النظرية، وتسمى بنظرية **(Minimax)** أي نظرية الأدنى الأعظمي، واشتهر عن طريق تأليفه عام 1944 كتاب نظرية الألعاب والسلوك الاقتصادي " **The Theory of Games and Behavior Economic**"، لاستكمال الجوانب التطبيقية الأخرى لهذه النظرية.

1-2- تعريف النظرية: تعددت تعريفات نظرية الألعاب، ومن بين أهم التعريفات نذكر:

- **التعريف الأول:** تعريف فون نيومان بأنها: مجموعة من العمليات الرياضية التي تهدف إلى إيجاد حل لموقف معين يحاول فيه الفرد جاهدا أن يضمن لنفسه حد أدنى من النجاح عن طريق أسلوبه في المعالجة رغم أن أفعاله وأسلوبه لا يستطيعان تحديد نتيجة الحدث بشكل كامل وإنما مجرد التأثير فيه.
- **التعريف الثاني:** هي خطة عمل شاملة تحدد للاعب ما يجب فعله في كل مرحلة من مراحل اتخاذ القرار، ومواجهة كل حالة يتعرض لها خلال المباراة.
- **التعريف الثالث:** هي عبارة عن تقنية تستخدم عند الرغبة في اتخاذ القرارات التي تتطلب أخذ استراتيجيات الأطراف الأخرى ذوي المصالح المتعارضة بعين الاعتبار.
- **التعريف الرابع:** هي تلك النظرية التي تنطلق من فكرة أساسية مفادها أن كل مدير يأمل في تعظيم الأرباح وتدنية الخسائر ونفس الشيء بالنسبة لمنافسه، لذا فإن المواقف التي يكون فيها متخذ القرار ملزم بالمفاضلة بين البدائل المتاحة التي تتم في إطار المنافسة لقرارات تتخذها شركات أخرى وبالتالي هناك مباراة في اتخاذ القرارات.

ويعني لفظ المباريات وجود صراع من نوع معين، بمعنى أن نجاح طرف معين يكون على حساب الطرف الآخر، ومن وجهة نظر الأطراف المشتركة فإن هذه النظرية تقوم على أساس أن الوصول إلى اتفاق معين (من بين مجموعة كبيرة جدا من الاتفاقات البديلة) أفضل من عدم وجود أي اتفاق، وبالتالي من صالح هؤلاء أن يتعاونوا مع بعضهم البعض للوصول إلى قرار معين.

ولنظرية الألعاب أهمية كبيرة فيما يسمى بالبحوث العملياتية **(Operation Research)** وفي العلوم الاقتصادية رغم أن أهميتها كانت تكمن في بداية الأمر في الأعمال ذات الطابع العسكري، إلا أنها ومع التطور التقني والمعرفي في مختلف المجالات ودخول أنظمة الحاسوب والمعلوماتية وسعت من مساحات انتشار واستخدامات هذه النظرية، وأصبحت من أهم الأدوات المساعدة لمتخذي القرار في ظل الظروف الاقتصادية المتعلقة بالتنافس الشرس بين مختلف القوى الإنتاجية في العالم، ومن بين الميادين التي تستخدم فيها هذه النظرية:

- الميادين الإدارية، التجارية، والصناعية.
- الميادين العسكرية والقرارات السياسية.
- ميادين علم الاجتماع وعلم النفس، والألعاب الرياضية، وغيرها من العلوم الحيوية الأخرى.

2- طريقة تمثيل الألعاب: يعتمد تمثيل المباريات على المفاهيم التالية:

2-1- الخطة: هي مجموعة من البرامج التي يتم من خلالها تحقيق أهداف جهة معينة في تعظيم أرباحها أو تدني خسائرها، ويكون لكل لاعب i مجموعة من الاستراتيجيات $Si= \{s_1,\dots,s_{ni}\}$.

2-2- عائد الخطة: يمثل العائد الصافي الذي تحققه الخطة، فإذا كان هدف الخطة تعظيم أرباح الوحدة الإنتاجية فإن عائد هذه الخطة يقاس بمقدار ما تحققه من ربح، أما إذا كان هدف الخطة زيادة قيمة المبيعات أو الإنتاج فإن عدد الخطة يتمثل في مقدار المبيعات أو الإنتاج الممكن تحقيقه بعد تنفيذ الخطة، ويكون لكل مجموعة من الاستراتيجيات عائد خاص باللاعب i.

2-3- مصفوفة عوائد الخطط: هي عبارة عن المجموعة المكونة من العوائد التي يمكن للجهة المعنية (المتنافسة) تحقيقها في ظل استخدام مختلف التوليفات من الخطط الممكنة لمقابلة خطط المتنافس الآخر، نتيجة لوجود مجموعة من اللاعبين $N=\{1,\dots,n\}$.

وفيما يلي مثال عن طريقة تمثيل لنظرية الألعاب:

		اللاعب2	
		U	V
اللاعب1	X	4.2	3.1
	Y	2.5	9.0

لدينا هنا لاعبان اللاعب الأول للصفوف واللاعب الثاني للأعمدة، وكل لاعب له استراتيجيتان محددتان بعدد الصفوف والأعمدة.

3- أنواع المباريات: هناك العديد من أنواع المباريات في نظرية الألعاب يمكن رصدها أهمها في الأنواع الآتية:

3-1- مباريات الحظ والمهارة: تعد المباراة مباراة حظ حتى متى ما اعتمدت نتيجة المباراة من هذا النوع على الحظ وحده ولا دخل للمهارة في تحديد نتيجة المباراة مثل سحب اليانصيب، ويقال على المباراة أنها مباراة ماهرة متى ما اعتمدت نتيجة المباراة من هذا النوع على المهارة وحدها ولا دخل فعلا للحظ في تحديد نتيجة المباراة مثل الألعاب الرياضية الفردية، أما مباراة الحظ والمهارة فإنها تشير إلى اعتماد المباراة على امتزاج الحظ بالمهارة مثل المعارك الحربية والتسويق.

3-2- المباريات الثنائية ذات الحصيلة الصفرية: هي تلك التي تتم بين طرفين متنافسين أو ذوي مصالح متعارضة، بحيث تكون الحصيلة الجبرية لعائد المباراة لكلا من الطرفين معا مساوية للصفر، أي أن مكاسب أحدهما لابد وأن تساوي خسائر الآخر، ومن أمثلة ذلك في مباريات كرة القدم إذا ربح أحد الفريقين بهدفين، بمعنى أن الفريق الآخر كانت خسارته بمقدار هدفين، مثال آخر إذا تنافس مشروعان على حجم سوق ثابت مثلا وفاز أحدهما بزيادة 10% في نصيبه في السوق فإن الآخر بالضرورة يكون قد خسر ما يعادل هذه النسبة من حصته في السوق.

3-3- المباريات الثنائية غير صفرية الحصيلة: هي تلك التي تتم بين طرفين متنافسين أو ذوي مصالح متعارضة، بحيث تكون الحصيلة الجبرية لعائد المباراة لكلا الطرفين معا غير مساوية للصفر، أي أن مكاسب أحدهما لا تساوي خسائر الآخر، ومن أمثلة ذلك أنه قد يترتب على حملة إعلامية يقوم بها أحد مشروعين متنافسين بزيادة مبيعاته بنسبة معينة ولكن النقص في مبيعات المنافسة يقل عن هذه النسبة أو يزيد عنها.

3-4- المباريات متعددة الأطراف: إذا زاد عدد المشاركين فيها أو المتنافسين على عائدها عن اثنين، وهي قد تكون ذات حصيلة صفرية، كما تكون ذات حصيلة غير صفرية موجبة أو سالبة.

3-5- المباريات الصافية: وهي المباريات التي نصل فيها إلى وضع التوازن مباشرة من خلال استخدام كل طرف لاستراتيجية واحدة.

3-6- المباريات المختلطة: هي المباريات التي نصل فيها إلى وضع التوازن من خلال استخدام كل طرف لأكثر من استراتيجية أو توزيع الوقت على أكثر من استراتيجية واحدة.

4- طرق التوصل إلى حل مسائل نظرية الألعاب: قبل التطرق إلى أساليب الحل يجب التذكير بأهم افتراضات نظرية المباريات:

- عدد المشاركين في المباريات محدد؛
- لا يتصل اللاعبون بعضهم بالبعض الآخر أي أن ما يختاره اللاعب الأول من استراتيجيات لا يعرف به اللاعب الآخر؛

- لكل لاعب عدد محدد من الاستراتيجيات المتاحة أمامه؛
- قرارات جميع اللاعبين تتخذ في نفس الوقت؛
- كل لاعب يمارس قدرا محددا من التحكم وعليه أن يستخدم هذا القرار في التحكم بأفضل طريقة ممكنة أي اختيار أفضل استراتيجية بحيث تحقق له أفضل عائد؛
- إن قرار كل لاعب سيؤثر عليه فيما يحققه من ربح كما يؤثر على اللاعب الآخر؛
- قد يجد أحد المنافسين نفسه مضطرا إلى أن يلتزم بما يسمى استراتيجية صرفة **(Pure Strategy)** في تصرفاته قبل المنافس الذي قد يضطر إلى إتباع استراتيجية صرفة هو الآخر أو إتباع استراتيجية مختلطة **(Mixed strategy)**.

4-1- قانون أدنى الأقصيات وأقصى الأدنيات وقيمة المباراة: نستطيع التوصل إلى الاستراتيجيات المثلى لكل من المتنافسين بتطبيق قانون أدنى الأقصيات وأقصى الأدنيات، ولتوضيح هذا القانون نستعين بالمثال التطبيقي الموالي لمباريات ثنائية صفرية الحصيلة أين تعتبر مكاسب أحد المتنافسين بالضرورة معادلة وممثلة لخسائر المتنافس الآخر.

- **مثال تطبيقي:** يتنافس مصنعان للألبسة مع بعضهما البعض من أجل طرح نوعين من الألبسة لكل منهما وقد دارت بينهما عمليات المنافسة التالية: إذا طرح المصنع الأول البدلة X_1 وطرح المصنع الثاني البدلة Y_1 فإن ذلك يعني تحقق نتيجة مالية مقدارها(1-) وحدة نقدية. أما إذا طرح المصنع الأول البدلة X_1 وطرح المصنع الثاني البدلة Y_2 فإن ذلك يعني تحقق نتيجة مالية مقدارها(4) وحدة نقدية. وفي حال طرح المصنع الأول البدلة X_2 وطرح المصنع الثاني البدلة Y_1 فإن ذلك يعني تحقق نتيجة مالية مقدارها(3) وحدة نقدية. **وإذا** طرح المصنع الأول البدلة X_2 وطرح المصنع الثاني البدلة Y_2 فإن ذلك يعني تحقق نتيجة مالية مقدارها (2 -) وحدة نقدية.

وبهذا تكون نتائج عمليات المنافسة أعلاه ضمن مصفوفة الدفع التالية، والتي يكون فيها المصنع الأول منافس الأرباح والمصنع الثاني منافس الخسائر:

المصنع الأول	المصنع الثاني	
	Y_1	**Y_2**
X_1	-1	4
X_2	3	-2

يتم حساب قيمة المبارات لكل لاعب (V_1, V_2) من خلال الحسابات التالية:

بالنسبة للاعب الأول:

a_{ij}	Min	Max	
$(a_{11}= -1)$ $(a_{12} = 4)$	-1		
		-1	أي أن: $V_1=-1$
$(a_{21}= 3)$ $(a_{22}=-2)$	-2		

بالنسبة للاعب الثاني: أي أن: $V_1 \neq V_2$

aij	Min	Max	
$(a_{11}= -1)$	3		
$(a_{12} = 3)$			
$(a_{21}= 4)$	4		
$(a_{22}=-2)$			
		4	أي أن: $V_2=4$

4-2- طرق حل الاستراتيجيات المختلطة: يلاحظ من حل المثال التطبيقي السابق عدم وجود نقطة التقاء، كما لا تتوافر قواعد السيطرة والاختزال لكون مصفوفة الدفع رباعية، لذلك يتم اللجوء إلى أحد طرق حل الاستراتيجيات المختلطة، وهي الطريقة الجبرية أو التحليلية والتي يمكن تطبيقها وفق الخطوات الآتية:

- **أولا:** نفرض أن المصنع الأول يختار الاستراتيجية X_1 باحتمال قدره P_1 ويختار الاستراتيجية X_2 باحتمال قدره P_2، علما أن $(P_1+P_2=1)$، وأن $(P_2= 1-P_1)$.
- **ثانيا:** إن القيمة المتوقعة لربح المصنع الأول في حالة إتباع المصنع الثاني الاستراتيجية الأولى تساوي: $(-P_1+3P_2)$، وهي القيمة المتوقعة لربح المصنع الأول التي يمكن التعبير عنها كما يلي:

$$-P_1+3(1-P_1) = P_1+3-3P_1= 3-4P_1$$

أما القيمة المتوقعة لربح المصنع الأول في حالة إتباع المصنع الثاني الاستراتيجية الثانية تساوي:$(4P_1-2P_2)$، وهي القيمة المتوقعة لربح المصنع الأول التي يمكن التعبير عنها كما يلي:

$$4P_1-2(1-P_2) =4P_1-2+2P_1= 6P_1-2$$

- **ثالثا:** أفضل عائد للمصنع الأول يقوم على أساس تساوي القيمة المتوقعة لربحه في الحالتين السابقتين أي أن:

$$3-4P_1=-2+6P_1$$

وبعد التبسيط نحصل على:

$$3+2 = 4P_1+6P_1$$
$$5 =10P_1$$
$$P_1= 5/10 =1/2$$

ومنه نجد أيضا أن:

$$P_2= 1-1/2 =1/2$$

هذا يعني أنه لو تكررت المنافسة بين المصنع الأول والمصنع الثاني 10 مرات، فإن على إدارة المصنع الأول إتباع الاستراتيجية الأولى X_1 (5مرات) بشكل عشوائي والاستراتيجية الثانية X_2 (5مرات) أيضا بشكل عشوائي.

- **رابعا:** قيمة المباراة تساوي (1). وقد تم حساب هذه القيمة للمباراة كما يلي:

القيمة المتوقعة لربح المصنع الأول في حالة إتباع المصنع الثاني الاستراتيجية الأولى هي: $(3-4P1)$، وبالتعويض بقيمة P_1 نحصل على: $-2+6(1/2)= -2+3=1$

يتم إعادة نفس الخطوات السابقة بالنسبة للمصنع الثاني وذلك كما يلي:

- **أولا:** نفرض أن المصنع الأول يختار الاستراتيجية Y_1 باحتمال قدره Q_1 ويختار الاستراتيجية Y_2 باحتمال قدره Q_2، علما أن $(Q_1+Q_2=1)$، وأن $(Q_2= 1-Q_1)$.
- **ثانيا:** إن القيمة المتوقعة لخسارة المصنع الثاني في حالة إتباع المصنع الأول الاستراتيجية الأولى هي:

$$-Q_1+ 4Q_2 = -Q_1+4(1- Q_1) = - Q_1+4- 4Q_1 = 4-5Q_1$$

وبنفس الطريقة السابقة أيضا في حالة إتباع المصنع الأول الاستراتيجية الثانية:

$$3Q_1-2Q_2 = 3Q_1-2(1-Q_1) = 3Q_1-2+2Q_1= 5Q_1-2$$

- **ثالثا:** أفضل عائد للمصنع الثاني يقوم على أساس تساوي القيمة المتوقعة لربحه في الحالتين السابقتين، وعليه فإن:

$$4-5Q_1 = 5Q_1-2$$
$$10Q_1 = 6$$
$$Q_1 = 3/5$$

وهذا يعني أنه لو تكررت المنافسة 5 مرات فإن على المصنع الثاني إتباع الاستراتيجية الأولى Y_1 بمقدار ثلاث مرات والثانية Y_2 بمقدار مرتان وذلك بشكل عشوائي.

- **رابعا:** نتيجة المنافسة سوف تفضي إلى تحقيق القيمة (1)، وذلك كما يلي:

$$4-5Q_1 = 4-5\ (3/5\ ) = 1$$
$$5Q_1-2 = 5(3/5)-2 = 1$$

5- تعدد البدائل أمام المتنافسين والبدائل المهيمنة (المسيطرة): قد تتعدد البدائل أمام المتنافسين في المباراة ولا تكون الاستراتيجيات المثلى استراتيجيات صرفة؛ بحيث يتحقق التوازن بتعادل أدنى الأقصيات مع أقصى الأدنيات، ويقتضي الأمر في ظل هذه الظروف أن يقوم كل متنافس بتحليل البدائل لاستبعاد غير الفعال منها والإبقاء على البدائل المهيمنة **(Dominant)** قبل البحث عن الاستراتيجية المثلى التي يجب إتباعها. ويكون بديل ما مهيمنا على بديل أو بدائل أخرى من وجهة نظر متنافس معين إذا كان كل عنصر من عناصر متجه عائد هذا البديل في مصفوفة العائد يفوق على الأقل العنصر المماثل في متجه البديل أو البدائل الأخرى.

- **مثال تطبيقي:** لتكن لدينا مصفوفة الدفع الآتية أين تمثل الشركة 1 متنافس الأرباح في حين تمثل الشركة 2 متنافس الخسائر.

الشركة 1	الشركة 2			
	إستراتيجية X	إستراتيجية Y	إستراتيجية W	أدنى مكاسب ش1
استراتيجية I	5	−6	9	−6
استراتيجية II	−4	8	−4	−4
استراتيجية III	4	−7	8	−7
أقصى خسائر ش2	5	8	9	

يلاحظ من حل المثال التطبيقي السابق عدم وجود نقطة التقاء (V_1=-4≠ V_2=5)، كما لا يمكن اللجوء إلى أحد إلى أحد طرق حل الاستراتيجيات المختلطة والتي يمكن تطبيقها في وجود مصفوفة دفع رباعية فقط، وهنا نلجأ لاستخدام قواعد السيطرة والاختزال للوصول إلى نقطة إلتقاء.

من خلال هذا الجدول السابق يتضح بأن البديل I يهيمن على البديل III من وجهة نظر (ش1) حيث:

$$-6 > -7,\ 5 > 4,\ 9 > 8$$

وهذا يعني أنه إذا كانت الشركة (ش1) لها أن تختار بين البديلين فهو دائما سوف تختار I لأنه يهيمن على III.

نلاحظ أيضا أن البديل X من وجهة نظر (ش2) يهيمن على البديل W لها، ذلك مع تذكر أن العوائد الموجبة من وجهة نظر (ش1) هي العوائد السالبة من وجهة نظر (ش2) وبذلك نجد أن:

$$-5 > -9\ ,\ 4 = 4,\ \ -4 > -8$$

وهذا يعني أنه إذا كانت الشركة (ش2) لها أن تختار بين (X, W) فهي ستختار X بصفة دائمة، وبالتالي فهي لن يعتد بوجود W عند تحديد استراتيجيتها المثلى ويترتب على ذلك أن تصبح مصفوفة العائد الفعالة في هذه المباراة موضحة في الجدول الموالي.

الشركة 1	الشركة 2		
	إستراتيجية X	إستراتيجية Y	أدنى مكاسب ش1
استراتيجية I	5	−6	−6
استراتيجية II	−4	8	−4
أقصى خسائر ش2	5	8	

وحيث أن أدنى الأقصيات مازال لا يتفق مع أقصى الأدنيات، فإن المباراة ليس لديها نقطة توازن مشتركة (V_1=-4≠ V_2=5)، وبالتالي تكون الاستراتيجيات المثلى فيها مختلطة، لذلك يتم اللجوء إلى أحد طرق حل الاستراتيجيات المختلطة، وهي الطريقة الجبرية والتي يمكن تطبيقها لأن مصفوفة الدفع أصبحت رباعية بعد اختزالها، وفق الخطوات السابقة وكالآتي:

- **أولا:** نفرض أن الشركة (1) تختار الاستراتيجية I باحتمال قدره P_1 وتختار الاستراتيجية II باحتمال قدره P_2، علما أن ($P_1+P_2=1$)، وأن ($P_2= 1-P_1$).
- **ثانيا:** إن القيمة المتوقعة لربح الشركة (1) في حالة إتباع الشركة (2) الاستراتيجية X تساوي:

($5P_1-4P_2$)، وهي القيمة المتوقعة لربح الشركة (1) التي يمكن التعبير عنها كما يلي:

$$5P_1-4(1-P_1) = 5P_1-4+4P_1= -4+9P_1$$

أما القيمة المتوقعة لربح الشركة (1) في حالة إتباع الشركة (2) الاستراتيجية Y تساوي:

($-6P_1+8P_2$)، وهي القيمة المتوقعة لربح الشركة (1) التي يمكن التعبير عنها كما يلي:

$$-6P_1+8(1-P_2) = -6P_1+8-8P_1 = -14P_1+8$$

- **ثالثا:** أفضل عائد للشركة (1) يقوم على أساس تساوي القيمة المتوقعة لربحها في الحالتين السابقتين أي أن:

$$-4+9P_1=-14P_1+8$$

وبعد التبسيط نحصل على:

$$-4-8 = -14P_1-9P_1$$
$$-12 = -23P_1$$
$$P_1 = 12/23$$

ومنه نجد أيضا أن:

$$P_2 = 1-12/23 = 13/23$$

- **رابعا:** قيمة المباراة تساوي (16/23). وقد تم حساب هذه القيمة للمباراة كما يلي:

القيمة المتوقعة لربح الشركة (1) في حالة إتباع الشركة (2) الاستراتيجية X هي: $(-4+9P_1)$، وبالتعويض بقيمة P_1 نحصل على: $-4+9(12/23) = 16/23$

يتم إعادة نفس الخطوات السابقة بالنسبة للشركة (2) وذلك كما يلي:

- **أولا:** نفرض أن الشركة (2) تختار الاستراتيجية X باحتمال قدره Q_1 وتختار الاستراتيجية Y باحتمال قدره Q_2، علما أن $(Q_1+Q_2=1)$، وأن $(Q_2= 1-Q_1)$.
- **ثانيا:** إن القيمة المتوقعة لخسارة الشركة (2) في حالة إتباع الشركة (1) الاستراتيجية I هي:

$$5Q_1- 6Q_2 = 5Q_1-6(1- Q_1) = 5Q_1-6+6Q_1 = -6+11Q_1$$

وبنفس الطريقة السابقة أيضا في حالة إتباع الشركة (1) الاستراتيجية II:

$$-4Q_1+8Q_2 = -4Q_1+8(1-Q_1) = -4Q_1+8-8Q_1 = -12Q_1+8$$

- **ثالثا:** أفضل عائد للشركة (2) يقوم على أساس تساوي القيمة المتوقعة لربحها في الحالتين السابقتين، وعليه فإن:

$$-6+11Q_1 = -12Q_1+8$$
$$23Q_1 = 14$$
$$Q_1 = 14/23$$

- **رابعا:** نتيجة المنافسة سوف تفضي أيضا إلى تحقيق القيمة (16/23)، وذلك كما يلي:

$$-6+11Q_1 = -6+11\ (14/23) = 16/23$$

وتكون الاستراتيجيات المثلى وقيمة المباريات من وجهة نظر كل من الشركتين كالآتي:

الشركة	ش1	ش2
الاستراتيجية المثلى	(11/23، 12/23)	(9/23، 14/23)
قيمة المباراة	16/23	16/23

ومن الواضح أن استبعاد البدائل غير الفعالة والإبقاء على البدائل المهيمنة يسهل من أمر تحديد الاستراتيجيات المثلى للمتنافسين، وما لم يتم استبعاد III و W من المباراة كبدائل فير فعالة لأصبح أمر تحديد الاستراتيجية المثلى لكل من المشروعين بالغ التعقيد بالطريقة الجبرية.

III- سلسلة تطبيقات المحور الرابع

- **التطبيق الأول:** شركة لصناعة الحليب ومشتقاته لغرض التوسع تريد شركة شراء آلة جديدة وأمامها بديلان للمفاضلة بينهما:
  - **البديل الأول:** شراء الآلة (1) ذات طاقة إنتاجية عالية، تكلفتها الاستثمارية 400 ألف دينار.
  - **البديل الثاني:** شراء الآلة (2) ذات طاقة إنتاجية منخفضة، تكلفتها الاستثمارية 210 ألف دينار.

فإذا كانت القيمة الحالية للتدفقات النقدية الإجمالية لهاتين الآلتين كما هو موضح بالجدول الآتي:

	الآلة 1	الآلة 2
الطلب مرتفع	850000	340000
الطلب متوسط	250000	170000
الطلب منخفض	100000	100000

المطلوب:

- ✓ تحديد مصفوفة الأرباح.
- ✓ ما هو القرار الأمثل وفق المعايير المتاحة في حالة عدم التأكد التام؟

- **التطبيق الثاني:** ترغب شركة مكيفات في زيادة إنتاجها وأمامها عدة بدائل، الجدول التالي يوضح العائد عن كل بديل وفي كل حالة من حالات الطبيعة:

البديل	**حالات الطبيعة**		
	طلب منخفض	**طلب متوسط**	**طلب مرتفع**
بناء مصنع جديد	- 120000	70000	150000
توسيع المصنع الحالي	- 80000	65000	90000
التعاقد مع منتج آخر	0	30000	45000

المطلوب:

- تحديد البديل الأمثل في حالة عدم التأكد باستعمال المعايير الخمسة، علما أن ($\alpha = 50\%$).

- **التطبيق الثالث:** لتكن لديك مصفوفة العائد التالية:

البديل	حالات الطبيعة			المتشائم	المتفائل	الاحتمالات المتساوية	معيار الواقعية
	Q_1	Q_2	Q_3				
A_1	-120000	150000			150000	33333,33	
A_2		90000	65000	-80000	90000		
A_3	0		30000			25000	

المطلوب:

- ملئ الفراغات المتبقية واتخاذ القرار الصائب باستعمال المعايير المعروفة في ظروف عدم التأكد التام، علما أن متخذ القرار متفائل بنسبة 50%.

- حساب مصفوفة الندم واتخاذ القرار وفقا لمعيار تدنية الندم الأعظمي.
- تحديد البديل الأمثل في حالة المخاطرة علما أن الطلب يكون مرتفعا باحتمال 37,5%، واحتمال أن يكون الطلب متوسط مساوٍ لـ: 2/3 احتمال أن يكون منخفضا.
- اتخاذ القرار بشراء المعلومات التامة من عدمه في حال عرضت عليك بقيمة 25000 ون.

– **التطبيق الرابع:** تتبارى جامعتين في مسابقة علمية رياضية فنية ولكل منها ثلاث فرق بالشكل الآتي:

- A فريق رياضي بالدرجة الأولى متوسط علميا وفنيا،
- B فريق علمي بالدرجة الأولى متوسط رياضيا وفنيا؛
- C فريق فني بالدرج الأولى متوسط علميا ورياضيا.

إذا علمت أن ما تربحه الجامعة الأولى تخسره الجامعة الثانية وهو ما تبينه مصفوفة الدفع (أرباح الجامعة الأولى) التالية:

استراتيجيات المؤسسة الأولى		استراتيجيات المؤسسة الثانية		
		A	B	C
	A	30	25	20
	B	25	30	35
	C	35	35	40

المطلوب:

✓ بيان القيمة الصرفة للمباراة وفق معيار المحافظ وتحديد أفضل فريق لكل مؤسسة.

✓ في حالة ما إذا سمح للمؤسستين المشاركة بفريقين أي، المطلوب تحديد قيمة المباراة.

– **التطبيق الخامس:** بهدف جذب المستهلكين الى نوع معين من المنتجات تتنافس شركتان هما الشركة A والشركة B وكل شركة بإمكانها:

- أولا استخدام التلفزيون في الدعاية؛
- ثانيا استعمال شبكة الأنترنيت؛
- ثالثا استعمال الاعلانات في الصحف المحلية.

وقد كانت مصفوفة الدفع كالآتي:

استراتيجيات الطرف A		استراتيجيات الطرف B		
		A	B	C
	A	2	−14	− 26
	B	−6	−2	18
	C	4	6	34

المطلوب:

✓ معرفة الاستراتيجية الخاصة بكل طرف والوصول الى قيمة التنافس بين الشركتين.

قائمة المراجع

1- أحمد عبد اسماعيل الصفار، ماجدة عبد اللطيف محمد، **الأساليب الكمية في الإدارة**، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، ط1، الأردن، 1999.

2- أحمد محمد المصري، **الإدارة الحديثة**، مؤسسة شباب الجامعة، الاسكندرية، مصر، 2004.

3- إسماعيل إبراهيم جمعة، زينات محمد محرم، **المحاسبة الإدارية ونماذج بحوث العمليات في اتخاذ القرارات**، الدار الجامعية، مصر، 2000.

4- إسماعيل بلال، **بحوث العمليات – استخدامات الأساليب الكمية في صنع القرار** – ، دار الجامعة الجديدة، مصر، 2008.

5- ثابت عبد الرحمن إدريس، **إدارة الاعمال- نظريات ونماذج وتطبيقات**، الدار الجامعية، مصر، 2005.

6- جمال الدين لعويسات، **الإدارة وعملية اتخاذ القرار**، دار الهومة للطباعة والنشر، الإمارات العربية المتحدة، 2005.

7- جمال عبد العزيز صابر، **بحوث العمليات في المحاسبة**، بدون دار النشر، مصر، 2009.

8- حمودي حاج صحراوي، **رياضيات المؤسسة كمدخل إلى التقنيات الكمية**، دار النشر جيطلي، ط 1، الجزائر، 2014.

9- خالد قاشي، **نظام المعلومات التسويقية (مدخل لاتخاذ القرار)** ، بدون دار النشر، الأردن، 2014.

10- خليل محمد العزاوي، **إدارة اتخاذ القرار الإداري**، دار كنوز للمعرفة والنشر والتوزيع، الأردن، 2006.

11- دلال صادق العواد، **حميد ناصر الفتال، بحوث العمليات**، دار اليازوري، الأردن، 2008.

12- رابح بوقرة ، **بحوث العمليات –مدخل لاتخاذ القرارات-**، ج2، مطبعة الثقة، الجزائر، 2012.

13- رابح بوقرة، **بحوث العمليات**، الجزء الأول، منشورات جامعة المسيلة، الجزائر،2009.

14- رزيقة مخوخ، **محاضرات في مقياس: نظرية القرار**، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة المسيلة، الجزائر، 2018/2017.

15- رشيق رفيق مرعي، فتحي خليل حمدان، **مقدمة في بحوث العمليات**، ط 1، الأردن، 1996.

16- سعد غالب ياسين، **نظم مساندة القرارات**، دار المناهج للنشر والتوزيع، الأردن، 2006.

17- سعدي رجال، **بحوث العمليات**، ط1، الجزائر، 2004.

18- سليمان محمد مرجان، **بحوث العمليات**، دار الكتب الوطنية، الطبعة الأولى، ليبيا، 2002.

19-سهيلة عبد الله سعيد، **الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات**، دار الحامد، ط 1، الأردن، 2007.

20-سيد صابر ثعلب، **نظم ودعم اتخاذ القرارات الإدارية**، دار الفكر للنشر والتوزيع، الأردن، 2011.

21-عبد الحي مرعي، إسماعيل إبراهيم جمعة، **نماذج المحاسبة الإدارية وبحوث العمليات في اتخاذ القرارات**، مؤسسة شباب الجامعة، مصر، 1992.

22-عبد الرحمان الصباح، **نظم المعلومات الإدارية**، دار زهران للنشر والتوزيع، الأردن، 2010.

23-محمد حافظ حجازي، **دعم القرارات في المنظمات**، دار الوفاء للنشر والطباعة، مصر، 2006.

24-محمد راتول، **بحوث عمليات**، ديوان المطبوعات الجامعية، ط2، الجزائر، 2006.

25-محمد صالح حناوي، محمد توفيق ماضي، **بحوث العمليات في تخطيط ومراقبة الإنتاج**، الدار الجامعية، مصر، 2006.

26-موفق أحمد مرزة، **أساسيات الأساليب الكمية في القرارات الإدارية**، دار مجدلاوي، ط 1، الأردن، 2010.

27-ناديا أيوب، **نظرية القرارات الإدارية**، منشورات جامعة دمشق، ط 4، سوريا، 2000.

28-نواف كنعان، **اتخاذ القرارات الإدارية بين النظرية والتطبيق**، دار الثقافة للنشر والتوزيع، الأردن، 2011.

29- Anderson, Sweeney, Williams, **an introdution to Management Science Quntitative Approaches to Decision Making** , seventh edition , West Publishing Company , USA, 1994.

30- Boualem Benmazouz, **Recherche Opérationnelle de Gestion**, Atlas Edition, ALGERIE, 1995.

31- Cause, **Le Management financier, Analyse, Décision, Contrôle**, Edition Siery, France, 1979.

32- Géraald .Baillageon**, Programmation Linéaire Appliquée Outil D'aide A la Décision**, édition SMG, Canada, 1996.

33- Hamdy A Taha, **Operations Research, an Introduction**, third edition, Macmillan Publishing Co.Inc, USA, 1982.

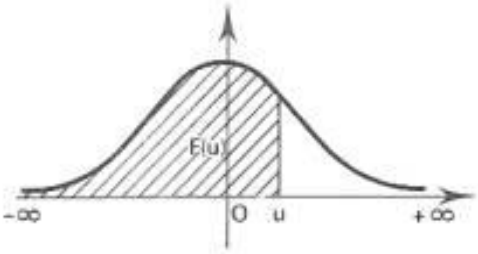
34- Jean Pierre Verdine et Autres, **Technique Quantitatives de Gestion**, Librerie Vuibert, France, 1985.

35- Michel Simonnard, **Programmation Linéaire Technique de Calcul économique**, Dunod, France,1972.

الملحق رقم (1): الجدول الإحصائي للتوزيع الطبيعي

F(*u*) : probabilité de trouver une valeur inférieure à *u* (probabilité cumulée), égale à la surface hachurée :

$$u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}.$$



L'emploi de cette table exige par conséquent la standardisation préalable de la valeur de X dont on veut connaître la probabilité cumulée; *u* se lit dans la première colonne pour sa partie entière et sa première décimale, la deuxième décimale se trouvant dans la première ligne.

u	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,500 0	0,504 0	0,508 0	0,512 0	0,516 0	0,519 9	0,523 9	0,527 9	0,531 9	0,535 9
0,1	0,539 8	0,543 8	0,547 8	0,551 7	0,555 7	0,559 6	0,563 6	0,567 5	0,571 4	0,575 3
0,2	0,579 3	0,583 2	0,587 1	0,591 0	0,594 8	0,598 7	0,602 6	0,606 4	0,610 3	0,614 1
0,3	0,617 9	0,621 7	0,625 5	0,629 3	0,633 1	0,636 8	0,640 6	0,644 3	0,648 0	0,651 7
0,4	0,655 4	0,659 1	0,662 8	0,666 4	0,670 0	0,673 6	0,677 2	0,680 8	0,684 4	0,687 9
0,5	0,691 5	0,695 0	0,698 5	0,701 9	0,705 4	0,708 8	0,712 3	0,715 7	0,719 0	0,722 4
0,6	0,725 7	0,729 0	0,732 4	0,735 7	0,738 9	0,742 2	0,745 4	0,748 6	0,751 7	0,754 9
0,7	0,758 0	0,761 1	0,764 2	0,767 3	0,770 4	0,773 4	0,776 4	0,779 4	0,782 3	0,785 2
0,8	0,788 1	0,791 0	0,793 9	0,796 7	0,799 5	0,802 3	0,805 1	0,807 8	0,810 6	0,813 3
0,9	0,815 9	0,818 6	0,821 2	0,823 8	0,826 4	0,828 9	0,831 5	0,834 0	0,836 5	0,838 9
1,0	0,841 3	0,843 8	0,846 1	0,848 5	0,850 8	0,853 1	0,855 4	0,857 7	0,859 9	0,862 1
1,1	0,864 3	0,866 5	0,868 6	0,870 8	0,872 9	0,874 9	0,877 0	0,879 0	0,881 0	0,883 0
1,2	0,884 9	0,886 9	0,888 8	0,890 7	0,892 5	0,894 4	0,896 2	0,898 0	0,899 7	0,901 5
1,3	0,903 2	0,904 9	0,906 6	0,908 2	0,909 9	0,911 5	0,913 1	0,914 7	0,916 2	0,917 7
1,4	0,919 2	0,920 7	0,922 2	0,923 6	0,925 1	0,926 5	0,927 9	0,929 2	0,930 6	0,931 9
1,5	0,933 2	0,934 5	0,935 7	0,937 0	0,938 2	0,939 4	0,940 6	0,941 8	0,942 9	0,944 1
1,6	0,945 2	0,946 3	0,947 4	0,948 4	0,949 5	0,950 5	0,951 5	0,952 5	0,953 5	0,954 5
1,7	0,955 4	0,956 4	0,957 3	0,958 2	0,959 1	0,959 9	0,960 8	0,961 6	0,962 5	0,963 3
1,8	0,964 1	0,964 9	0,965 6	0,966 4	0,967 1	0,967 8	0,968 6	0,969 3	0,969 9	0,970 6
1,9	0,971 3	0,971 9	0,972 6	0,973 2	0,973 8	0,974 4	0,975 0	0,975 6	0,976 1	0,976 7
2,0	0,977 2	0,977 9	0,978 3	0,978 8	0,979 3	0,979 8	0,980 3	0,980 8	0,981 2	0,981 7
2,1	0,982 1	0,982 6	0,983 0	0,983 4	0,983 8	0,984 2	0,984 9	0,985 0	0,985 4	0,985 7
2,2	0,986 1	0,986 4	0,986 8	0,987 1	0,987 5	0,987 8	0,988 1	0,988 4	0,988 7	0,989 0
2,3	0,989 3	0,989 6	0,989 8	0,990 1	0,990 4	0,990 6	0,990 9	0,991 1	0,991 3	0,991 6
2,4	0,991 8	0,992 0	0,992 2	0,992 5	0,992 7	0,992 9	0,993 1	0,993 2	0,993 4	0,993 6
2,5	0,993 8	0,994 0	0,994 1	0,994 3	0,994 5	0,994 6	0,994 8	0,994 9	0,995 1	0,995 2
2,6	0,995 3	0,995 5	0,995 6	0,995 7	0,995 9	0,996 0	0,996 1	0,996 2	0,996 3	0,996 4
2,7	0,996 5	0,996 6	0,996 7	0,996 8	0,996 9	0,997 0	0,997 1	0,997 2	0,997 3	0,997 4
2,8	0,997 4	0,997 5	0,997 6	0,997 7	0,997 7	0,997 8	0,997 5	0,997 9	0,998 0	0,998 1
2,9	0,998 1	0,998 2	0,998 2	0,998 3	0,998 4	0,998 4	0,998 9	0,998 5	0,998 6	0,998 6

Exemples de lecture

Pour $u = +0,92$, $F(u) = 0,821\,2$.
Pour $u = -0,92$, $F(u) = 1 - 0,821\,2 = 0,178\,8$.
Pour $F(u) = 0,602\,0$, $u \simeq +0,26$ (correspondant à $0,26\,\sigma + \bar{x}$).
Pour $F(u) = 0,352\,7$, $1 - F(u) = 0,647\,3$ et $u \simeq -0,38$.

العنوان	الصفحة
تمهيد	أ
المحور الأول: مفهوم نظرية اتخاذ القرارات وأهميتها	2
I. اتخاذ القرارات	2
1- تعريف اتخاذ القرار	2
2- أهمية ودوافع اتخاذ القرار	2
II. دوافع اتخاذ القرار	4
1- القرار الشخصي	4
2- القرار التنظيمي	4
III. أنواع القرارات	4
1- تصنيف H.Ansoff	4
2- تصنيف H.Simon	5
3- أنواع القرارات حسب ظروف صناعتها	5
IV. خطوات صنع القرار	7
1- الكشف عن المشكلة وتحديدها	7
2- تحديد البدائل الممكنة	8
3- تقييم البدائل المقترحة	8
4- اختيار البديل الأمثل	8
5- تنفيذ القرار ومتابعته	8
V. العوامل المؤثرة على عملية اتخاذ القرارات	9
1- العوامل المتعلقة بالمشكلة	9
2- العوامل المتعلقة بالبيئة	9
3- العوامل المتعلقة بشخصية متخذ القرار	9
VI. عناصر صنع ومكونات القرار	9
1- عناصر صنع القرار	9
2- مكونات اتخاذ القرار	10
VII. أساليب اتخاذ القرار	10

1- النموذج النظري (الوصفي) التقليدي	10
2- النموذج الكمي المعياري	12
VIII. سلسلة تطبيقات المحور الأول	15
المحور الثاني: اتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد التام	18
I. مدخل نظري للبرمجة الخطية كأسلوب لاتخاذ القرارات في ظل ظروف التأكد التام	18
1- مفاهيم ومصطلحات أساسية	18
2- عناصر نموذج البرمجة الخطية	19
3- الشكل العام للنموذج الخطي	21
II. البرمجة الخطية وتحليل الحساسية للطريقة البيانية (Graphical Method)	21
1- خطوات الحل باستخدام الطريقة البيانية	21
2- تحليل الحساسية للطريقة البيانية	22
III. البرمجة الخطية وتحليل الحساسية للطريقة المبسطة (Simplex Method)	26
1- خطوات الحل باستعمال الطريقة المبسطة	26
2- تحليل الحساسية للطريقة المبسطة	29
IX. سلسلة تطبيقات المحور الثاني	34
المحور الثالث: اتخاذ القرارات في ظل ظروف المخاطرة	36
I. اتخاذ القرار في ظل ظروف المخاطرة باستعمال مصفوفة القرار	36
1- أسلوب تعظيم القيم المتوقعة	36
2- القيمة المتوقعة للمعلومات الكاملة	37
3- أسلوب خسارة الفرصة البديلة المتوقعة	38
II. شبكات الأعمال/ أسلوب المسار الحرج (CPM) وأسلوب تقييم ومراجعة البرامج (PERT)	39
1- دور شبكات الأعمال في اتخاذ القرارات	39
2- المصطلحات والرموز المستخدمة في شبكات الأعمال	40
3- قواعد بناء شبكات الأعمال	40
4- مفهوم المسار الحرج والاختلاف بين الأسلوبين في تحديده	41
5- استعمال طريقة PERT في تحديد المسار الحرج	41

6- أسلوب PERT والأزمنة العشوائية	44
III. أسلوب شجرة القرارات	47
1- مفهوم وأهمية شجرة القرارات	47
2- الهيكل العام لشجرة القرارات	47
3- خطوات تكوين شجرة القرارات	48
4- تحليل شجرة القرارات	48
5- شجرة القرارات في ظل ظروف المخاطرة	49
IV. سلسلة تطبيقات المحور الثالث	52
المحور الرابع: أساليب اتخاذ القرارات في ظل ظروف عدم التأكد التام	55
I. اتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد التام باستعمال مصفوفة القرار	55
1- المعايير الأكثر استعمالا لاتخاذ في ظل ظروف عدم التأكد التام	55
2- استعمال المعايير الخمسة لاتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد التام (حالة تعظيم الأرباح)	55
3- استعمال المعايير الخمسة لاتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد التام (حالة تدنية التكاليف)	59
II. اتخاذ القرار في ظل ظروف عدم التأكد التام باستعمال نظرية الألعاب	62
1- تطور وماهية نظرية الألعاب	62
2- طريقة تمثيل الألعاب	63
3- أنواع المباريات	64
4- طرق التوصل إلى حل مسائل نظرية الألعاب	64
5- تعدد البدائل أمام المتنافسين والبدائل المهيمنة (المسيطرة)	67
III. سلسلة تطبيقات المحور الرابع	70
قائمة المراجع	72
الملاحق	74
الفهرس	75