الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد خيضر – بسكرة –
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير

قسم العلوم المالية و المحاسبية

محاضرات وتطبيقات في مقياس:
نظرية إتخاذ القرار

مطبوعة دروس
موجهة لطلبة السنة الثالثة ليسانس علوم مالية ومحاسبية
تخصص: مالية المؤسسة
السداسي الخامس

إعداد الأستاذة:

- ***دريدي أحلام***
  أستاذة محاضرة أ

الموسم الجامعي:2022-2023

تمهيد:

هذه المطبوعة هي عبارة عن محاضرات وتطبيقات في مقياس نظرية إتخاذ القرار الموجهة لطلبة السنة الثالثة مالية المؤسسة حيث يهدف هذا المقياس إلى تعريف الطلبة بمواضيع مهمة في هذا المقياس

هذه المطبوعة هي مجهود سنوات في تدريس هذا المقياس بعد الاطلاع على العديد من المراجع وإختيار أهم المواضيع التي تهم الطالب وترسخ المفاهيم المبدئية التي درسها في السنوات السابقة، ويتضمن برنامج المقياس عشر محاور مهمة للطالب حيث تطرقنا لمدخل لنظرية إتخاذ القرار تعرفنا فيه على مدارس إتخاذ القرار ومختلف المفاهيم المهمة في إتخاذ القرار ثم تطرقنا بالتفصيل لكل حالة من حالات إتخاذ القرار (التأكد التام، المخاطرة، وعدم التأكد) مع تقديم العديد من التمارين التي تساعد في الفهم الجيد، ثم تطرقنا لنظرية بايز، وشجرة القرار ونظرية المباريات ، وفي المحاور الأخيرة تطرقنا لنماذج بحوث العمليات ، ونماذج البرمجة متعددة الأهداف ، وقد تم التركيز على هذه المحاور لأهميتها الكبيرة ودورها في مساعدة متخذ القرار في إتخاذ القرار الأمثل

فهرس المحتويات

المحتويات	الصفحة
تمهيد	1
فهرس المحتويات	2
المحور الأول: مدخل لنظرية إتخاذ القرار	3
المحور الثاني: مدخل لمدارس التسيير في اتخاذ القرار	14
المحور الثالث: إتخاذ القرارات في حالة التأكد	21
المحور الرابع: إتخاذ القرار في حالة المخاطرة	24
المحور الخامس: إتخاذ القرارات في حالة التأكد	30
المحور السادس: إتخاذ القرار بإستخدام نظرية بايز	36
المحور السابع: إتخاذ القرار بإستخدام شجرة القرار	46
المحور الثامن: إتخاذ القرار بإستخدام نظرية المباريات	55
المحور التاسع: إتخاذ القرار بإستخدام نماذج بحوث العمليات	85
المحور العاشر: إتخاذ القرار بإستخدام البرمجة متعددة الأهداف	95
قائمة المراجع	124

المحور الأول: مدخل لنظرية اتخاذ القرار

لقد تطورت عملية اتخاذ القرار بشكل كبير بعد أن حاول فريدريك تايلور تطبيق طرق البحث العلمي في اتخاذ القرار عوضا عن الأحكام الشخصية والتخمين وبعد ذلك استمر التطور في نظرية القرارات بشكل عادي حتى بداية الخمسينات ومنذ الخمسينات اكتسب مفهوم اتخاذ القرارات أهمية كبرى، حيث أشار "بيتر دراكر" "Piter Drucker" إلى أن الفكر الإداري قد ركز اهتمامه قبل تلك الفترة على دراسة العلاقات الإنسانية في التنظيم ونظريات التنظيم والإدارة والتحليل الاقتصادي والنشاطات التي يمارسها المدير دون إعطاء الاهتمام الكافي لمفهوم اتخاذ القرارات وأساليب اتخاذها كجزء أساسي من عمل المدير.

وتعرف نظرية القرارات بأنها علم وفن صناعة القرار الإداري الذي يتناول أسس وقواعد عملية اتخاذ القرار الإداري ومبادئ صياغته ومتابعة تنفيذه وتقوم هذه النظرية على مدخل تحليلي كمي منظم ومتناسق موضوعها عملية اتخاذ القرارات وفقا لمعايير وأهداف محددة مسبقا، غالبا ما تكون معايير وأهداف اقتصادية ولتحقيق الكفاية في ذلك فإنها تعتمد على المنهج العلمي وتبتعد عن أسلوب الحدث والتخمين الذي ساد لفترة طويلة كمنهج في عملية اتخاذ القرارات. (كاسر, منصور نصر، 2006)

وتعرف أيضا: "طريقة تحليلية منهجية للتعامل مع المشاكل بأسلوب علمي منظم وبالاستعانة بمنهج كمي يساعد في تقييم واختيار البدائل المثلى". (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 39)

كما تعرف بأنها: "مدخلا كميا لتحليل القرار حيث تعتمد على استخدام مجموعة أساليب كمية واحصائية في تحديد أفضل البدائل المتاحة لحل المشكلة التي قد ترغب الإدارة في اتخاذ

قرار بشأنها وتفيد هذه النظرية في تحليل القرارات في حالتي المخاطرة وعدم التأكد". (البتانوني، 2016، صفحة 37)

أولا: خطوات تحليل القرار في نظرية القرار (البتانوني، 2016، صفحة 38)

توفر نظرية القرارات منهجية منظمة لتحليل القرار، وتتمثل هذه المنهجية في الخطوات التالية الواجب اتباعها:

- تحديد بدائل القرار: أي تحديد كافة البدائل المتاحة للقرار والتي ستخضع للتقييم والاختيار من بينها.
- تحديد حالات الطبيعة المتوقع سريانها عند تطبيق القرار: أي تحديد الأحداث والظروف الخارجية المتوقع سريانها في المستقبل عند تطبيق القرار والتي لا يستطيع متخذ القرار السيطرة عليها أو التحكم فيها.
- تحديد جدول العائد (أو مصفوفة القرار): أي تحديد الجدول الذي يوضح العائد المتوقع لكل بديل من بدائل القرار في ظل حدوث كل حالة من الحالات الطبيعة المتوقع سريانها في المستقبل عند تطبيق القرار. وقد يأخذ العائد رقما موجبا عندما يمثل ربحية كما قد يأخذ رقما سالبا عندما يمثل خسارة ويعتبر هذا الجدول بمثابة قاعدة كمية يستند إليها متخذ القرار في المفاضلة بين البدائل المتاحة والاختيار من بينها.
- تحديد حالات الطبيعة المؤثرة في اتخاذ القرار: أي تحديد ظروف البيئة الخارجية المتوقعة التي تحكم عملية اتخاذ القرار وتخرج عن نطاق سيطرة وتحكم متخذ القرار وهي ظروف التأكد التام وظروف عدم التأكد وظرف المخاطرة.

ثانيا: مفهوم القرار وعملية اتخاذ القرار

يعتبر القرار جوهر العملية الإدارية ويعرف بأنه "اختيار بديل معين من بين البدائل المتاحة"، كما يعرف بأنه "التصرف العقلاني الذي يأتي نتيجة التدابير والحساب والتفكير".

كما يعرف أيضا "الاستجابة الفعالة التي توفر النتائج المرغوبة لحالة معينة أو مجموعة حالات محتملة في المنظمة". (عبد الحسين الفضل، 2009، صفحة 49)

ويعتبر اتخاذ القرار أحد مراحل صنع القرار "هو وظيفة أو سلوك أو عملية هدفها الاختيار بين البدائل المتاحة وتقييمها وفق المعلومات المتوفرة في بيئة العمل والمتعلقة بالمشكلة بحثا عن البديل المناسب (الأمثل) لتحقيق الهدف. (لعويسات، 2005، صفحة 26)

كما أن إدراك عملية اتخاذ القرار تتضمن: معرفة المشكلة أو الموضوع وتكوين البدائل المتعلقة، والحصول على المعلومات ودمج وتحليل المعلومات ودراسة البدائل وتعديلها واختيار البديل المناسب والعمل إداريا على إقراره ويجب مشاركة المتأثرين بالقرار في كل مرحلة من المراحل السابقة ثم يلي ذلك مرحلة التغذية الراجعة. (صناعة القرار والتميز المؤسسي من منظور قانوني وإداري، 2014، صفحة 38)

ويمكن التمييز بين صنع القرار واتخاذ القرار بأن صناعة القرار تتضمن كافة المراحل التي من شأنها أن تقود إلى عملية اتخاذ القرار، في حين أن اتخاذ القرار يعني مرحلة الاختيار والتنفيذ في صناعة القرار: وبناءً على هذا الرأي يمكن تعريف اتخاذ القرار: "مجموعة خطوات شاملة ومتسلسلة تهدف إلى إيجاد حل لمشكلة معينة أو لمواجهة حالة طارئة أو موقف معين وذلك لتحقيق أهداف مرسومة، وكلما كان تحقيق الأهداف مطابقا لما هو مرسوم مسبقا كلما كان ذلك دليل على الإبداعية في اتخاذ القرار والعكس صحيح. (الفضل و الطائي، الأساليب الكمية في ترشيد القرارات التسويقية، 2013، صفحة 18)

ثالثا: عناصر عملية اتخاذ القرار

تتمثل عناصر عملية اتخاذ القرار في: (مخلخل ، 2020/2019، صفحة 52، 53)

- متخذ القرار: قد يكون متخذ القرار فردا أو جماعة حسب الحالة وأيا كان متخذ القرار فلديه السلطة الرسمية الممنوحة له بموجب القانون أو المفوضة له من جهة رسمية تملكه هذه السلطة والتي تعطيه الحق في اتخاذ القرار.
- موضوع القرار: وتتمثل في المشكلة التي يتوجب على متخذ القرار إيجاد حل لها ومما لا شك أن المشاكل كثيرة جدا ومتنوعة لا حدود لها ومنها البسيط ومنها الخطير الذي قد يؤدي إلى كارثة.
- المعلومات والبيانات: عندما يراد اتخاذ القرار اتجاه موضوع أو مشكل معين لا بد من جمع المعلومات والبيانات الكافية لطبيعة المشكلة أو الموضوع وأبعاده وذلك لإعطاء متخذ القرار رؤية واضحة عنهما فالمعلومات والبيانات مسألة حيوية يتوقف عليها نجاح القرار والمؤسسات الحديثة اليوم لديها نظام متكامل للمعلومات يوفر للمتخذ ما يشاء من معلومات بسرعة متناهية.
- الأهداف والدوافع: القرار المتخذ إنما هو تعبير عن سلوك أو تصرف معين يراد القيام به من أجل تحقيق هدف أو غاية فالهدف هو تجسيد للحاجة، فتحقيق الهدف يعني حدوث الإشباع وبناء عليه لا يتخذ القرار إلا إذا كان وراءه دافع لتحقيق هدف معين، وتظهر أهمية هدف القرار وقوة الدافع من وراء اتخاذه ومن مدى أهمية الهدف المراد تحقيقه من القرار المتخذ، وعليه يمكن القول أن الهدف يبرر اتخاذ القرار.
- التنبؤ: هو شيء أساسي لمتخذ القرار ذلك لأن معظم القرارات تتعامل مع متغيرات مستقبلية معظم اتجاهاتها مجهولة، لذلك يجب التنبؤ بها وتقديرها وتحديد انعكاساتها وتأثيرها على المؤسسة، فالتنبؤ يساعد متخذ القرار على معرفة ما سوف يحدث مستقبلا

ويساعد المدير في إدراك أبعاد المشاكل التي تواجهه أو أبعاد المشكلة التي يريد اتخاذ القرار اتجاهها ومعالجتها.

- قيود اتخاذ القرار: يواجه متخذ القرار عدد من القيود البيئية الداخلية والخارجية لكون أحد المعوقات التي تكون أمامه عند اتخاذه القرار وهذه القيود عليه أن يحسن التعامل عنها وأن يخفف من آثارها السلبية قدر الإمكان.
- البدائل: وهي مجموعة الطرق والبدائل المتاحة التي يمكن الاعتماد عليها لبلوغ الأهداف المنشودة ولهذه الغاية فإنه لا بد من ترتيب هذه الحلول وفقا لدرجة قربها أو بعدها من المعيار الذي يتم وضعه وذلك تمهيدا لاختيار البديل الأقرب لمعيار الموضوع.

رابعا: أنواع القرارات

هناك عدة تصنيفات للقرارات أهمها:

1- تصنيف القرارات حسب سايمون (H.SIMON) (بلعجوز، 2010، صفحة 101، 102)

ميز (H.SIMON) بين نوعين أساسيين من أنواع القرار هي:

أ- قرارات مبرمجة: تعتبر قرارات مبرمجة لأن معايير الحكم فيها عادة ما تكون واضحة، وغالبا ما تتوفر المعلومات الكافية بشأنها ومن السهل تحديد البدائل فيها، ويوجد تأكد نسبي بشأن البدائل المختارة، وهي قرارات متكررة روتينية ومحددة جيدا لها إجراءات معروفة ومحددة مسبقا للتعامل معها.

ب-قرارات غير مبرمجة: عادة ما تظهر الحاجة لاتخاذها عندما تواجه المؤسسة المشكلة لأول مرة ولا توجد خبرات مسبقة بكيفية حلها ففي هذا النوع عادة ما يصحب تجميع معلومات كافية عنها ولا توجد معايير واضحة لتقييم البدائل والاختيار بينها ولذلك فإن الظروف التي تسود هذه الحالة هي ظروف عدم التأكد بشأن بدائل نتائج التصرفات البديلة ونتيجة لهذه الخصائص فإن كل قرار يتم صنعه وفقا لمتطلبات وظروف

وخصائص المشكلة ولا توجد أنماط موحدة لحل هذا النوع من المشكلات ويمكن لمتخذ القرار في هذه الحالة استخدام حكمه الشخصي وتقييمه ورؤيته للمشكلة، وهي قرارات غير متكررة وكل منها له طبيعته المميزة وغالبا ما تكون على درجة من الأهمية، والتمييز بين النوعين من القرارات موضحة في الجدول.

أساسيات التفرقة	قرارات مبرمجة	قرارات غير مبرمجة
طبيعتها	روتينية ومتكررة	غير منتظمة وغير متكررة
معايير الحكم فيها	واضحة	يمكن استخدام الحكم الشخصي
تحديد البدائل	سهلة	تتسم بنوع من الصعوبة
ظروف اتخاذ القرار	تأكد	عدم تأكد نسبي
الإجراءات	محدد	غير محددة مسبقا
المعلومات	متوفرة	قليلة جدا وغير كافية
أدوات الحل	الطرق الكمية وبرامج الحاسوب الجاهزة	الخبرة، برامج الحاسوب المتطورة

2- تصنيف القرارات من حيث طرق اتخاذها: (علي، 2013، صفحة 17، 18)

هذا يعني هل متخذ القرار فرد أو جماعة وهل سوف يكون موجها نحو فرد أو جماعة.

أ- القرارات الفردية: وهي عادة قرارات بسيطة وروتينية يتم اتخاذها في معظم الأحيان لإشباع رغبات وسد حاجات الفرد، وهذه عادة تكون في مركز شخص المدير نفسه دون مشاركة أحد من حوله وهنا يطلق عليها نظرية الفرد وهذا يتم في حالات تكون المشكلة تتطلب حلا سريعا وعاجلا، أو أن يكون الذين حول المدير موظفين ليسوا على درجة كفاءة عالية أو في الحالات العادية عندما يكون القرار ليس فيه أي خطورة على المنظمة، وهنا تبرز أهمية خبرة وقدرة وتدريب المدير في مواجهة واتخاذ القرارات الفردية.

ب- القرارات الجماعية: وهنا تتم المشاركة في صنع القرار بالإضافة إلى المدير أشخاص آخرون وهذا نوع من أنواع الديمقراطية ويتم استخدام هذا النوع من القرارات في حالة

تعقيد المشكلة وحاجتها لأكثر من جهة للمشاركة في حلها والمشاركة الجماعية هي من الأساليب الناجحة والبارعة في اتخاذ القرار وتقبلها من الأفراد ثم العمل على تنفيذها والحقيقة حتى في القرارات الجماعية فإن هذا لا يعني أن الشخص المسؤول قادر على تحمل المسؤولية وتحمل النتائج أمام المسؤولية ومن أساليب اتخاذ القرارات الجماعية (المؤتمرات) المجالس، فرق العمل....)

3- تصنيف القرارات حسب المستويات الإدارية: (بلعجوز، 2010، صفحة 103، 104)

تصنف حسب المستوى التنظيمي إلى:

أ- القرارات التشغيلية: هي القرارات التي تصنع في المستويات التنظيمية الدنيا والمتعلقة بالعمليات التشغيلية للمؤسسة وهي أقرب لاتباع تعليمات وإرشادات منها إلى الاختيار بين البدائل، وعادة تكون متعلقة بالتأكد من المهام والأنشطة التي قد تم تنفيذها بكفاءة وبفاعلية، ويؤخذ هذا النوع من القرارات في ظل ظروف تأكد تام ونتائجها معروفة مسبقا مثل تعطل في خط الإنتاج وما يحتاجه من تصليح من إجراءات نمطية معينة.

ب- القرارات الإدارية: هي قرارات تؤخذ على مستوى إداري أعلى مما تؤخذ فيه القرارات التشغيلية فعند هذا المستوى يقوم المديرون باتخاذ قرارات لحل مشكلات التنظيم والرقابة على الأداء وفرش كذلك قرارات متعلقة بالتأكد من الاستخدام الفعال لموارد المؤسسة في سبيل تحقيق أهدافها ولا توجد في هذا النوع من القرارات إجراءات معروفة مسبقا يجب إتباعها ولكن متخذ القرار يقوم بتجميع المعلومات اللازمة لتشخيص وحل المشكلة وأن يستخدم حكمه الشخصي ورصيده من الخبرة في اختيار البدائل في هذه الحالة يتم اتخاذ القرار في ظروف تتسم بعدم تأكد نسبي أي مخاطرة.

ج- القرارات الاستراتيجية: هي قرارات تؤخذ على مستوى قمة الهيكل التنظيمي بواسطة الإدارة العليا في المؤسسة وهي قرارات تغطي مدى زمني أطول مقارنة بالقرارات السابقة وتتعلق القرارات الاستراتيجية بالوضع التنافسي للمؤسسة في السوق وفي اغتنام الفرص

وتجنب مخاطر البيئة وهذا النوع من القرارات يحتاج إلى معلومات خاصة بالبيئة أكثر من غيره كما تهتم القرارات الاستراتيجية بتحديد أهداف المؤسسة والموارد اللازمة لتحقيقها والسياسات التي تحكم عمليات التوزيع والاستخدام بهذه الموارد...

خامسا: ظروف أو مناخ صنع القرار (كاسر, منصور نصر، 2006، صفحة 52، 54)

هناك عدة ظروف لإتخاذ القرار وهناك من يصنف إتخاذ القرار على هذا الأساس وهذه الظروف أو بيئة إتخاذ القرار هي:

أ- اتخاذ القرار في حالة التأكد: يكون متخذ القرار على علم بجميع البدائل والنتائج كل بديل وبالتالي فإن تحديد الحل المناسب يعتمد على اختياره للبديل الذي يعطي النتيجة الأفضل التي ترغب الإدارة الحصول عليها، وتتسم بيئة القرار بالاستقرار والبساطة حيث يحتوي على قليل من العوامل المؤثرات المتشابهة والتي تبقى نفسها خلال فترة اتخاذ القرار وخلال تنفيذه وذلك كما في القرارات الروتينية.

ب- اتخاذ القرار في حالة المخاطرة: يستطيع متخذ القرار أن يقدر نتائج كل بديل لأنه يكون على علم باحتمالات حدوث كل نتيجة ثم يختار البديل الذي يعطي النتيجة المرغوبة من قبل الإدارة وتتميز بيئة القرار بأنها مستقرة ومعقدة وتحتوي على عدد كبير من العوامل والمؤثرات التي تؤثر على عملية اتخاذ القرار وهذه العوامل تكون مختلفة ولكنها تبقى ثابتة خلال عملية اتخاذ القرار وأثناء تنفيذ القرار كما في القرارات التشغيلية.

ج- اتخاذ القرار في حالة عدم التأكد: لا تتوافر لمتخذ القرار المعرفة الخاصة باحتمالات حدوث كل نتيجة لبدائل الحل لذلك يعتمد على استخدام معايير معينة يحدد منها ظروف القرار ثم يختار تبعا لذلك البديل المناسب، وتتميز بيئة القرار بأنها متغيرة ومعقدة وتحتوي عدد كبير من العوامل والمتغيرات التي لا تتشابه مع بعضها والتي تتغير بصورة مستمرة مثل القرارات الاستراتيجية.

سادسا: خطوات اتخاذ القرار

تستند عملية اتخاذ القرار إلى مجموعة من المراحل والخطوات المتسلسلة والمنطقية وهي كما يلي:

1- مرحلة إدراك المشكلة

يتم إدراك المشكلة من خلال معايشة متخذ القرار لواقع الحال حيث أن الاقتناع بوجود المشكلة هو بداية مرحلة تحديد المشكلة وتظهر هذه القناعة عندما يكون الأداء الحالي للأعمال مختلفا عما كان عليه في السابق.

2- تحديد معايير القرار

حيث بعد الانتهاء من تحديد المشكلة، فإن على متخذ القرار تحديد معايير القرار الذي سوف يتم اتخاذه وبقدر تعلق الأمر بمنظمات الأعمال الإنتاجية فإن المقصود بمعايير القرار هنا تلك العوامل التي ترتبط بموضوع القرار وذلك السعر، النوع، الحجم، الجودة...

3- تحديد أوزان المعايير

إن المعايير التي يعتمدها متخذ القرار عادة تكون غير متساوية من حيث الأهمية في تأثيرها على موضوع القرار، حيث منها من يحتل المستوى الأول من حيث الأهمية ومنه من يحتل أهمية أقل لكنها تعتبر جميعا مهمة ولو بدرجات مختلفة، أي في هذه المرحلة يتم إعطاء كل عيار وزنا يراه متخذ القرار معبرا عن أهمية كل معيار.

4- تحديد البدائل المتوفرة

يقصد بذلك إعداد قائمة بالبدائل المتاحة التي يتم الاختيار بينها وذلك من أجل اتخاذ القرار المطلوب، حيث تتم عملية الاختيار على أساس ترتيب البدائل حسب أوزان المعايير المحددة لكل بديل ويفوز ذلك البديل الذي يسجل أعلى وزنا من بين المعايير الأخرى.

5- تحليل البدائل المتوفرة

بقدر تعلق الامر بمنظمات الاعمال الإنتاجية وخاصة تلك التي تتعلق بتقديم منتجات جديدة باستمرار واختيار بدائل المشاريع الإنتاجية أو الخدمية المتوفرة لدعم الطاقة الإنتاجية فإن الامر يتطلب حساب عملية التحليل الازمة لترجيح البدائل واختيار البديل الأفضل ويتم ذلك بالعلاقة: قيمة الترجيح للبديل = التقدير × الوزن الترجيحي له.

6- اختيار البديل الأفضل

حيث يتم اختيار البديل من بين البدائل المتوفرة وفي ضوء ما تم التوصل إليه من ترجيحات لترشيح البديل الأفضل بالشكل الذي يؤمن تفوقه على بقية البدائل وبالتالي يمهد لعملية اتخاذ القرار الأمثل.

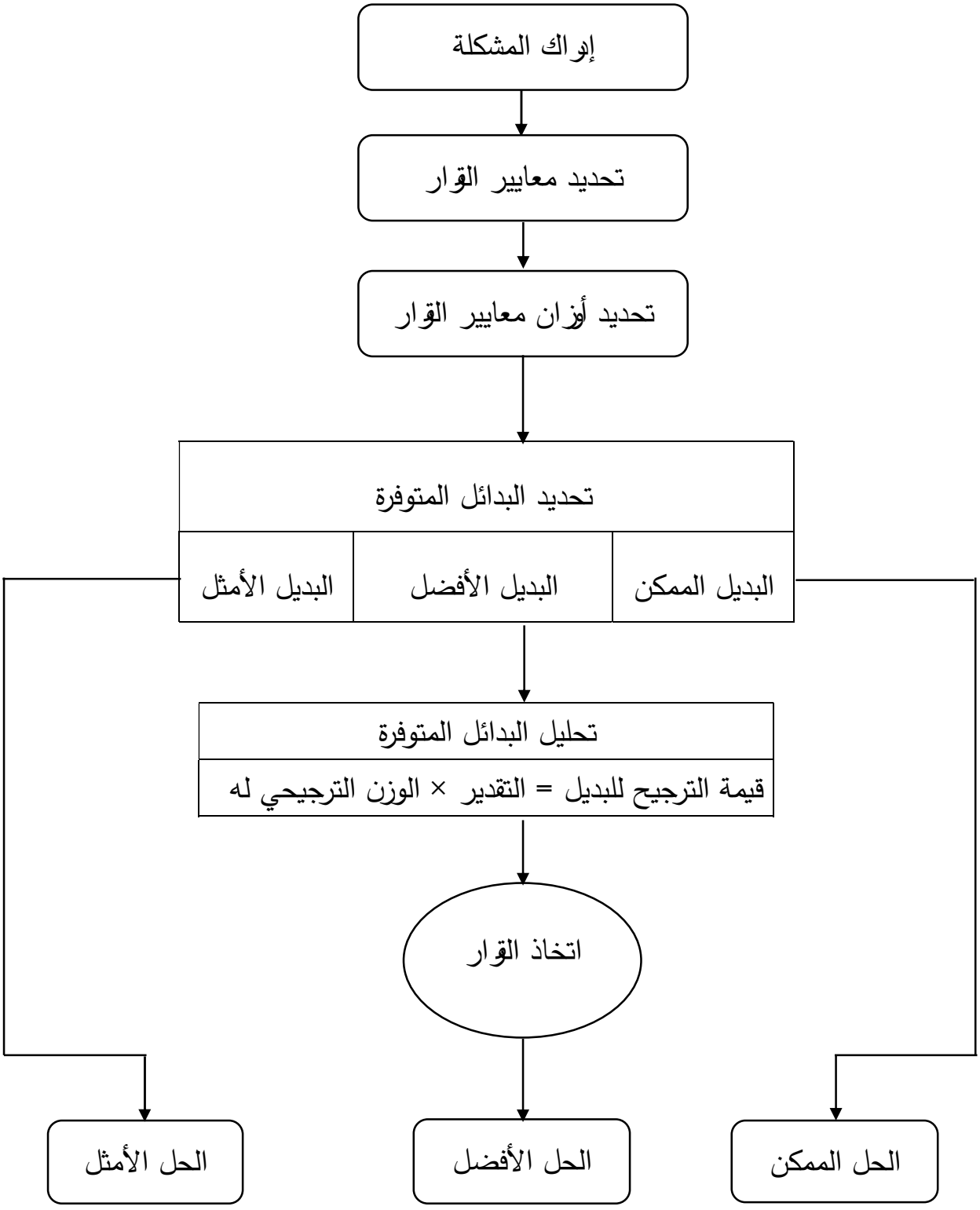
7- اتخاذ القرار

وهو المرحلة الأخيرة التي تحدد حسم الموقف النهائي لمتخذ القرار بخصوص معالجة المشكلة. (الفضل و الطائي، الأساليب الكمية في ترشيد القرارات التسويقية، 2013، صفحة 18، 20)

8- متابعة تطبيق القرار

لا يمكن الوقوف عند حدود تنفيذ القرار لأن متابعة تطبيقه والرقابة في عملية تطبيقه لمعرفة أي انحرافات ليقوموا بتقويمها قبل وقوعها، وكذلك بعد التطبيق لمعرفة أن ما تم التخطيط له قد تم تحقيقه وهذا يتم بجمع المعلومات وفحصها وتحليلها لمعرفة نتائج هذا البديل إيجابية أو سلبية. (علي، 2013، صفحة 25)

الشكل رقم 1 : مراحل عملية اتخاذ القرار



المصدر: مؤيد الفضل وحميد الطائي، مرجع سابق، ص، 22.

المحور الثاني: مدخل لمدارس التسيير في اتخاذ القرار

هناك عدة نظريات إهتمت بإتخاذ القرار هي: (علي، 2013، صفحة 32)

أولا: النموذج الكلاسيكي

أ-الإدارة الديمقراطية (1864-1930)

ركزت هذه النظرية على مركزية القرار وأن هناك قوانين وقواعد تضبط سير العمل وجميع القرارات المتخذة في مثل هذه الإدارة وقد برز فيها العالم الألماني ماكس فيبر الذي بنى فلسفته على التركيز على الشركة ككل، ومميزات هذه الإدارة:

- القوانين: وهي المنهج الأساسي للموظفين أثناء تأديتهم لأعمالهم.
- الأمور الغير شخصية: من القوانين والالتزام بها هذا سيؤدي حتما إلى عدم وجود المحسوبيات أو تدخل الأمور الشخصية بالذات بالوظائف، فالموظفين يتم تقييمهم وتعيينهم بناءا على الكفاءة وليس للأمور الشخصية هنا أي ارتباط.
- أقسام العمل: وهو تقسيم المهام والاعمال بناءا على تخصصات العمالة المتوفرة لدى المؤسسة.
- نموذج الهيكل التنظيمي: هنا يتم ترتيب الوظائف حسب قوة الصلاحيات المعطاة لكل وظيفة أو إداري.
- الوظيفة: الموظف يحتفظ بوظيفته طيلة حياته.
- العقلانية: هذه الإدارة تتصف بالعقلانية والمنطقية في قراراتها وإدارتها.

ب- الإدارة العلمية (1836-1915)

طورت هذه النظرية من قبل العالم الأمريكي فريدريك تايلور، وقد ركزت على:

- إن الاعمال الإدارية والقرارات التابعة لها يجب أن تتم من خلال الحقائق العلمية المثبتة وليس الحدس والتخمين.
- التعاون فيما بين الذين يخططون والذين يقومون بالتنفيذ من الأشياء الضرورية لنجاح أي قرار إداري.
- ضرورة أن يكون هناك حوافز مادية للعاملين لتحفيزهم على زيادة انتاجاتهم.
- استخدم الطرق العلمية، في قرارات اختيار وتدريب العاملين بالمنظمة.

وهناك عالم آخر هنري جانت وقد بحث في النظرية فترة (1891-1919) والذي بنى فلسفته على تحديد حصة للعاملين لإنجازها مقابل مكافأة معينة يطلق عليها اسم (BONUS).

ج- الإدارة الإدارية (1841-1925)

أبرز علمائها العالم الفرنسي هانري فايول والذي قدم خدمات كبيرة في مجال الإدارة وقد تركزت فلسفته الإدارية بالتركيز على المدير فقط وأن هذا المدير هو الأول والأخير في كل شيء وأن الإدارة وما يتعلق بها من قرارات كلها مبنية على الطريقة التي تم اتخاذها أو القرارات الإدارية التي يسلكها المدير لتنفيذ أي مشروع، وهو من وضع وظائف الإدارة الأربعة: التخطيط، التنظيم، التوجيه، الرقابة، كما وضع أسس الإدارة السليمة.

ثانيا: النموذج السلوكي الإداري (1920-1930)

ركزت على الحاجات الاجتماعية للموظف، كما درست سلوكيات الموظفين من حيث تحسين أوضاعهم الاجتماعية وليس المادية وهل هناك تأثير على انتاجيتهم، وهي أول إدارة تتعامل بالنظام المفتوح أي تتعامل بالبيئة المحيطة بها، وأهم افتراضاتها:

- أن الانسان ليس مخلوق اقتصادي فقط يحركه الوازع المادي بل هو انسان يتأثر بما حوله ولذلك فهو ليس دائما قادر على الاختيار الأفضل واتخاذ القرارات بنفسه.
- أن هذا الاختيار من قبل المدير أو الفرد يعتمد على طبيعة المعلومات وحجمها ودقة توفرها والتي يتم توفيرها من خلال البحث والتحري.
- وهناك هربرت سايمون والذي قام بدراسة الرشد وقد بنى دراسته بناءا على المدرسة الكلاسيكية وقد وجد أن هناك قصورا في مفهوم الرشد عند أي متخذ قرار سواءً كان مديرا أو فردا عاديا حيث أنه لا يستطيع الوصول إلى الحل الأمثل في فترة زمنية محددة وقد لا يبقى هذا الحل في فترة زمنية أخرى، حيث أن البدائل كثيرة وتتغير باستمرار في ظل ظروف بيئية متغيرة ولا يمكن السيطرة عليها لذلك فقد قسم الرشد في سلوك الافراد إلى المفاهيم التالية:
- **الرشد الموضوعي:** وهو الرشد الذي عكس السلوك الصحيح في توظيف المنفعة على أساس توفر المعلومات عن البدائل المتاحة ونتائج كل منها.
- **الرشد الشخصي:** الرشد الذي يعكس السلوك الصحيح في توظيف إمكانيات الحصول على المنفعة في حالة معينة بالاعتماد على المعلومات المتاحة آخذين بعين الاعتبار العوامل المؤثرة.
- **الرشد التنظيمي:** وهو الرشد الذي يعكس سلوك متخذ القرار لتحقيق أهداف المنظمة اتي يعمل بها.
- **الرشد الفردي:** وهو الرشد الذي يعكس السلوك الصحيح لمتخذ القرار من أجل تحقيق أهدافه الشخصية.
- **السلوك الرشيد الواعي:** وهو السلوك الصحيح الذي يعكس الذي يعكس استخدام القرار لتحقيق حسابات بصورة دائمة باستخدام وسائل مختلفة لتحقيق الغاية.
- **السلوك الرشيد المعتمد:** وهو الرشد الذي يعكس السلوك الذي يعتمد في استخدام القرار من أجل تحقيق غايات محدودة.

ثالثا: النظام الإداري

وهي من أحدث الإدارات لأنها تتكون من العناصر التالية: (المدخلات، العمليات، المخرجات، المعلومات العكسية)

رابعا: المدرسة الموقفية

وهذه الإدارة سميت بهذا الاسم لأن المدير يتخذ قراره بناءا على الواقع والموقع الموجود فيه فربما يتخذ قرار باستخدام أكثر من أسلوب إداري واحد في آن واحد وربما يستخدم أسلوبان معا وكل هذا متوقف على الموقف والوضع الذي يجد المدير فيه، المهم أن يكون المدير على مقدرة بالتكيف مع عناصر هذه الإدارة وهي التكنولوجيا والتي تمثل الآلات والبيئة المحيطة والأشخاص العالمين في المنظمة.

خامسا: المدرسة الكمية (بلعجوز، 2010، صفحة 37، 41)

ترجع الجذور الأساسية لهذه المدرسة إلى نظرية الإدارة العلمية في المدرسة الكلاسيكية التي فتحت المجال أمام القياس الكمي للعديد من المتغيرات التي تؤثر على الكفاءة مثل دراسة الوقت، الحركة، الزمن، كما ترجع هذه الجدور إلى مجموعة أساليب التحليل الكمي التي تبلورت أثناء الحرب العالمية الثانية للأغراض الحربية والتي عرفت بأساليب بحوث العمليات وبعد الحرب طبقت في المجالات الإدارية، ومساهمة هذه المدرسة تكمن في استخدام الأداة الرياضية لإيجاد علاقات في ميدان الإدارة على أساس بناء نماذج من الارتباطات الرياضية، وعليه أصبح لدى متخذ القرار وسيلة جديدة لرؤية مشاكل كثيرة تفرض تحقيق الكفاءة بطريقة أكثر وضوحا.

سادسا: خطوات الطريقة العلمية في اتخاذ القرار (راتول، 2011، صفحة 185، 187)

إن استخدام الطريقة العلمية في حل المشاكل المختلفة واتخاذ القرار للمؤسسة يتم من خلال مجموعة من الخطوات التالية:

- الملاحظة: وتعني معايشة المسير للمشكلة إذ عليه أن يحددها ويحللها إلى عناصرها الأولية ويدرسها ويفهمها فهما صحيحا مع فهم محدداتها وأسبابها وكيفية تصحيحها، وهذا ما يمكنه من تحديد الهدف الذي يجب الوصول إليه بحيث الوصول إليه: بحيث يكون قابلا للقياس الكمي.
- وضع الفرضيات: تتمثل هذه الخطوة في وضع الفرضيات لتفسير المشكلة التي تمت ملاحظتها وهنا تلعب الثقافة العلمية المتخصصة والخبرة وبعد النظر دورا هاما في ذلك، إذ يتم تحديد الفرضيات وترتيبها حسب أهميتها ومدى تأثيرها واستبعاد الأقل أهمية ليتم اختيار الفرضيات الأساسية التي يتم اختبارها فيما بعد، كما يجب تحديد تذبذب المتغيرات التي يتم تحديدها وهي إما أن تكون:

- متغيرات مهمة أو متغيرات غير مهمة: حيث يتم إهمام غير المهمة لتحليل المشكلة والاحتفاظ بالمهمة فقط.
- متغيرات ممكن التحكم فيها أو متغير لا يمكن التحكم فيها: حيث يتم التعامل معها حسب الحالة.
- تكميم الفروض: وضع الفروض وصياغتها في شكل نموذج رياضي يأخذ أحد أشكال المسائل المعروفة في بحوث العمليات أو الاقتصاد القياسي أو غيرهما، وهذا قبل أن تتم الإجابة على مجموعة من التساؤلات منها:
  - مدى أهمية كل متغير من المتغيرات في المسألة.
  - مدى تأثير كل منها على مقياس الكفاءة.
  - قوة كل متغير من المتغيرات المحددة في النموذج.

- معاملات وإشارات كل متغير.

ويتم ذلك كله بفضل الفهم الجيد للمشكلة والالتزام الكامل بالخطوات السابقة.

- اختبار الفرضيات: يتم ذلك من خلال بيانات ومعلومات سابقة أو متشابهة أو عن طريق تعميق الملاحظة والقياس أو عن طريق التجربة أو باستخدام إحدى طرق اختبار الفرضيات المعروفة في الطرق الإحصائية.
- اختبار النموذج الأمثل: بالوصول إلى هذه المرحلة يعني أن المشكلة صارت قيد الحل لإيجاد النتائج والوصول إلى الهدف وهي متاحة عن طريق المعلوماتية إذ أن تكيف المسألة وجعلها تخضع لنموذج محدد يجعلنا نطبق البرنامج الآلي المكيف حسبها للحصول على النتائج.
- وضع الحل الأمثل المتوصل إليه موضع التنفيذ: إذ أن الحل الأمثل المتوصل إليه والذي يجب أن يكون منسجما وغير متناقض مع الواقع يعطى في شكل قابل للتنفيذ في صيغة توصيات أو أوامر للمسؤولين على التنفيذ في الدوائر والأقسام المختلفة.

مصفوفة القرار: (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 40، 41)

هي عبارة عن مجموعة صفوف وأعمدة حيث تمثل الصفوف الخيارات أو البدائل أو الاستراتيجيات المتاحة أمام متخذ القرار في حين الاعمدة تمثل حالات الطبيعة أو الظروف الخارجية المحتمل حصولها، إذ كل خلية من خلايا هذه المصفوفة تمثل العائد الذي سينتج عن تبني استراتيجية معينة وحصول حالة طبيعة معينة، ويمكن تمثيل هذه المصفوفة رياضيا كما يلي:

حالات الطبيعية / الاستراتيجيات	$N_1 , N_2, \dots , N_m$

S_1	$Q_{11}, Q_{12}, \dots, Q_{1m}$
S_2	$Q_{21}, Q_{22}, \dots, Q_{2m}$
⋮	⋮
S_n	$Q_{n1}, Q_{n2}, \dots, Q_{nm}$

ويمكن توضيح رموز المصفوفة:

- العائد (المردود أو الناتج): هو الربح أو الخسارة التي ستنتج على اعتماد أو تبني استراتيجية معينة وحصول ظرف خارجي معين الذي نسميه حالة طبيعة مثل الظروف الجوية أو حالة السوق وغير ذلك.
- الاستراتيجية (البديل أو الخيار): هي الأساليب أو طرق العمل التي يلجأ إليها المدير لتحقيق أهدافه في ظل حالات طبيعية معينة فقد يلجأ المدير إلى استراتيجية تكثيف الحملات الإعلانية لتحقيق هدفه بزيادة المبيعات.
- حالة الطبيعة: هي الظروف أو العوامل الخارجية التي يمكن تؤثر في العائد أو نتيجة القرار دون أن يكون لمتخذ القرار سيطرة عليها.

المحور الثالث: اتخاذ القرارات في حالة التأكد (راتول، 2011، صفحة 188، 191)

حالة التأكد تفترض أن يكون المسير مدركا إدراكا كاملا بكل البدائل وبنتائج كل بديل من تلك البدائل بحيث يكون العائد أو (الخسارة) الناجم عن كل بديل معروف ومحدد وفي هذه الحالة يتم استخدام ما يسمى بالنماذج المحددة وفي حالة ظروف التأكد نصادف الإمكانيات التالية:

1- وجود عائد واحد لكل بديل:

إن هذه الحالة يكون لدينا عائد واحد محدد لكل بديل من البدائل المعروضة، حيث يتم الاعتماد على ما يسمى مصفوفة العائد أو جدول العائد حيث يكون استنباط القرار جد سهل.

مثال: شركة طيران تقوم باستغلال أسطول يضم مجموعة من الطائرات ونظرا لتقادم هذه الطائرات قامت الشركة بإجراء دراسة من أجل رفع عائدها السنوي حيث كنت نتائج هذه الدراسة:

- الاستمرار في العمل كما هو حال الأسطول يجعلها تحقق أرباحا سنوية تقدر بـ 200 مليون دينار.
- تحديث نفس الطائرات وتجهيزها بأجهزة حديثة يجعل الشركة تحقق أرباحا سنوية تقدر بـ 250 مليون دينار.
- الاستغناء عن طائرات الأسطول واستبدالها بأخرى جديدة من الطراز الحديث وبنفس العدد يجعلها تحقق أرباحا سنوية تقدر بـ 240 مليون دينار.

على افتراض أنه لا توجد عوائق تحد من إمكانية تحقيق أي بديل من هذه البدائل فما هو القرار الأمثل الذي يجب أن تتخذه إدارة الشركة؟

للإجابة نقوم بإيجاد جدول القرار (مصفوفة القرار)

رقم البديل	البديل	الربح المتوقع
1	الاستمرار في تشغيل الأسطول كما هو	200
2	الاحتفاظ بالأسطول مع تجديد التجهيزات	250
3	استبدال كل الأسطول بأسطول جديد	240

بملاحظة الجدول نختار البديل الثاني لأنه يحقق أعلى ربح.

2- **وجود أهداف متعددة لكل بديل:**

في هذه الحالة يكون لكل بديل عدة حالات تسمى بحالات الطبيعة بحيث يكون لكل بديل عدة عوائد حسب حالات الطبعة.

مثال: بافتراض نفس الشركة أبقت على نفس البدائل غير أنها تريد تحقيق الأهداف التالية:

- زيادة الأرباح السنوية.
- زيادة عدد المسافرين على متن طائراتها.
- زيادة عدد الخطوط التي تشتغل عليها.

حيث أنها تولي عناية متفاوتة لكل هدف من هذه الأهداف بدرجات احتمالية تبلغ 50% للهدف الأول، 10% للهدف الثاني، 40% للهدف الثالث فإذا كانت الأرباح السنوية وعدد المسافرين وعدد الخطوط المنتظرة حسب كل بديل كما في الجدول:

الحالات		الربح السنوي	عدد المسافرين	الخطوط
الاحتمال		0.5	0.1	0.4
البدائل	الاستمرار في تشغيل الأسطول كما هو	200	1000	30
	الاحتفاظ بالأسطول مع تجديد التجهيزات	250	1300	50
	استبدال كل الأسطول بأسطول جديد	240	1200	40

المطلوب: ما هو البديل الأفضل الذي يجب أن تختاره الشركة؟

لاختيار البديل الأحسن نقوم بضرب كل بديل في الاحتمال المرافق وتوجد الوسط المرجح باحتمال أي ما يسمى بالقيمة المتوقعة ونختار البديل ذي أكبر وسط مرجح كما يلي:

البديل	العملية (القيمة المتوقعة (EV))	الوسط المرجح
الأول	=30×0.4+1000×0.1+200×0.5	212
الثاني	=50×0.4+1300×0.1+250×0.5	275
الثالث	=40×0.4+1200×0.1+240×0.5	256

على متخذ القرار اختيار البديل الثاني لأن الوسط المرجح أكبر مقارنة بالبدائل الأخرى، أي على الشركة أن تحتفظ بالأسطول مع تجديد تجهيزاته وهذا ما يسمح بالحصول على أرباح 250 وزيادة عدد المسافرين إلى 1300 وزيادة عدد الخطوط الشغالة إلى 50 خط.

المحور الرابع: اتخاذ القرار في حالة المخاطرة (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 43، 45)

في ظل هذه الحالة يواجه متخذ القرار عدة حالات طبيعية محتملة الحدوث وبالتالي فإن هناك عوائد مختلفة لكل بديل أو استراتيجية ولكن المهم أن متخذ القرار يعرف من خلال الخبرة السابقة أو من خلال البيانات التاريخية والسجلات احتمال حدوث كل حالة من حالات الطبيعة لذا فإن متخذ القرار يعتمد عدة أساليب منها القيمة المتوقعة، بايز

مثال: القيمة المتوقعة الاستراتيجية (EV_S)

EV_S= العائد المتوقع في ظل حالة الطبيعة الأولى × احتمال حصول حالة الطبيعة الأولى + (العائد المتوقع في حالة الطبيعة الثانية × احتمال حصول حالة الطبيعة الثانية) ..... + (العائد المتوقع في حالة الطبيعة N × احتمال حصول حالة الطبيعة N.

يمثل الجدول مصفوفة القرار لأحد المستثمرين الذي يرغب باختيار استراتيجية الاستثمار المناسبة.

حالات الطبيعة / الاستراتيجيات	سوق منتعشة	سوق جيدة	سوق راكدة
الاستثمار في تجارة الملابس	15	10	3
الاستثمار في العقارات	14	10	6
الاستثمار في السوق المالي	20	14	4−
الأهمية النسبية للأهداف	0.40	0.50	0.10

المطلوب: إجراء الحسابات وتحديد الاستراتيجية المثلى (العوائد بآلاف الوحدات النقدية)

الحل: نقوم بحساب القيمة المتوقعة لكل من الاستراتيجيات الثلاث وكالآتي:

$$EV_{S1} = (15\times0.40) + (10\times0.50) + (3\times0.10) = 11.3$$

$$EV_{S2} = (14\times0.40) + (10\times0.50) + (6\times0.10) = 12$$

$$EV_{S3} = (20 \times 0.40) + (14 \times 0.50) + (-4 \times 0.10) = 14.6$$

القرار هو اختيار الاستراتيجية الثالثة (الاستثمار في السوق المالي)

1- حالة الأرباح المشروطة (مشكلة بائع الجرائد)

هناك بعض الاعمال التلي يشتري صاحب العمل نوعا معينا من البضائع ويبيعه بسعر أعلى ولكن في نهاية الفترة (اليوم مثلا) قد لا يكون للبضاعة المتبقية قيمة أو تكون لها قيمة منخفضة بحيث تتحقق لصاحب العمل خسارة، والمشكلة تكمن هنا في تحديد الكمية المثلى من لسلعة أو البضاعة التي تحقق أكبر ربح للبائع وبالطبع فإن البائع يستفيد من خبرته السابقة في تحديد احتمالات حصول حالات الطلب المختلفة.

مثال: يبيع أحد المحلات باقات الزهور بسعر 30 وحدة نقدية بعد أن يكون قد اشتراها بسعر 10 (ون) للباقة الواحدة حيث يشترط تسليمها في نفس اليوم والباقات التي لا تباع في نهاية اليوم يتم التبرع بها إلى أحد المستشفيات المحلية، فإذا علمت أن عدد الباقات المطلوبة واحتمال حصول الطلب عليها كانت كما يلي:

عدد باقات الزهور:	70	80	90	100
احتمال الطلب:	0.1	0.2	0.4	0.3

المطلوب: تحديد عدد الباقات التي يجلبها البائع كل يوم بحيث يتحقق له أكبر ربح ممكن.

الحل: نقوم أولا ببناء مصفوفة الأرباح المشروطة حيث تمثل الاستراتيجيات الكميات التي يجلبها البائع وحالات الطبيعة الطلب عليها وسيكون الربح المتحقق من كل باقة هو 20 (ون) في حين أن الخسارة في حالة عدم بيع الباقة هو 10 (ون).

حالات الطبيعة / الاستراتيجيات	70 N_1	80 N_2	90 N_3	100 N_4
S_1 70	1400	1400	1400	1400
S_2 80	1300	1600	1600	1600
S_3 90	1200	1500	1800	1800
S_4 100	1100	1400	1700	2000
احتمال حدوث حالات الطبيعة	0.1	0.2	0.4	0.3

بالنسبة للاستراتيجية الأولى لو جلب البائع يوميا 70 باقة من الزهور وحصلت حالة الطبيعة الأولى أي أن الطلب كان 70 باقة فإن سيبيعها جميعا وسيحقق ربحا مقداره: 1400=20×70

وهو نفس الحالة لو صار الطلب 80 أو 90 أو 100 أي سيبيع الكمية كاملة وسيعتذر لمن يأتي بعد ذلك بعدم وجود باقات إضافية أما إذا جلب 80 باقة وكان الطلب 70 سيربح 1400 وسيبقى له 10 باقات يخسر فيها 100 وبهذا صافي الربح هو 1300، وهكذا تحسب المصفوفة

أما تحديد الاستراتيجية المثلى فيتم عن طريق حساب القيمة المتوقعة لكل استراتيجية.

EV_{S1}= (1400×0.1) + (1400×0.2) + (1400×0.4) + (1400×0.3)= 1400
EV_{S2}= (1300×0.1) + (1600×0.2) + (1600×0.4) + (1600×0.3)= 1570
EV_{S3}= (1200×0.1) + (1500×0.2) + (1800×0.4) + (1800×0.3)= 1680
EV_{S4}= (1100×0.1) + (1400×0.2) + (1700×0.4) + (2000×0.3)= 1670

الاستراتيجية المثلى هي الثالثة أي جلب 90 باقة زهور يوميا هي الكمية المثلى.

2-**قيمة المعلومات الكاملة** (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 47، 48)

أقصى ما يمكن أن يدفعه متخذ القرار من ثمن (مقابل) للحصول على معلومات كاملة تجعله يتخذ القرار في ظل حالة تأكد تام بدلا من حالة مخاطرة.

القيمة المتوقعة في ظل المخاطرة = (أفضل عائد في حالة الطبيعة الأولى × احتمال حصول حالة الطبيعة الأولى + (..... (أفضل عائد في حالة الطبيعة n × احتمال حصول حالة الطبيعة n)

القيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة (EVPI) = القيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة – القيمة المتوقعة في ظل المخاطرة.

مثال: يرغب أحد المستثمرين باستثمار مبلغ من المال في بناء مصنع كبير أو المشاركة في مصنع موجود أو إيداع مبلغ في مصرف، والمصفوفة التالية توضح العائد المتوقع نتيجة الاستثمار (في أي مجال من المجالات الثلاث وحصول أي حالة من الحالات الطبيعة (أن يكون السوق مواتي أو غير مواتي) واحتمال حصول كل منها هو 0.5، وقد عرضت إحدى الشركات الأبحاث أن تقدم معلومات كاملة حول حالة السوق مقابل 70000 (ون) فهل يقبل المستثمر بهذا العرض أم لا؟ وما هو أعلى مبلغ يدفعه مقابل الحصول على المعلومات الكاملة؟

حالة السوق / مجال الاستثمار	سوق مواتي	سوق غير مواتي
بناء مصنع كبير	200000	-180000
مشاركة في مصنع	100000	-20000
وديعة مصرفية	20000	20000
احتمال حصول حال الطبيعة	0.50	0.50

الحل: نحسب أولا القيمة المتوقعة في ظل المخاطرة لتحديد البديل الأمثل

$EV_{S1}= (200000\times0.5) + (-180000\times0.5)= 10000$ وحدة نقدية

$EV_{S2}= (100000\times0.5) + (-20000\times0.5) = 40000$ (ون)

$EV_{S3}= (20000\times0.5) + (20000\times0.5) = 20000$ (ون)

سيتم اختيار الاستراتيجية الثانية (مشاركة في مصنع) لأن القيمة المتوقعة هي الأعلى.

ثانيا: نحسب القيمة المتوقعة في ظل المعلومات الكاملة، حيث نختار أفضل النتائج في كل حالة طبيعية ونضربها في احتمال حصول حالة الطبيعة.

$EVPI= (200000\times0.5) + (20000\times0.5)= 110000$ (ون)

إذا فقيمة المعلومات الكاملة

أقصى مبلغ يمكن دفعه $110000 - 40000 = 70000$ (ون)

وبما أن الشركة طلبت مبلغ 70000 (ون) فإنه ليس من مصلحة المستثمر دفع أكثر من 60000 (ون) ثمنا للمعلومات الكاملة التي ستقدمها له.

3- **طريقة المعيار غير الكافي أو طريقة الاحتمالات المتساوية (طريقة لابلاس)** (راتول، 2011، صفحة 192، 198)

تقوم على أساس فكرة أنه ليس لدينا موضوعي للتوزيع الاحتمالي لحالات الطبيعة المختلفة، حيث نجعلها متساوية الاحتمال، فإذا كان لدينا ثلاث حالات طبيعية أي احتمال كل حالة هو $(\frac{1}{3})$

مثال: مصنع ينتج الأقمشة الراقية بآلات ذات تكنولوجيا متوسطة بعدما أصبحت له سمعة مقبولة في السوق أصبح يسعى لتعزيز عوائده المالية لأجل ذلك قرر إجراء دراسة تساعده على اتخاذ القرار من أجل تعظيم العوائد فتم تحديد البدائل:

- الإبقاء على المصنع كما هو.

- إدخال تعديلات على الآلات وإدخال تحسينات جديدة.
- استبدال كل الآلات بآلات جديدة ذات تكنولوجيا جديدة كما تم تحديد ثلاثة مجالات لنشاطه التسويقي وذلك إما:
  - التسويق المحلي فقط.
  - التسويق المحلي والدولي.
  - التسويق الدولي فقط.

وقد قدر العائد المتوقع حسب كل بديل وحسب كل حالة تسويق.

الحالات / البدائل	حالة 1 تسويق محلي فقط	حالة 2 تسويق محلي ودولي	حالة 3 تسويق دولي فقط
الإبقاء على المصنع كما هو	20	17	23
إجراء تعديلات وتحسينات	14	19	15
استبدال الآلات	18	9	31

المطلوب: أوجد أحسن بديل حسب طريقة المعيار غير الكافي؟

الحل: لدينا ثلاث حالات نعطي لكل حالة $(\frac{1}{3})$، ثم نحسب متوسط العائد المتوقع أي (الوسط المرجح بالاحتمالات) كما يلي:

الحالات	الحالة 1	الحالة 2	الحالة 3	العمليات	العائد المتوقع
الاحتمال	$(\frac{1}{3})$	$(\frac{1}{3})$	$(\frac{1}{3})$		
البديل 1	20	17	23	23×0.33+17×0.33+20×0.33	20
البديل 2	14	19	15	15×0.33+19×0.33+14×0.33	16
البديل 3	18	9	31	31×0.33+9×0.33+18×0.33	19.33

حسب الجدول أكبر قيمة متوقعة للبديل الأول والحالة الموافقة هي الحالة الثالثة (الإبقاء على وضع المصنع كما هو ع التسويق الدولي فقط).

المحور الخامس: اتخاذ القرار في حالة عدم التأكد

لا يستطيع متخذ القرار في هذه الحالة أن يتنبأ على وجه الدقة بأي حالة من حالات الطبيعة ستحدث عند تطبيق القرار ولا يستطيع أيضا أن يقدر احتمالات حدوث كل منها وغالبا ما يعتمد عند اتخاذ القرار في مثل هذه الظروف على خبرته الشخصية أو على إحساسه الذاتي ولذلك يتأثر القرار بما إذا كان سلوكه يميل إلى التفاؤل أو التشاؤم، ويتميز القرار في هذه الحالة بوجود عدة بدائل للقرار وعدة حالات للطبيعة وعدة عوائد لكل بديل (البتانوني، 2016، صفحة 40) ، وهناك عدة نماذج أهمها: (كاسر, منصور نصر، 2006، صفحة 54، 60)

1- النموذج المتفائل (Maxi Max) (أقصى – الأقصى)

وفق هذا النموذج فإن متخذ القرار يفترض أن الظروف المحيطة باتخاذ القرار تكون مواتية، بل تمثل أفضل الحالات ولهذا يتوقع الحصول على أفضل النتائج، وخطوات اتخاذ القرار في هذه الحالة هي:

- اختيار أفضل النتائج المقابلة لكل بديل وتكون أعلى قيمة في حالة الربح وأقل قيمة في حالة التكلفة.
- توضع أفضل النتائج في مصفوفة النتائج.
- يتم اختيار البديل الذي يحقق أفضل النتائج في مصفوفة النتائج.

مثال: لدينا مصفوفة عوائد (أرباح) للبدائل الثلاثة.

حالات الطبيعة / البدائل	الحالة 1	الحالة 2	الحالة 3
البديل 1	3500	2000	1500
البديل 2	2400	2500	1800
البديل 3	3800	1500	3000

المطلوب: تحديد أفضل بديل باستخدام معيار التفاؤل.

الحل: نختار أولا أفضل العوائد لكل بديل ثم توضع العوائد في مصفوفة النتائج.

البدائل	العوائد الأعلى
البديل 1	3500
البديل 2	2500
البديل 3	3800

نختار البديل الذي يحقق أعلى عائد وهو البديل الثالث 3800.

2- النموذج المتشائم (Wald) (أقصى الأدنى) (Maxi – Min)

يقوم هذا النموذج على افتراض أن الظروف المحيطة بعملية اتخاذ القرار غير مواتية ولهذا يقوم متخذ القرار بتوقع أسوأ النتائج بهدف تجنب خسارة غير مرغوب فيها ويعمل على اختيار البديل الذي يحقق أسوأ النتائج في كل حالات الطبيعة، لهذا فإن خطوات اتخاذ القرار وفق هذا النموذج هي:

- اختيار أقل قيمة المقابلة لكل بديل وتكون أقل قيمة في حالة الربح وأعلى قيمة في حالة التكلفة.
- توضع العوائد في مصفوفة النتائج.

– نختار البديل الذي يحقق العائد الأعلى من مصفوفة النتائج.

مثال: لدينا مصفوفة العوائد (الأرباح) التالية:

حالات الطبيعة / البدائل	حالة الطبيعة 1	حالة الطبيعة 2	حالة الطبيعة 3	حالة الطبيعة 4
البديل 1	2000	1500	2000	2500
البديل 2	4000	4200	3000	1800
البديل 3	2500	4800	3000	4000
البديل 4	3000	2800	2000	3500

المطلوب: تحديد أفضل بديل باستخدام معيار التشاؤم.

الحل: نختار أدنى العوائد لكل بديل وتوضع العوائد في مصفوفة النتائج.

البدائل	العوائد الأدنى
البديل 1	1500
البديل 2	1800
البديل 3	2500
البديل 4	2000

نختار البديل الذي يحقق أعلى عائد وهو البديل الثالث 2500

3- النموذج التوفيقي (معيار الوسط بين التفاؤل والتشاؤم) (معيار هيرويز) (أعلى النتائج وأقل النتائج) (Horweiz)

يقوم هذا المعيار على أساس الجمع ما بين أفضل العوائد وأدنى العوائد لكل بديل وبحيث تتقاسم النتائج احتمال حدوثها ما بين (0–1) فعندما يكون متخذ القرار متفائل يأخذ احتمالا قريبا من الواحد أما إذا كان متخذ القرار متشائم فيأخذ احتمالا قريبا من الصفر، وحسب هذا النموذج

أفضل بديل هو الذي يكون له أكبر عائد مرجح بمعامل التفاؤل وخطوات اتخاذ القرار في هذه الحالة هي:

- يتم تحديد أعلى قيمة وأدنى قيمة لكل بديل.
- يتم تحديد معامل التفاؤل لكل منهما، (احتمال أعلى قيمة واحتمال حدوث أدنى قيمة)
- يتم حساب العائد المرجح لكل استراتيجية.

العائد المرجح = أعلى عائد × الاحتمال + أدنى عائد × (1- الاحتمال)

- نختار البديل الذي يحقق أفضل عائد في مصفوفة النتائج.

مثال: لدينا مصفوفة العوائد الأرباح التالية:

حالات الطبيعة / البدائل	حالة الطبيعة 1	حالة الطبيعة 2	حالة الطبيعة 3	حالة الطبيعة 4
البديل 1	8000	10000	12000	6000
البديل 2	12000	8000	20000	15000
البديل 3	10000	15000	25000	20000

وكان معيار التفاؤل (60% / 40%)، فما هو البديل الأفضل وفق المعيار التوفيقي؟

الحل:

- نختار البديل الأفضل من خلال حساب العائد المرجع:

البديل 1: 0.6×12000 + 0.4×6000 = 9600

البديل 2: 0.6 × 20000 + 0.4×8000 = 15200

البديل 3: 0.6 × 25000 + 0.4×10000 = 19000

- اختيار البديل الأفضل من مصفوفة النتائج:

البدائل	العوائد المرجحة
البديل 1	9600
البديل 2	15200
البديل 3	19000

البديل الأفضل والذي يحقق أعلى ربح هو البديل 3 بـ 19000

4- نموذج الندم (معيار سافاج) (Min Max)

يعرف بأنه أحسن عائد يمكن أن ينتج عن أي بديل في أي ظرف من حالات الطبيعة مطروح منه العوائد الأخرى لحالة الطبيعة نفسها، ولهذا يعرف النموذج بالحد الأدنى لكلفة الفرصة البديلة والتي تمثل القدار المادي الذي تتم خسارته عند اختيار بديل لا يمثل البديل الأفضل وتحسب:

كلفة الفرصة البديلة = العائد الأعلى – العائد المتعلق بالبديل الذي تم اختياره من عمود حالة الطبيعة المعطاة

وخطوات اتخاذ القرار:

- تحديد أكبر قيمة في كل عمود لحالة الطبيعة في كل من الحالتين (الأرباح أو الخسائر) وفي حالة الخسائر تؤخذ بالقيمة المطلقة
- طرح القيم الأخرى في ذلك العمود منها
- اختيار أكبر قيمة (أقصى خسارة للفرصة البديل) ووضعها في جدول جديد (جدول أقصى ندم)
- اختيار أقل قيمة في جدول أقصى ندم، ويكون البديل المقابل لها هو البديل الأفضل لأنها تقلل أقصى خسارة للفرصة البديلة إلى أدنى قيمة.

مثال: لدينا مصفوفة العوائد (الأرباح) التالية:

حالات الطبيعة / البدائل	ط 1	ط 2	ط 3	ط 4
1	1400	2000	2200	3600
2	2600	2000	1100	1400
3	2400	1500	1000	1400
4	1800	2000	800	1300

المطلوب: اختيار البديل الأفضل باستخدام معيار الندم (سافاج)

الحل: بعد اختيار أكبر قيمة في كل عمود مقابل لحالة الطبيعة نقوم بطرح القيم الأخرى في داخل العمود من تلك القيمة

حالات الطبيعة / البدائل	ط 1	ط 2	ط 3	ط 4
1	1200	Ø	Ø	Ø
2	Ø	Ø	1100	2200
3	200	500	1200	2200
4	800	Ø	1400	2300

اختيار أكبر قيمة ووضعها في جدول جديد (جدول أقصى ندم)

البدائل	العوائد
1	1200
2	2200
3	2200
4	2300

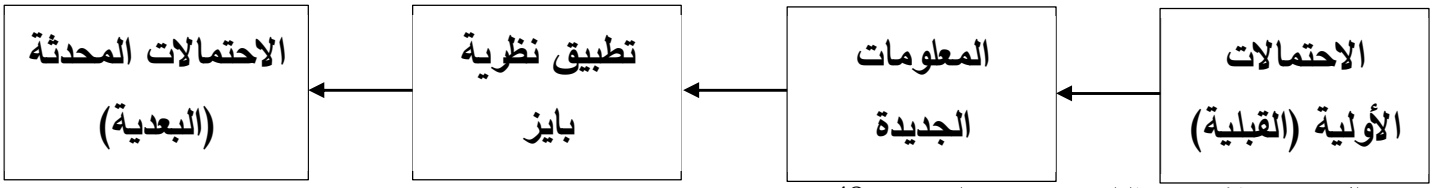
البديل الأفضل هو البديل الأول (1200) لأنه ينتج عنه أقل الخسائر.

المحور السادس: إتخاذ القرار بإستخدام نظرية بايز

سميت باسم توماس بايز Thomas Bayes وهو كاهن من القرن الثامن عشر. (برنارد، مقدمة في علم الإدارة (الجزء الثاني)، ترجمة سرور علي, إبراهيم سرور، صفحة 661)

وتعتبر نظرية بايز أحد أهم الأساليب المستخدمة في اتخاذ القرار وهي الأسلوب الذي تمزج فيه المصادر المختلفة للمعلومات والتي تعتمد أساسا على مصدرين هما خبرة متخذ القرار والمعاينة الإحصائية كما تعتمد هذه النظرية على القيمة المتوقعة لمجموعة البدائل المتاحة أمام متخذ القرار، وما يقابلها من حالات الطبيعة بحيث يتم اتخاذ القرار الذي يقابل القيمة المتوقعة المثلى من بين مجموعة القيم المتوقعة بالإضافة إلى ذلك فإنها تستخدم لتعديل الاحتمالات المتوقعة عندما يتضح لمتخذ القرار معلومات جديدة تتعلق بالاختيار أو التجربة التي ترتبط بها الحوادث واحتمالات وقوعها (بلعجوز، 2010، صفحة 205)، وتستخدم نظرية بايز لتنقيح وتحديث قيم الاحتمالات الأولية أو القبلية بناءً على معلومات جديدة تم جمعها عن طريق البحث أو التجربة، ويعتبر بايز من أوائل الاحصائيين الذين أشاروا إلى إمكانية تنقيح وتحديث الاحتمالات في ضوء معلومات العينة اللاحقة ومساهمة بايز في هذا المجال هو إعطاء طريقة لحساب الاحتمالات المنقحة أو المحدثة والتي تسمى بالاحتمالات البعدية، والاحتمالات التي تخضع لعملية التنقيح والتحديث هي الاحتمالات الشخصية (الاحتمالات الأولية أو القبلية) وذلك لأنها تمثل احتمالات حدوث حالات الطبيعة قبل توافر المعلومات الإضافية حيث يتم تقديرها من واقع الخبرة الشخصية لمتخذ القرار وقبل أخذه أي معلومات إضافية في الحسبان وتحتاج عملية تحديث الاحتمالات الأولية إلى جمع معلومات إضافية غالبا ما يتم الحصول عليها من خلال البحث أو التجربة وتسمى بمعلومات العينة وقد ينتج عنها ما يسمى بالاحتمالات الشرطية، وبعد جمع المعلومات الإضافية وتحديد الاحتمالات الشرطية يتم تطبيق نظرية بايز وتحديث الاحتمالات الأولية وذلك للحصول على الاحتمالات البعدية وسميت بهذا الاسم لأنها تمثل احتمالات حالات الطبيعة بعد جمع وتحليل بيانات العينة الحالية وأخذها في الحسبان. (البتانوني، 2016، صفحة 47، 48)

خطوات تنقيح وتحديث الاحتمالات الأولية باستخدام نظرية بايز



المصدر: علاء محمد الباتوني، مرجع سابق، ص 48.

ويمكن تلخيص مراحل نظرية بايز في:

- تحديد الاحتمالات التي تسبق استخدام نظرية بايز أي الاحتمالات الحالية.
- الاستفادة من التقديرات السابقة على شكل معلومات إضافية مستخدمين خبراتنا وتجاربنا.
- دمج الاحتمالات الحالية التي تسبق التطبيق للنظرية والمعلومات الإضافية لنحصل على الاحتمالات الجديدة عن حالات الطبيعة. (علي، 2013، صفحة 109)

ويمكن تلخيص نظرية بايز لحالة الحدثين:

$$P(A_1/B) = \frac{P(A_1)P(B/A_1)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2)}$$

$$P(A_2/B) = \frac{P(A_2)P(B/A_2)}{P(A_1)P(B/A_1)+P(A_2)P(B/A_2)}$$

وتعمم إلى حالة n من الأحداث المتنافية:

$$P(A_i/B) = \frac{P(A_i)P(B/A_i)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2) + \cdots + P(A_n)P(B/A_n)}$$

$P(A_1), P(A_2), P(A_n)$ الاحتمالات المسبقة.

$P(B/A_2) \ldots P(B/A_2)$ الاحتمالات الشرطية الملائمة.

أولا: أمثلة حول نظرية بايز

المثال الأول: يشرف مدير الإنتاج بإحدى شركات التصنيع على إعداد الآلة لانتاج المنتج، يقوم عامل الآلة بإعدادها فإذا أعدها بصورة صحيحة، توجد فرصة 10% أن يكون المنتج الذي تنتجه الآلة معيبا، وإذا أعدت بطريقة خطأ توجد فرصة 40% أي يكون المنتج الذي تنتجه معيبا،

ويعرف مدير الإنتاج من الخبرة لسابقة أن هناك احتمال 0.50 أن يعد العامل الآلة بصورة صحيحة، أو بصورة غير صحيحة ولتقليل فرصة أن يكون العنصر الذي تنتجه الآلة معيبا، قرر المدير أن العامل يجب أن ينتج عنصرا عينة، ويريد المدير أن يعرف احتمال أن تكون الآلة أعدت بطريقة خطأ إذا وجد أن العنصر العينة الذي أنتجه العامل معيبا.

الحل:

$$P(A_2) = 0.50 \quad P(B/A_2) = 0.10$$
$$P(A_1) = 0.50 \quad P(B/A_1) = 0.40$$

A_2 إعداد صحيح للآلة.

A_2 إعداد غير صحيح للآلة

B صعيب.

والاحتمال اللاحق في مثالنا أن تكون الآلة قد أعدت خطأ بمعرفة أن المنتج (العينة) كان معيبا $P(A_1/B)$ وفي تحليل بايز بمجرد أن نعرف الاحتمالات الهامشية والشرطية الابتدائية يمكننا أن نحسب الاحتمال اللاحق باستخدام قاعدة بايز كما يلي:

$$P(A_1/B) = \frac{P(A_1)P(B/A_1)}{P(A_1)P(B/A_1)+P(A_2)P(B/A_2)}$$
$$= \frac{0.50\times0.40}{(0.5\times0.40)+(0.5\times0.10)} = 0.80$$

سبق وأن عرف المدير أن هناك فرصة 50% أن يكون إعداد الآلة خطأ، والآن بعد إنتاج المنتج العينة واختباره، يعرف المدير أنه إذا كان معيبا فتوجد فرصة 0.80 أن إعداد الآلة كان خطأ لذلك يجمع بعض المعلومات الإضافية، يستطيع المدير أن يراجع تقدير الاحتمال أن الآلة أعدت خطأ، سوف يحسن هذا اتخاذ القرار عن طريق السماح للمدير باتخاذ قرار مبني على مزيد من المعلومات بالنسبة إلى إذا كان سيعاد إعداد الآلة أم لا. (برنارد، مقدمة في علم الإدارة (الجزء الثاني)، ترجمة سرور علي, إبراهيم سرور، صفحة 661، 662)

المثال الثاني: ورشة إنتاجية تحتوي على ثلاث أنواع من الآلات هي A_3، A_2، A_1 حيث تقوم كل منها بإنتاج نفس المنتوج ومن الخبرة السابقة تم استخراج المعلومات التالية:

الآلة A_1: يقدر انتاجها غير الصالح أي غير مطابق للمواصفات بـ 0.3 %

الآلة A_2: يقدر انتاجها غير الصالح أي غير مطابق للمواصفات بـ $0.8\ \%$

الآلة A_3: يقدر انتاجها غير الصالح أي غير مطابق للمواصفات بـ 1%.

تم أخذ عينة من انتاج الورشة بمقدار 1000 وحدة موزعة كما يلي:

500 وحدة من انتاج الآلة A_1

350 وحدة من انتاج الآلة A_2

150 وحدة من انتاج الآلة A_3

تم وضعها في صندوق وخلطه جيدا.

- نأخذ وحدة من الصندوق ولوحظ بأنها غير صالحة، ما هو احتمال أن تكون الوحدة منتجة بواسطة الآلة A_3، A_2، A_1؟

الحل:

A_1: الوحدة المنتجة بواسطة الآلة A_1

A_2: الوحدة المنتجة بواسطة الآلة A_2

A_3: الوحدة المنتجة بواسطة الآلة A_3

1- حساب الاحتمال الأولي:

- احتمال أن الوحدة المنتجة بواسطة الآلةA_1: $P(A_1) = \frac{500}{1000} = 0.5$
- احتمال أن الوحدة المنتجة بواسطة الآلةA_2: $P(A_2) = \frac{350}{1000} = 0.35$
- احتمال أن الوحدة المنتجة بواسطة الآلةA_3: $P(A_2) = \frac{150}{1000} = 0.15$

2- احتمال أن الوحدة المنتجة غير صالحة من انتاج الآلةA_i:

$$P(B/A_1) = 0.003$$
$$P(B/A_2) = 0.008$$
$$P(B/A_3) = 0.01$$
$$P(A_i/B) = \frac{P(B/A_1)P(A_1)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2) + P(A_3)P(B/A_3)}$$
$$P(A_1/B) = \frac{0.5 \times 0.003}{(0.003 \times 0.5) + (0.008 \times 0.35) + (0.01 \times 0.15)}$$

$$= 0.26$$

احتمال الوحدة غير صالحة ومن الآلة الأولى هو 0.26

$$P(A_2/B) = \frac{P(A_2)P(B/A_2)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2) + P(A_3)P(B/A_3)}$$

$$P(A_2/B) = \frac{(0.35)(0.008)}{(0.5 \times 0.003) + (0.008 \times 0.35) + (0.15 \times 0.01)}$$

$$= 0.48$$

$$P(A_3/B) = \frac{P(A_3)P(B/A_3)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2) + P(A_3)P(B/A_3)}$$

$$P(A_2/B) = \frac{(0.15)(0.1)}{(0.5 \times 0.003) + (0.008 \times 0.35) + (0.15 \times 0.01)}$$

$$= 0.26$$

احتمال الوحدات غير الصالحة من انتاج الآلة الثالثة هو 0.26. (بلعجوز، 2010، صفحة 206، 208)

المثال الثالثة: تطبع ثلاث سكرتيرات جميع مراسلات مكتب السلام، فإذا كانت السكرتيرة أ تطبع 40% من المراسلات والسكرتيرة ب تطبع 30%، والسكرتيرة جـ تطبع الباقي إذا كان احتمال الخطأ في الطباعة عند السكرتيرة (أ) هو 0.02، واحتمال الخطأ عند (ب) هو 0.03، واحتمال الخطأ عند (جـ) هو 0.04، سحبت ورقة من مراسلات مكتب السلام فوجد خطأ أوجد احتمال أن تكون السكرتيرة (ب) هي التي طبعتها؟

الحل:

B: تمثل الحادث وجود خطأ الورقة المسحوبة أي المطلوب إيجاد $P(A_2/B)$ بتطبيق نظرية *Bayes*

$$P(A_2/B) = \frac{P(A_2)P(B/A_2)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2) + P(A_3)P(B/A_3)}$$

$$P(A_2/B) = \frac{(0.30)(0.03)}{(0.40 \times 0.02) + (0.30 \times 0.03) + (0.30 \times 0.04)}$$

$$= 0.3103$$

احتمال أن تكون السكرتيرة ب هي التي طبعت الورقة المسحوبة 0.31. (الجنابي و المشهداني، 2014، صفحة 188، 189)

ثانيا: طريقة الجدول في نظرية بايز ***Bayes*** (دافيد، دينيس، و توماس، 2006، صفحة 65، 69)

إن طريقة الجدول في إدارة حسابات نظرية بايز، وتتضمن الخطوات التالية:

1- إعداد ثلاثة أعمدة:

عمود 1: الأحداث المتنافية للاحتمالات البعدية المرغوبة.

عمود 2: الاحتمالات المسبقة للأحداث.

عمود 3: الاحتمالات الشرطية من المعلومات الجديدة المعلومة لكل حدث.

2- في العمود 4: تحسب الاحتمالات المشتركة لكل حدث والمعلومات الجديدة B باستخدام قانون الضرب، لكي نحصل على هذه الاحتمالات المشتركة، نضرب الاحتمالات السابقة (القبلية) في العمود 2 في الاحتمالات الشرطية المناظرة في عمود 3 وذلك يكون $P(A_i \cap B) = P(A_i)P\left(\frac{B}{A_i}\right)$

3- تجمع الاحتمالات المشتركة في عمود 4 لكي نحصل على احتمال المعلومات الجديدة ***P(B)***.

4- في العمود 5 نحسب الاحتمالات البعدية باستخدام العلاقة الأساسية للاحتمال الشرطي

$$P(A_i/B) = \frac{P(A_i \cap B)}{P(B)}$$

نلاحظ أن الاحتمالات المشتركة $P(A_i \cap B)$ تظهر في العمود 4 حيث ***P(B)*** يكون مجموع قيم العمود 4.

مثال: شركة صناعية تستلم شحنات الأجزاء من الموردين المختلفين، افترض أن A_1 يشير إلى الحدث أن الجزء يكون من المورد 1، وA_2 يشير إلى الحدث أن الجزء يكون من المورد 2

و65% من قطع الغيار التي تشتريها الشركة من المورد 1 والباقي من المورد 2، واحتمال قطع غيار سيئة من المورد 1 هو 0.02 ومن المورد الثاني هو 0.05،

الحل:

1- طريقة بايز:

$$P(A_1) = 0.65$$
$$P(A_2) = 0.35$$
$$P(B/A_1) = 0.02$$
$$P(B/A_2) = 0.05$$

$$P(A_1/B) = \frac{P(A_1)P(B/A_1)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2)}$$
$$= \frac{(0.65 \times 0.02)}{(0.65 \times 0.02) + (0.35 \times 0.05)}$$
$$= 0.4262$$

احتمال أن القطع السيئة في المورد 1

$$P(A_2/B) = \frac{P(A_2)P(B/A_2)}{P(A_1)P(B/A_1) + P(A_2)P(B/A_2)}$$
$$= \frac{(0.35 \times 0.05)}{(0.65 \times 0.02) + (0.35 \times 0.05)}$$
$$= 0.5738$$

2- طريقة الجدول:

5 الاحتمالات البعدية $P(A_i/B)$	4 الاحتمالات المشتركة $P(B \cap A_i)$	*3* الاحتمالات الشرطية $P(B/A_i)$	2 الاحتمالات المسبقة $P(A_i)$	1 الأحداث A_i
$\frac{0.0130}{0.0305} = 0.4262$	$P(A_1)P(B/A_1) = 0.0130$	*0.02*	*0.65*	A_1
$\frac{0.0175}{0.0305} = 0.5738$	$P(A_2)P(B/A_2) = 0.0175$	*0.05*	*0.35*	A_2
1	$P(B) = 0.0305$		*%100*	

ثالثا: شجرة الاحتمال (الجنابي و المشهداني، 2014، صفحة 189، 192)

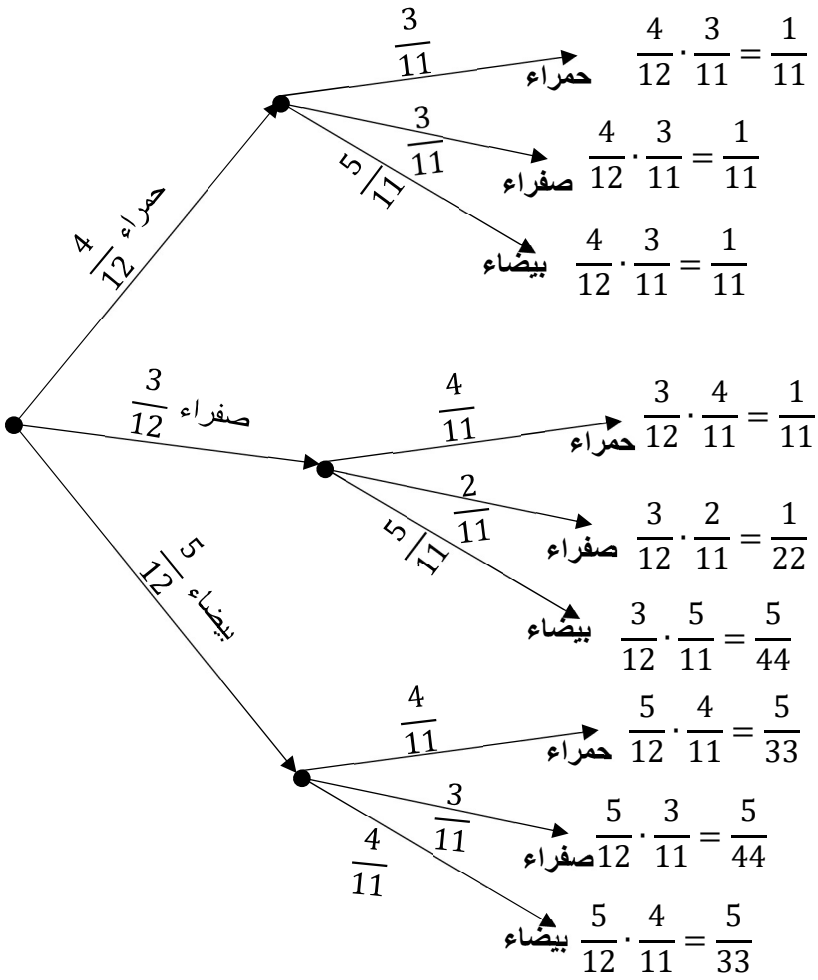
إن شجرة الاحتمال هي إحدى الطرق المناسبة لحساب احتمال حادث معين B إذا كان هذا الحادث يأتي من قبل حوادث متعددة تمثل تقسيما لفضاء العينة، حيث تمثل فضاء العينة بأصل الشجرة ونمثل تقسيم فضاء العينة بفروع لشجرة، وتمثل تقسيم كل فرع بفروع جديدة وهكذا ويستفاد من شجرة الاحتمال أيضا في تمثيل نتائج التجربة الإحصائية المتعددة المراحل وتعيين احتمال كل فرع من فروع الشجرة التي مثلت تلك التجربة.

مثال: يحتوي صندوق 4 كرات حمراء و3 كرات صفراء و5 كرات بيضاء وجميعها متشابهة وأردنا سحب كرتين واحدة تلو الأخرى وبدون إرجاع، فما هو احتمال أن تكون الكرتان حمراء اللون؟

الحل: هذه التجربة ذات مرحلتين فعند سحب الكرة الأولى فغنها تكون حمراء أو صفراء أو بيضاء، وكل لون منهم يرتبط بثلاثة ألوان أحمر، أصفر، أبيض في السحبة الثانية

تمثل هذه التجربة بشجرة الاحتمال والاحتمالات المرتبطة بكل فرع نستطيع إيجاد احتمالات الحوادث المختلفة التي لها علاقة بهذه التجربة فاحتمال الحصول على كرتين حمراء $\frac{1}{11}$ واحتمال كرة حمراء في السحبة الثانية

$$\frac{1}{11}+\frac{1}{11}+\frac{5}{33}=\frac{1}{3}$$



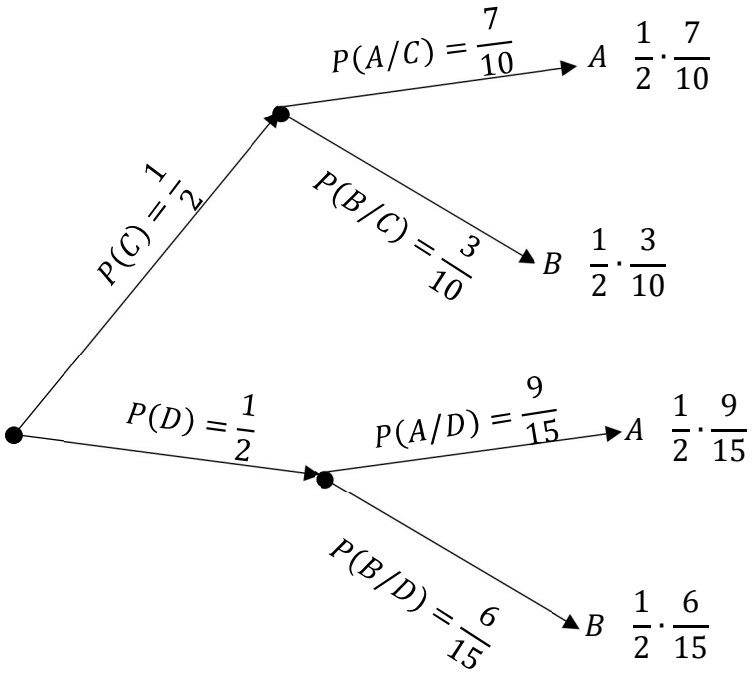
مثال: صندوقين صغيرين يحتويان المواد الآتية

المادة	الصندوق الأول C	الصندوق الثاني D
ساعة ذهبية A	7	9
ساعة فضية B	3	6

أختير أحد الصندوقين عشوائيا وأخذت منه ساعة بطريقة عشوائية والمطلوب:

1) ما هو احتمال أن الساعة التي أخذت ساعة ذهبية؟
2) ما هو احتمال أن الساعة التي أخذت كانت من الصندوق الثاني إذا علم أنها ذهبية؟

الحل: نفرض أن A تمثل الساعة الذهبية، وb الساعة الفضية.



1) من شجرة الاحتمال نجد:

$$P(A) = \frac{1}{2} \cdot \frac{7}{10} + \frac{1}{2} \cdot \frac{9}{15} = \frac{13}{20}$$

2) احتمال أن الساعة من الصندوق الثاني D إذا علم أنها ذهبية

$$P(D/A) = P(D \cap A)/P(A) = \frac{(\frac{1}{2} \cdot \frac{9}{15})}{\frac{13}{20}} = \frac{6}{13}$$

المحور السابع:إتخاذ القرار بإستخدام شجرة القرار

فكرة هذا الأسلوب مستمدة من تعبير مجازي وهي كلمة الشجرة على اعتبار أن عملية اتخاذ القرار تتفرع وتتشعب في أكثر من اتجاه كما هو الحال بالنسبة لتشعب أغصان الشجرة، والتفرع في اتخاذ القرار طبقا للظروف المحيطة بالقرار وطبقا للمعطيات المتاحة لحل المشكلة بالأخذ بعين الاعتبار مؤشرات البيئة الخارجية والداخلية والتي تكون ذات طبيعة احتمالية.

أولا: تعريف شجرة القرار

تعرف بأنها: تمثيل بياني للعناصر والعلاقات التي تتكون منها مشكلة القرارات من أجل معالجة مشكلة معينة في الواقع العملي للمؤسسة وهي "أسلوب كمي تصويري وبياني للعناصر والعلاقات التي تتكون منها المشكلة في ظل حالات المخاطرة المختلفة لحالات الطبيعة". (بورديمة، صفحة 139)

وتعرف أيضا: "تمثيل بياني تخطيطي للبدائل المتاحة وحالات الطبيعة ومستوياتها المختلفة ونتائجها المتوقعة". (الفضل و الطائي، الأساليب الكمية في ترشيد القرارات التسويقية، 2013، صفحة 127)

ثانيا: أنواع شجرة القرار

هناك عدة أنواع لشجرة القرار نذكر منها: (بن تركي، صفحة 103)

1- شجرة القرارات المحددة: وتمثل مشكلة يكون فيها البديل الممكن والعائد معروفين بالتأكيد ولا يكون في هذه الشجرة أي نقاط حدث ويتخذ فيها قرار واحد فقط.
2- شجرة قرارات محددة ذات مراحل متعددة: ويلاحظ أن هذه الشجرة لا تحتوي على نقاط حدث ولكنها تحتوي على قرارات متتابعة.
3- شجرة القرارات الاحتمالية من مرحلة واحدة: وتكون نقطة القرار الأولى نقطة واحدة يتم الاختيار على أساسها بالإيجاب أو السلب لتتفرع بعدها الاختيارات الممكنة بحسب الأحداث.

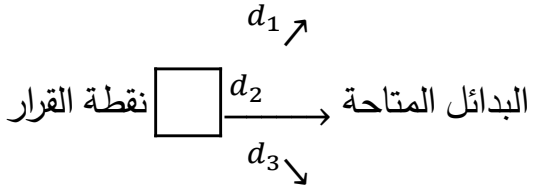
4- شجرة القرارات الاحتمالية من عدة مراحل: (بورديمة، صفحة 140، 141) هذا النوع هو الأكثر تعقيدا من الحالات السابقة حيث تتم عملية اتخاذ القرار على عدة مراحل ويستخدم هذا الأسلوب في معالجة المشاكل المعقدة حيث يواجه متخذ القرار مواقف متعددة في مراحل تقديم الحل للمشكلة والتي يتطلب الأمر فيها اتخاذ قرارات لاحقة للقرار الأول الذي تم اعتماده في بداية عملية حل المشكلة ويتم في نهاية كل فرع حساب النتائج المتوقعة على أساس احتمالية تحقق ذلك الفرع أو حالة الطبيعة.

ثالثا: خطوات شجرة القرار (بلعجوز، 2010، صفحة 189، 192)

بعد أن يتم تحديد المشكلة ويتم ترتيب عناصرها بشكل جيد عن طريق نقاط القرار ويعبر عنها بالعقد وتأخذ الرمز □ أو فروع يعبر عنها (←) وعقد حالات الطبيعة يعبر عنها O، نفترض أن لدينا مصفوفة القرار التالية:

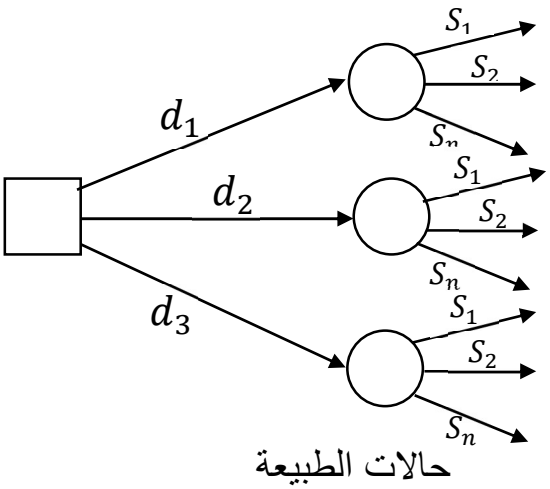
P_3	P_2	P_1	الاحتمالات
S_3	S_2	S_1	S_i / d_i
g_{13}	g_{12}	g_{11}	d_1
g_{23}	g_{22}	g_{21}	d_2
g_{33}	g_{32}	g_{31}	d_3

الخطوة الأولى: تحديد نقطة القرار والبدائل المتاحة

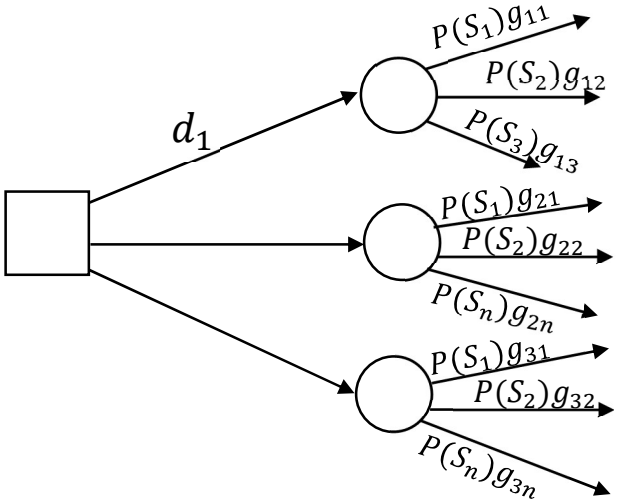


الخطوة الثانية: تحديد حالات الطبيعة

يعبر عنها في نهاية كل بديل بدائرة يمكن أن يتفرع كل منها عدد من الفروع S_1، S_2، ...، S_n



الخطوة الثالثة: تحديد العوائد أو التكاليف



الخطوة الرابعة: تحديد العائد لكل بديل حيث يتم حساب القيمة المتوقعة

$$EV(d_1) = P(S_1)g_{11} + P(S_2)g_{12} + P(S_3)g_{13}$$
$$EV(d_2) = P(S_1)g_{21} + P(S_2)g_{22} + P(S_3)g_{33}$$
$$EV(d_3) = P(S_1)g_{31} + P(S_2)g_{32} + P(S_3)g_{33}$$

يتم اختيار البديل الذي يحقق أعلى قيمة متوقعة في حالة الربح.

الخطوة الخامسة: عملية تحليل شجرة القرار (بن تركي، صفحة 106)

يتم التحليل عكس اتجاه الرسم وبعد الانتهاء منه وتتلخص بالخطوات:

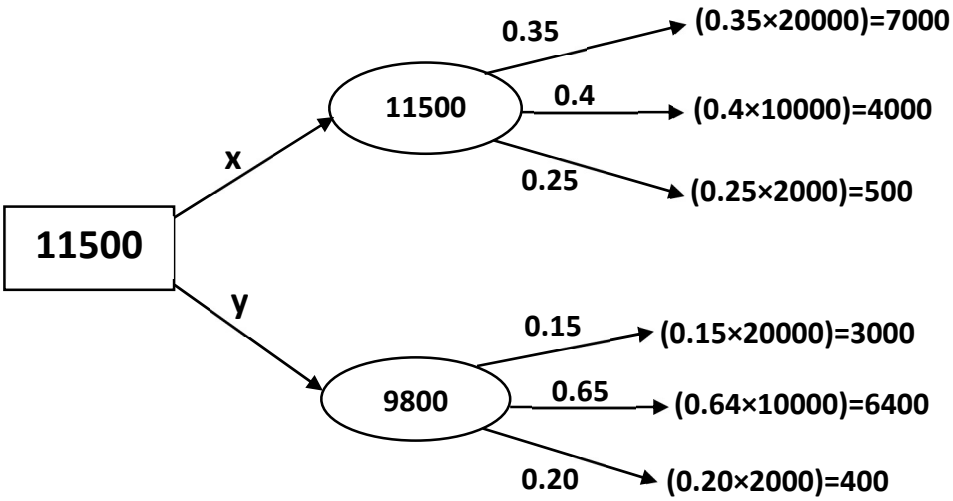
- إيجاد القيمة المتوقعة لعائد أو تكاليف كل بديل وذلك بأن نقوم بضرب نتائج البدائل باحتمالات حالات الطبيعة المرتبطة بها ثم نجمع نتائج العملية لكل بديل.
- المقارنة بين هذه القيم واختيار أفضلها ووضعها بجانب أو داخل نقطة القرار النهائية وبناءً على هذه القيم نختار البديل الأفضل.
- عند وجود أكثر من نقطة قرار في شجرة القرار فإننا نقوم بتطبيق نفس الخطوتين لاتخاذ القرار المناسب ثم نستخدم نتائج هذه القرارات للاستمرار والتوصل إلى الحل الأمثل.

مثال: (بلعجوز، 2010، صفحة 192، 193)

ترغب إحدى المؤسسات في تسويق أحد المنتوجين *x* أو *Y* ومن المتوقع أن يكون الطلب على المنتوجين والأرباح المحققة في كل حالة حسب ما هو موضح في الجدول:

البيان / حالة السوق	الاحتمال		الأرباح	
	X	*Y*	*x*	*Y*
طلب مرتفع	0.35	0.15	20000	20000
طلب متوسط	0.40	0.65	10000	10000
طلب منخفض	0.25	0.20	2000	2000

المطلوب: ما هو المنتوج الذي من المتوقع يحقق أعلى الأرباح وذلك باستخدام أسلوب شجرة القرار؟



$$EV(X) = (0.35 \times 20000) + (0.4 \times 10000) + (0.25 \times 2000)$$
$$= 11500$$
$$EV(Y) = (0.15 \times 20000) + (0.64 \times 10000) + (0.20 \times 2000)$$
$$= 9800$$

القيمة المتوقعة للبديل الأول X هي الأعلى بمقدار 11500 وبالتالي على المؤسسة أن تركز على عملية تسويق المنتوج X.

تمرين حول شجرة القرارات متعددة المراحل:

ترغب إحدى الشركات التجارية بمواجهة الطلب المتزايد على خدماتها بإحدى طريقتين هما إضافة موظفين جدد بتكلفة 3000 وحدة نقدية أو إضافة آلات جديدة بـ 25000 وحدة نقدية، يتوقف هذا الاختيار على السنتين القادمتين، علما أن احتمال ارتفاع الطلب في السنة الأولى 70% وانخفاضه 30%، أما السنة الثانية فهي تعتمد على البدائل المتوفرة بها على ما كان في السنة التي تسبقها، فإذا كانت الشركة قد أضافت إلى كادرها موظفين جدد وكان الطلب مرتفعا فإن البدائل المتوفرة كذلك لديها إما زيادة عدد الموظفين أو إضافة آلة جديدة أخرى ولكن القرار هنا يعتمد على حالات الطلب والذي إذا كان مرتفعا بنسبة 30% ومتوسطا بنسبة 60% ومنخفضا بنسبة 10%، فإذا كانت الشركة قد قامت بتوظيف عدد آخر من العاملين في السنة الثانية فإن المردودات هي 80000 للطلب المرتفع و60000 للطلب المتوسط و40000 للطلب المنخفض

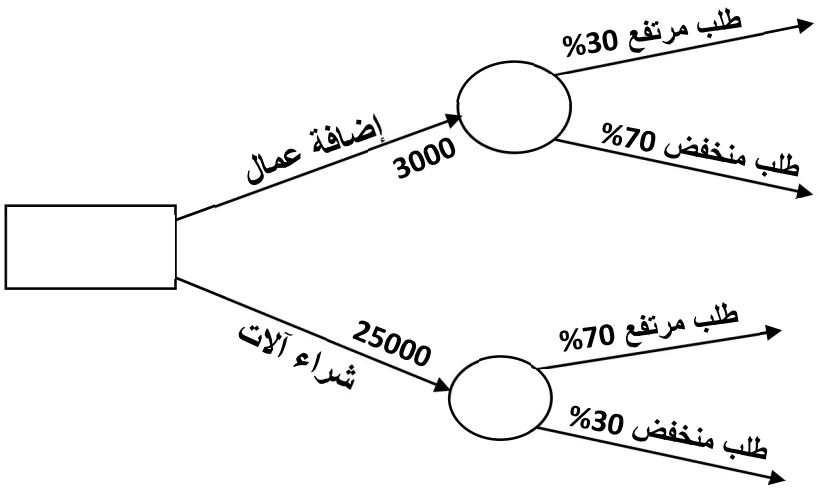
أما إذا كانت الشركة اشترت آلة جديدة في السنة الثانية فإن مردوداتها هي (60000، 40000، 20000)

أما إذا قامت الشركة بإضافة عدد جديد من الموظفين في السنة الأولى وحصل انخفاض في حجم المبيعات فإن أمامها بديل واحد هو عدم إجراء أي تعديل وفي هذه الحالة تكون مردوداتها هي 40000 للطلب المرتفع، 30000 للطلب المتوسط، 20000 للطلب المنخفض وإذا قامت الشركة بشراء آلات جديدة في السنة الأولى وحصل ارتفاع في المبيعات خلال هذه السنة فإنها ترغب إما بإضافة عدد آخر من العمال الجدد في السنة الثانية أو عمال زائد آلات جديدة معا.
أما المردودات المتوقعة على التوالي للحالة الأولى (50000، 40000، 30000)، الحالة الثانية (60000، 50000، 40000)

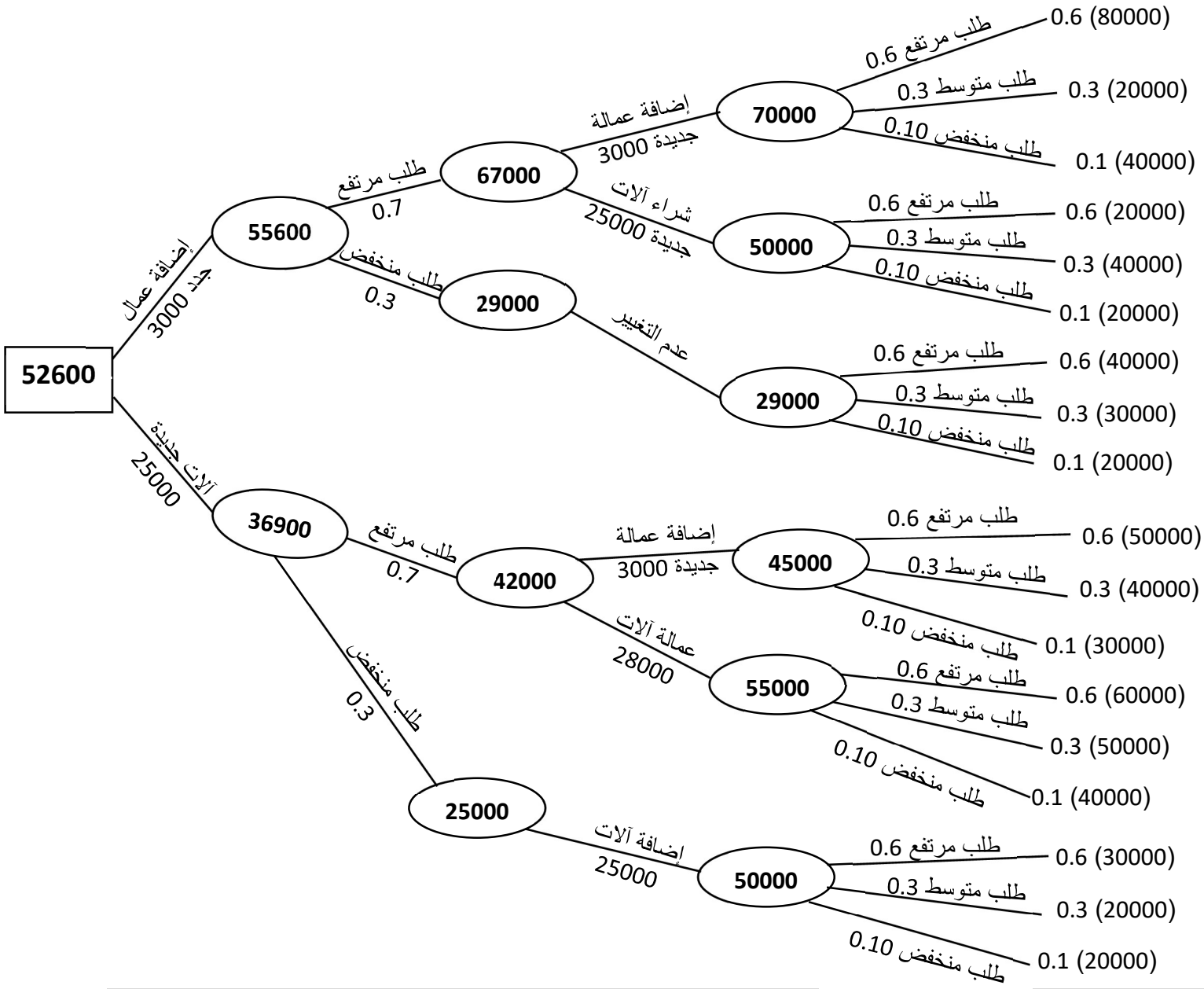
أما إن حصل انخفاض في المبيعات فإنها سوف تستمر فقط بإضافة عمالة جديدة عندها سوف يكون المردود على التوالي (70000، 20000، 20000)

مراحل الحل:

أولا: رسم شجرة القرار للسنة الأولى



ثانيا: بما أن القرارات في السنة الثانية تعتمد على احتمالات السنة الأولى فإن الشجرة تصبح بأربع قرارات فرعية نوصلها بالحالات والبدائل في السنة الأولى، وهو ربط بين السنة الأولى والثانية


52600
إضافة عمال جدد 3000
55600
طلب مرتفع 0.7
67000
إضافة عمالة جديدة 3000
70000
طلب مرتفع 0.6
0.6 (80000)
طلب متوسط 0.3
0.3 (20000)
طلب منخفض 0.10
0.1 (40000)
شراء آلات جديدة 25000
50000
طلب مرتفع 0.6
0.6 (20000)
طلب متوسط 0.3
0.3 (40000)
طلب منخفض 0.10
0.1 (20000)
طلب منخفض 0.3
29000
عدم التغيير
29000
طلب مرتفع 0.6
0.6 (40000)
طلب متوسط 0.3
0.3 (30000)
طلب منخفض 0.10
0.1 (20000)
آلات جديدة 25000
36900
طلب مرتفع 0.7
42000
إضافة عمالة جديدة 3000
45000
طلب مرتفع 0.6
0.6 (50000)
طلب متوسط 0.3
0.3 (40000)
طلب منخفض 0.10
0.1 (30000)
عمالة آلات 28000
55000
طلب مرتفع 0.6
0.6 (60000)
طلب متوسط 0.3
0.3 (50000)
طلب منخفض 0.10
0.1 (40000)
طلب منخفض 0.3
25000
إضافة آلات 25000
50000
طلب مرتفع 0.6
0.6 (30000)
طلب متوسط 0.3
0.3 (20000)
طلب منخفض 0.10
0.1 (20000)

$$EV(8) = (0.10 \times 4000) + (0.30 \times 20000) + (0.60 \times 80000)$$
$$= 70000$$
$$EV(9) = (20000 \times 0.60) + (40000 \times 0.3) + (2000 \times 0.10) = 50000$$

$$EV(4) \begin{matrix} \nearrow \text{إضافة عمالة} \\ \searrow \text{آلات} \end{matrix} \begin{matrix} 70000 - 3000 = 67000 \\ 50000 - 25000 = 25000 \end{matrix}$$

$$EV(10) = (40000 \times 0.6) + (30000 \times 0.3) + (2000 \times 0.10) = 29000$$
$$EV(11) = (50000 \times 0.6) + (40000 \times 0.30) + (30000 \times 0.10)$$
$$= 45000$$
$$EV(12) = (60000 \times 0.6) + (50000 \times 0.30) + (2000 \times 0.1) = 55000$$

$$EV(6) \begin{matrix} \nearrow \text{إضافة عمالة} \\ \searrow \text{آلات} \end{matrix} \begin{matrix} 45000 - 3000 = 42000 \\ 55000 - 28000 = 27000 \end{matrix}$$

$$EV(13) = (30000 \times 0.60) + (200000 \times 0.30) + (2000 \times 0.10)$$
$$= 50000$$
$$EV(7) = 25000$$
$$EV(2) = (67000 \times 0.7) + (29000 \times 0.30) = 55600$$
$$EV(3) = (42000 \times 0.7) + (25000 \times 0.3) = 36900$$

القرار
$$52600 = 3000 - 55600 \nwarrow$$
$$11900 = 25000 - 36900 \swarrow$$

المحور الثامن: إتخاذ القرار بإستخدام نظرية المباريات

يعتبر الفرنسي augustin cournt 1838 والإنجليزي francis edgeworth 1881 من المحللين الرائدين في نظرية المباريات، حيث قام كورنو بتحليل وضعية احتكار القلة في السوق حيث توصل لبناء نموذج توازن سمي باسمه، وهي حالة خاصة من نظرية المباريات الحديثة، وفي سنة 1913 zermelo إثر دراسة مباريات الشطرنج قدم طريقة جديدة لحل فئة معينة من المباريات (الاستقراء العكسي) وفي عام 1928 نشر johom vom neumanm مقالا حل فيه لغزا ثم ألف كتاب مع مور جنسترن نظرية المباريات والسلوك الاقتصادي 1944 حيث قدموا اسهامات (أولا: إطفائهما الطابع الشكلي على مفهوم المباراة) ثانيا: قدموا أساسا لنظرية المنفعة وهي التي تفسر ما يحصل للمتبارين في نهاية المباراة، ثالثا: أوجدوا الحلول المثلي للمباريات الصفرية المجموع (شخصين ربح الأول هو بالضرورة خسارة الثاني) رابعا: قدما نوع جديد المباريات التعاونية.

إلا أن التطور الكبير لنظرية المباريات جاء مع (jom Nash) قدم سنة 1950 مفهوم التوازن (ومن أجله تحصل على جائزة نوبل 1994 مع (selten) الذي نشر مقالين 1965 و1975 عمم فكرة توازن ناسا على مباريات الديناميكية) و (harsany) عمم مفهوم ناسا على المباريات التي تكون المعلومات منقوصة بالنسبة لتفضيلات المتبارين فيما بينهما بين (1967، 1968).

بعد هذه الاسهامات انتقلت نظرية المباريات من الرياضيات الصرفة إلى عدة مجالات الاحتكار، سياسات النقدية، وفي علوم ..... التجارة نجد roberts , milgrom 1992، macafee 2005 و besanko 2012. (أشرف، 2016، الصفحات 153-154)

أولا: تعريف نظرية المباريات (الصراع)

تعرف المباراة بأنها حالة من الصراع بين شخصين أو أكثر حيث يكون لكل لاعب بعض السيطرة على نتيجة الصراع وليس كلها. (أشرف، 2016، صفحة 155)

وتعرف أيضا "موقف صراع أو حالة تنافس بين طرفين أو أكثر وفق قواعد محددة يتحقق عنها عائد بشكل مكاسب أو خسائر من طرف لحساب طرف آخر، ويطلق على كل طرف اسم لاعب وقد يكون هذا اللاعب شخص معنوي مثل الشركات أو شخص طبيعي مثل التجار المتنافسين في سوق معين. (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 56)

أما نظرية المباريات هي عبارة عن تكنيك يستخدم عند الرغبة في اتخاذ القرارات التي تتطلب أخذ استراتيجيات الأطراف الأخرى ذوي المصالح المتعارضة في الاعتبار. (الموسوي، 1993، صفحة 358)

ثانيا: خصائص المباراة التنافسية

للمباراة التنافسية خصائص هي:

- يوجد عدد محدود من المتنافسين وتدعى مباراة ثنائية أو بين شخصين عندما يكون ($n=2$)، وتسمى مباراة بين عدة أشخاص ($n>2$).
- اللاعب له عدد محدود من البدائل (الخيارات).
- يجب أن يعرف كل لاعب جميع البدائل المتوفرة للآخرين ولكن لا يعرف أيا منها سيختاره.
- تحدث لعبة المباراة عندما يختار كل لاعب أحد البدائل المتوفرة له ويفترض أن يكون الاختيار في آن واحد بحيث لا يعرف اختيار الآخرين حتى يقرر اختياره.
- بعد أن يختار جميع اللاعبين بدائل عملهم فإن عوائدهم المناظرة يتكون محدودة.
- يعتمد عائد اللاعب على بدائل العمل الخاصة به وكذلك على بدائل العمل المتوفرة للآخرين. (الألوسي، 2003، صفحة 344، 345)

ثالثا: عناصر المباراة

تتكون المباراة من العناصر التالية:

- اللاعبين (الأطراف المتصارعة)
- الاستراتيجية المتاحة لكل لاعب: وتتمثل الاستراتيجية في نظري المباريات بمجموعة الخطط والبدائل والقرارات للاعب المحسوبة مسبقا في ظل خطط وقرارات الطرف الخصم ضمن ظروف التنافس، وتعد الاستراتيجيات الأساس الذي تبنى عليه علية القرارات والموجه والمرشد للرجل متخذ القرار في إدارة الصراع.
- مصفوفة العوائد (المدفوعات) والتي تمثل عوائد كل استراتيجية (ربح أو خسارة) لكل لاعب وفقا للقرارات أو الخطط المختلفة.
- قيمة المباراة والتي تمثل نتيجة تكرار اللعب ربح أو خسارة لكل لاعب في النهاية. (كاسر, منصور نصر، 2006، صفحة 302)

رابعا: أنواع المباريات

يمكن تقسيم المباريات حسب عدد اللاعبين (مباراة بلاعبين وبـ n لاعب) وإذا كانت الحصيلة للمباراة صفرية أو غير صفرية:

1-مباريات بمجموع صفري:

وفيه يأخذ الفائز ربحا الذي هو خسارة للخاسر، ويعتبر هذا النوع من المباريات ذات طابع متنافسة مباشرة، وأهداف اللاعبين هي المكسب إلى أقصى حد مستطاع على حساب الخصم، وتسمى المباريات ذات المجموع صفر بلاعبين ((مباراة بلاعبين ومجموع صفر)). (تركي، 1984، صفحة 225)

وأهم افتراضات المباراة ذات لاعبين بمجموع صفري:

- أن عدد اللاعبين اثنين فقط.
- أن يكون كل لاعب عارفا بالبدائل أو الاستراتيجيات المتاحة لكلا اللاعبين وكذلك على معرفة بالنتائج أو العوائد.
- أن محصلة مما يكسبه أحد اللاعبين هو بالضبط مجموع ما يخسره الآخر.
- أن اللاعبين يتمتعان بالرشد والعقلانية أي أن كلا منهما يسعى لتعظيم الربح أو تدنيه الخسارة.
- ألا يكون هناك اتفاق مسبق بين اللاعبين لأن هذا الامر ينفي عن الموقف صفة المنافسة. (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 56)

2-مباريات بمجموع غير صفري:

عائد المباريات بمجموع غير صفر لأحد اللاعبين يختلف على خسارة اللاعب الآخر (يمكن أن يكون أكبر أو أقل ولكن غير متساوي) وعلى ذلك فإن المباريات ذات المجموع غير صفر ليسا بها تنافس مباشر وهناك احتمال للتعاون. (تركي، 1984، صفحة 226)

- المباريات الثنائية ذات الاستراتيجية المختلطة: في كثير من المباريات لا يوجد نقاط توازن أي لا يوجد استراتيجية واحدة أمام كل لاعب يستطيع اتباعها طوال الوقت، بل يكون لدى اللاعب عدد من الاستراتيجيات ويتوجب عليه اتباع خليط منهما حتى يستطيع تحقيق هدفه، لذلك يتوجب عليه معرفة نسبة الوقت الذي يستطيع خلاله لعب كل استراتيجية وما هي قيمة المباراة. (كاسر, منصور نصر، 2006، صفحة 306)

خامسا: صياغة النماذج الرياضية لمتخذ قرارات المنافسة (الصراع)

إن عملية المنافسة والصراع بين اللاعبين من الأشخاص ذوي الصفة المعنوية أو المادية يترتب عليه نتائج معينة، وهذه النتائج تتسم في كونها ذات طبيعة مالية ويتم التوصل إلى هذه النتائج من خلال اعتماد نوعين من العلاقات الرياضية تعبر عن تطلعات كل من اللاعب الأول واللاعب الثاني وذلك من خلال تحديد قيمة المقدار (aij) الذي يمثل مصفوفة النتائج المالية الناجمة عن تقاطع رغبات كلا من اللاعبين في حالة المنافسة والصراع على مكسب معين أو تجنب خسارة أو مخاطرة معينة في السوق، ويتم جمع النتائج عادة في إطار مصفوفة يطلق عليها اسم مصفوفة الدفع وتفسر البيانات المالية والنقدية في هذه المصفوفة بأنها مقدار ما يدفعه اللاعب الثاني للاعب الأول في حالة فوز الأخير عند اتخاذه قرار معين لاختيار استراتيجية معينة أو بديل معين، إ، الصيغة الرياضية كالعامة لمصفوفة الدفع في ظل نظرية المباريات يعبر عنها:

i: قرار اللاعب الأول (i=1,2…m)

J: قرار اللاعب الثاني (j=1,2…n)

X \ Y	Y_1	Y_2	…	Y_j	…	Y_n
X_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1j}	…	a_{in}
X_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2j}	…	a_{2n}
⋮				⋮		
X_i	a_{i1}	a_{i2}	…	a_{ij}	…	a_{in}
⋮				⋮		
X_m	a_{m1}	a_{m2}	…	a_{mj}	…	a_{mn}

من الصيغة الرياضية السابقة لمصفوفة الدفع (aij) يتضح أن الاستراتيجيات الممكنة للاعب الأول هي ($x_1, x_2 \ldots x_m$) أما استراتيجيات اللاعب الثاني ($y_1, y_2 \ldots y_m$)

إن عناصر المصفوفة (aij) قد تكون موجبة أو سالبة فإذا كانت موجبة تعبر عن مقدار العائد (ربح) المتحقق للاعب الأول عن إتباعه استراتيجية (x_i) في نفس الوقت الذي يبتع فيه

اللاعب الثاني استراتيجية (y_j)، أما إذا كانت سالبة فإنها تعبر عن خسارة اللاعب الأول. (الفضل، الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة، 2007، صفحة 654، 655)

سادسا: الحل الأمثل لمباراة شخصين بمحصلة صفرية (الألوسي، 2003، صفحة 349، 351)

يعتمد اختيار معيار معين لحل مسألة قرار بشكل كبير على المعلومات المتوفرة وتمثل المباريات الحالة الأخيرة للنقص في المعلومات والتي يعمل فيها الخصوم الأذكياء في محيط تنافسي ويوجد معيارا متحفظا جدا (mini max= maxi min) حيث يقترح لحل المباريات بين شخصين بمحصلة صفرية، وفي هذا المعيار كل لاعب هو خصم ذكي وعليه أن يحاول بشكل فعال على إحباط التدابير التي ينفذها خصمه، ولتوضيح حقيقة أن كل خصم يعمل ضد اهتمامات الآخر فإن معيار أدنى الأقصى (mini max) يختار بديل كل لاعب الذي يعطي أفضل ما يمكن من أسوأ النتائج الممكنة، والحل الأمثل يتم التوصل إليه إذا وجد أن كل لاعب من غير المستحسن أن يقوم بتبديل بديله في هذه الحالة تكون لدينا مباراة مستقرة أو في حالة التعادل (التوازن)، حيث مصفوفة المباراة تمثل عادة بعوائد اللاعب (أ) الذي تمثل بدائله صفوف المصفوفة فإن المعيار المتحفظ يستدعي اللاعب (أ) لاختيار البديل الذي يعظم عائده الأدنى، تأخذ القيم الدنيا فوق جميع بدائل اللاعب (ب)، بنفس الأسلوب يختار اللاعب (ب) البديل الذي يصغر خسائره القصوى ومرة أخرى تأخذ القيمة فوق جميع بدائل اللاعب (أ).

مثال: البحث عن بديل عمل بحث (نقطة سرجية، التوازن، التعادل) لندرس مصفوفة العوائد التالية التي تمثل عائد اللاعب (أ).

اللاعب ب / بدائل اللاعب أ	1	2	3	4
1	8	2	9	5
2	6	5	7	18
3	7	3	−4	10

نلاحظ أنه عندما يتبنى اللاعب (أ) البديل الأول فإنه قد يحصل على (8، 2، 9، 5) اعتمادا على البديل الذي يختاره اللاعب (ب) أي أخذنا القيمة الدنيا الموجودة في بديل اللاعب (أ) الأول أي (الصف 1)، [min (8,2,9,5) = 2] بغض النظر عن البديل الذي سيختاره اللاعب (ب)، أي إذا تبنى اللاعب (أ) البديل الأول سيضمن مردود لا يقل عن 2، ونفس الطريقة مع بقية الصفوف. والصف الثاني (5)، الصف الثالث (−4) وبالتالي سيختار اللاعب (أ) البديل الثاني الذي يعظم عوائده.

(max (2,5,−4)= 5)

أما اللاعب (ب) فيرغب في تصغير خسائره حيث إذا اختار البديل الأول فإنه لا يخسر أكثر من 8: 8= max(8,6,7) بغض النظر عن اختيارات اللاعب (أ) أما البديل الثاني (5)، أما البديل الثالث (9) والرابع (18) أي اللاعب (ب) سيختار البديل الذي يصغر خسارته 5 = min(8,5,9,18) أي اختيار الأدنى الأقصى mini max.

اللاعب ب / بدائل اللاعب أ	1	2	3	4	Maxi min
1	8	2	9	5	2
2	6	5	7	18	5
3	7	3	−4	10	−4
Mini max	8	5	9	18	

من الشروط التي تحكم معيار أدنى الأقصى أن القيمة القصوى الصغرى (العليا) للمباريات تكون أكبر أو يساوي القيمة الصغرى القصوى الدنيا.

عندما تكون العلاقة مساواة: maxi min= mini max= 5

هذا يعني أن المباراة لها نقطة توازن (تعادل) وقيمة المباراة هي 5.

على العموم يجب أن تحقق المباراة العلاقة التالية: mini max ≤ قيمة المباراة maxi min ≤

ويمكن تلخيص خطوات إيجاد نقطة التعادل:

1-في نهاية كل من استخراج القيمة الصغرى منه ووضع دائرة تحيط بأكبر هذه القيم.

2-في أسفل كل عمود نستخرج القيمة القصوى منه ووضع دائرة تحيط بأصغر هذه القيم.

3-إذا كانت هاتان القيمتان متساويتان فإن الخلية حيث يلتقي الصف والعمود هي نقطة التعادل وقيمة المباراة.

4-إذا كانت هاتان القيمتان غير متساويتان فلا توجد نقطة تعادل وقيمة المباراة بين هاتين القيمتان.

5-إذا كانت أكثر من نقطة سرجية (تعادل) واحدة، أي للمباراة أكثر من حل.

سابعا: المباراة التي لا تحتوي على نقطة توازن ذات المجموع الصفري. (بوقرة، 2012، صفحة 164،167)

يعبر هذا النوع من المباريات عن المباريات المختلطة الاستراتيجيات في حالة عدم وجود نقطة توازن للمباراة فإنه يتم تخفيض المصفوفة وفق مبدأ السيطرة (الهيمنة) حسب الأسطر والأعمدة ثم الحل على أساس المعيار المحافظ وفي حالة عدم التوصل إلى حل وفقا لمبدأ المحافظ يمكن تخفيضها إلى النوع [2×2] ثم معاودة الحل وفق المبدأ المحافظ وإلا الحل باستعمال الاحتمالات، وفي حالة عدم التمكن من تخفيض المصفوفة يتم تحويل المصفوفة إلى نموذج خطي وحلها بطريقة السمبلكس.

1-حل المباراة التي لا تحتوي على نقطة توازن ذات المجموع الصفري بطريقة السيطرة (الهيمنة، السيادة)

مثال: لنفترض المصفوفة التالية:

المتنافس A \ المتنافس B	1	2	3
1	8.5	7	7.5
2	12	9.5	8
3	9	11	10

يتم اختيار الحل وفق المبدأ المحافظ

المتنافس A \ المتنافس B	1	2	3	Maxi min
1	8.5	7	7.5	7
2	12	9.5	8	8
3	9	11	10	9
Mini max	12	11	10	

بالملاحظة حل هذه المصفوفة لا يوجد بها نقطة توازن (mini max10 ≠ maxi min9) وبالتالي فالحل لم يتم التوصل له، لذلك سنحاول تخفيض المصفوفة وفق مبدأ السيطرة (مبدأ السيادة).

بما أن الاستراتيجية الأولى للمتنافس A لها عائد أدنى مقارنة بالاستراتيجية الثانية بغض النظر عن استراتيجية الخصم، وما دام المتنافس A يبحث عن تعظيم العائد هذا يعني أنه من الأفضل له التنافس على الاستراتيجية الثانية بدل الأولى، ومنه نقول أن الاستراتيجية الثانية ذات سيطرة على الأولى، أي أن الاستراتيجية الأولى لا يتم التنافس عليها ولا تستبعد لأنها محكمة أو مسيطر عليها من طرف الاستراتيجية الثانية.

نفس التحليل يمكن أن ينطبق على المتنافس B حيث أنه يبحث عن تحقيق أقل خسارة فإنه سوف لن يتنافس على الاستراتيجية التي تؤدي إلى خسارة أكبر، ومقارنة بين الاستراتيجية الأولى والثانية سيتخلص من الأولى لأنها تحقق خسارة أكبر وعليه نشطب الاستراتيجية الأولى، وتصبح:

المتنافس A \ المتنافس B	2	3
2	9.5	8
3	11	10

ويمكن تلخيص عملية الاختيار وفق مبدأ السيطرة:

- يتم العمل وفق مبدأ التسلسل في الاستراتيجيات حيث ستتم المقارنة بين الاستراتيجية الأولى والثانية لكلا المتنافسين أولا وإلا بين الثانية والثالثة وهكذا.
- يمكن الاستعانة بالعمود maxi min حيث القيمة الأقل بين الاستراتيجية الأولى والثانية هي التي تؤدي لشطب الاستراتيجية ذات القيمة الأقل، والسطر mini max حيث القيمة الأكبر بين الاستراتيجية الأولى والثانية هي التي تؤدي لشطب الاستراتيجية ذات القيمة الأكبر.

وباختصار الحل وفق المبدأ المحافظ سنصل لحل المصفوفة.

المتنافس A \ المتنافس B	2	3	Maxi min
2	9.5	8	8
3	11	10	10
Mini max	11	10	

نجد أن للمباراة نقطة توازن ممثلة في (10) (mini max = maxi min= 10) أي قيمة المباراة (10) وسينافس A وB على الاستراتيجية الثالثة حيث ما يربحه A يخسره B وبالتالي المجموع 0.

مثال: إليك المصفوفة التالية:

المتنافس A \ المتنافس B	1	2	3
1	9.5	12	7
2	7	8.5	6.5
3	6	9	10

وباختبار الحل وفق المبدأ المحافظ

المتنافس A \ المتنافس B	1	2	3	Maxi min
1	9.5	12	7	7
2	7	8.5	6.5	6.5
3	6	9	10	6
Mini max	9.5	12	10	

المباراة ليست لها نقطة توازن وبالتالي سيتم تخفيضها وفق مبدأ السيطرة، ونجد أن استراتيجية المتنافس A الثانية غير مرغوب فيها لأنها تعطي عائد أقل من الاستراتيجية الأولى، وكذلك استراتيجية المتنافس B الثانية غير مرغوب فيها لأنها تحقق أكبر خسارة، تصبح المصفوفة:

المتنافس A \ المتنافس B	1	3	Maxi min
1	9.5	7	7
3	6	10	6
Mini max	9.5	10	

حسب معيار maxi min –mini max $6 \neq 10$ فإن المباراة لا توجد لها نقطة توازن، أي أن كل متنافس يختار استراتيجية حسب اختيار الخصم من أجل العائد الأكبر والخسارة الأقل، وبالتالي يبقى هناك خلاف قائم غير منتهي في الاستراتيجيات المختلطة، ومن أجل حل الخلاف

يتم استعمال الربح المتوقع والخسارة المتوقعة، وهذا يعني استعمال الاحتمالات انطلاقا من تكرار المحاولة عدة مرات.

2-حل المباراة التي لا توجد لها نقطة توازن باستعمال الاحتمالات. (بوقرة، 2012، صفحة 168، 172)

يفترض هذا النوع أن المصفوفة من الشكل [2×2] أما إذا كانت المباراة مختلفة فيتم حلها بطريقة السمبلكس.

لدينا المصفوفة الغير متوازنة من النوع [2×2] كالتالي:

المتنافس B / المتنافس A	1	2
1	α_{11}	α_{12}
2	α_{21}	α_{22}

كلا المتنافسين سيحاول البحث عن استراتيجية متوازنة وذلك بتوزيع الاحتمالات $(1-y)$ وy و $(1-x)$ و x.

- الاحتمال x هو الذي على أساسه يختار A أحسن استراتيجية max min.
- الاحتمال $(1-x)$ اختيار الاستراتيجية الأخرى.
- الاحتمال y هو الذي على أساسه يختار B أحسن استراتيجية min max.
- الاحتمال $(1-y)$ اختيار الاستراتيجية الأخرى.

البحث عن استراتيجية المتنافس A تؤدي إلى استعمال الاستراتيجيات المختلطة وذلك بإدخال x و $(1-x)$ كالتالي:

$$X= (\alpha_{22} - \alpha_{21}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$$

أما بالنسبة لـ $(1-x)$ فتكون بنفس الحسابات كالتالي:

$$(1-x)= (\alpha_{11} - \alpha_{12}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$$

أما قيمة المباراة نرمز لها بـV

$$V= (\alpha_{11}\ \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$$

أما فالبحث عن استراتيجية المتنافس B تؤدي إلى استعمال الاستراتيجيات المختلطة وذلك بإدخال y و (1−y).

$$y= (\alpha_{22} - \alpha_{12}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$$

أما بالنسبة لـ (1−y) فتكون كالتالي:

$$(1-y)= (\alpha_{11} - \alpha_{21}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$$

مثال: لدينا مصفوفة المباراة التالية:

المتنافس B / المتنافس A	1	2
1	8	−5
2	2	6

نختبر حل المباراة وفق المعيار المحافظ أولا:

المتنافس B / المتنافس A	1	2	Maxi min
1	8	−5	−5
2	2	6	2
Mini max	8	6	

من خلال الحل نجد أن المباراة لا توجد لها نقطة توازن ولكونها مباراة من النوع [2×2] فإنه سيتم حلها وفق الاحتمالات أي عدد مرات المنافسة لكل متنافس.

بالنسبة للمتنافس A:

$X= (\alpha_{22} - \alpha_{21}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$

$= (6-2)/ (8+6-(-5)-2)= \frac{4}{17}$

ومنه يمكن حساب $(1-x)$

$(1-x)= (\alpha_{11} - \alpha_{12}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$

$= [8-(-5)] / (8+6 - (-5) -2)$

$= 13 / 17$

هذا يعني أن المتنافس A سوف يتنافس باحتمال قدره 13/17 من أجل ربح متوقع قدره V، وعليه قيمة المباراة:

$V= (\alpha_{11}\ \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$

$= [8\times6 - 2\ (-5)] / 17$

$= 58 / 17$

بالنسبة للمتنافس B

$y= (\alpha_{22} - \alpha_{12}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$

$= (5+6) /17$

$= 11/17$

ومنه $(1-y)$

$(1-y)= (\alpha_{11} - \alpha_{21}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} - \alpha_{21})$

$= (8-2) /17$

$= 6/17$

هذا يعني أن المتنافس B سوف يتنافس باحتمال قدره 6/17 تحقيق ربح متوقع قدره V=58/17

3-حل المباراة من نوع [2×2] والتي لا توجد لها نقطة توازن بطريقة المصفوفات: (بوقرة، 2012، صفحة 172، 173)

نستخدم نفس المثال السابق وبما أنه لا توجد لها نقطة توازن يمكن اللجوء إلى طريقة المصفوفات لحل المسألة أي لإيجاد عدد مرات التنافس لكل متنافس للاهتداء إلى حالة التوازن وقبل إيجاد الحل يتم تعديل المباراة بضرب قيمة α_{12} وα_{21} للمصفوفة بـ (−1) مع اعتبار أن قيمة P هي القيمة الناتجة عن أكبر قيمة.

المتنافس B / المتنافس A	1	2
1	8	−(−5)
2	−2	6

- بالنسبة للمتنافس A نضع المصفوفة على الشكل التالي:

المتنافس B / المتنافس A	1	2	عدد مرات التنافس
1	8	−(−5)	8+5= 13
2	−2	6	−2+ 6= 4

من هذه النتيجة نجد أن عدد مرات التنافس الكلية على الاستراتيجيتين (13+4 =17) ومنه ناتج القيمتين فإن المتنافس A سيتنافس باحتمال قدره (13/17) من أجل تحقيق أكبر عائد maxi min.

- بالنسبة للمتنافس B نضع المصفوفة

المتنافس B / المتنافس A	1	2
1	8	−(−5)
2	−2	6
عدد مرات التنافس	6	11

من هذه النتيجة نجد أن عدد مرات التنافس الكلية على الاستراتيجيتين (6+11 =17) ومنه فإن المتنافس B سيتنافس باحتمال قدره (6/17) من أجل تحقيق أقل خسارة mini max أما قيمة المباراة V هي:

$$V= (\alpha_{11}\ \alpha_{22}) - (\alpha_{12} - \alpha_{21}) / (\alpha_{11} + \alpha_{22} - \alpha_{12} + \alpha_{21})$$

$$= (8\times6) - (5\times2) / (8+5 - 2+6)$$

$$= 38/17$$

4-**حل المباراة التي لا توجد لها نقطة توازن الطريقة الحسابية** (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 61، 64)

تستخدم هذه الطريقة لحل المباراة التي لا توجد لها نقطة توازن، وتقوم هذه الطريقة على الخطوات التالية:

- طرح أصغر قيمة في كل صف من أكبر قيمة في ذلك الصف.
- طرح أصغر قيمة في كل عمود من أكبر قيمة في ذلك العمود.
- بدل مواقع القيم الناتجة من عملية الطرح السابقة، أي ضع باقي طرح الصف الثاني أمام الصف الأول وبالعكس وكذا الحال مع الاعمدة، علما بأن مجموع بواقي طرح الأعمدة يجب أن يساوي مجموع طرح الصفوف دائما.

- ضع إشارة (*) إلى جانب بواقي الطرح للصفوف والأعمدة للدلالة على أن عملية تبديل المواقع قد تمت.
- تحديد الجزء الخاص من الوقت الذي سيخصص لكل استراتيجية بقسمة باقي الطرح (بعد تبديل المواقع) على مجموع باقي الطرح.

مثال:

حل مسألة المباراة محددا الفائز وقيمة المباراة والاستراتيجيات المثلى لكلا اللاعبين.

اللاعب y / اللاعب x	y_1	y_2
X_1	9	3
X_2	4	6

اللاعب y / اللاعب x	1	2	Maxi min
X_1	9	3	3
X_2	4	6	4
Mini max	9	6	

نلاحظ عدم وجود نقطة توازن:

Maxi min= 3

Mini max= 6

وهذا يدل على أن المباراة تتضمن استراتيجيات مختلطة، لذا لابد من تحديد الزمن المخصص لكل استراتيجية.

- الخطوة الأولى والثانية: طرح القيمة الصغرى في الصفوف والأعمدة.

Y / X	y_1	y_2	ناتج الطرح
X_1	9	3	6
X_2	4	6	2
ناتج الطرح	5	3	

- الخطوة الثالثة والرابعة: تبديل المواقع لباقي الطرح في الصفوف والأعمدة ووضع إشارة (*)، وكذلك نلاحظ أن مجموع باقي طرح الصفوف والأعمدة يساوي 8.

Y / X	y_1	y_2	
X_1	9	3	2*
X_2	4	6	6*
	3*	5*	

- الخطوة الخامسة: تحديد الجزء من الوقت الذي سيخصص لكل استراتيجية:

اللاعب x ← x_1: $\frac{1}{4} = \frac{2}{8} = 0.25$

x_2: $\frac{3}{4} = \frac{6}{8} = 0.75$

اللاعب y ← y_1: $\frac{3}{8} = 0.625$

y_2: $\frac{5}{8} = 0.375$

اللاعب x / اللاعب y	$\frac{3}{8}\ y_1$	$\frac{5}{8}\ y_2$
$\frac{1}{4}\ x_1$	9	3
$\frac{3}{4}\ x_2$	4	6

- حساب قيمة المباراة:

قيمة المباراة هي 5.25 هذا يعني أن الفائز هو x وأنه سيخصص $\frac{1}{4}$ للاستراتيجية الأولى ووقت الاستراتيجية الثانية هو $\frac{3}{4}$.

$\frac{1}{4}\times\frac{3}{8}\times 9= 0.8475.$

$\frac{1}{4}\times\frac{5}{8}\times 3= 0.46875.$

$\frac{3}{4}\times\frac{3}{8}\times 4= 1.125.$

$\frac{3}{4}\times\frac{5}{8}\times 6= 2.8125.$

5-حل المباراة التي لا توجد لها نقطة توازن الطريقة الجبرية: (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 66، 68)

حل مسألة المباراة التالية محددا الفائز فيها وقيمة المباراة والاستراتيجيات المثلى لكلا اللاعبين باعتماد الطريقة الجبرية:

اللاعب y / اللاعب x	y_1	y_2
X_1	1	4
X_2	5	3

الحل: لو افترضنا أن الجزء المخصص للعب الاستراتيجية x_1 هو Q فإن ما يخصص للاستراتيجية x_2 هو (1−Q)، كذلك بالنسبة للاعب y فإذا افترضنا أن ما يخصص للاستراتيجية y_1 هو R فإن ما سيخصص للاستراتيجية y_2 هو (1−R) لذا فإن المعادلة الخاصة باللاعب x هي:

$$1(Q)+ 5\ (1-Q) = 4(Q) +3\ (1-Q)$$

$$Q+5\ -5Q = 4Q\ +3\ -3Q$$

$$-5Q = -2$$

$$Q= \frac{2}{5}$$

و x_2 التي هي (1−Q) تساوي: $1-\frac{2}{5} = \frac{3}{5}$

وبالنسبة للاعب y فالمعادلة هي:

$$1(R)+ 4\ (1-R) = 5(R) +3\ (1-R)$$

$$R+4\ -4R = 5R\ +3\ -3R$$

$$-5R = -1$$

$$R= \frac{1}{5}$$

والاستراتيجية y_2 هي $(1-R)$ هي: $1-\frac{1}{5}=\frac{4}{5}$

قيمة المباراة تحسب:

X \ y	$\frac{1}{5}$ y_1	$\frac{4}{5}$ y_2
$\frac{2}{5}$ x_1	1	4
$\frac{3}{5}$ x_2	5	3

$$\Longrightarrow \quad \frac{2}{5}\times\frac{1}{5}\times 1=\frac{2}{25}$$
$$\frac{2}{5}\times\frac{4}{5}\times 4=\frac{32}{25}$$
$$\frac{3}{5}\times\frac{1}{5}\times 5=\frac{15}{25}$$
$$\frac{3}{5}\times\frac{4}{5}\times 3=\frac{36}{25}$$

المجموع= قيمة المباراة = $\frac{85}{25}=\frac{17}{5}=3.4$

ثامنا: مباراة بين n شخص ذات المجموع صفر (بوقرة، 2012، صفحة 173، 179)

في هذا النوع من المباراة يتم وضع أو تشكيل عدة تحالفات لقيم المباراة المشتركة بين المتنافسين إذا كان المتنافسين في مباراة ما هم 4 متنافسون مثلا (A, B, C, D) فإنه يمكن تكوين التحالفات التالية:

خصائص المباراة	1	2	3	4	5	6	7
المجموعة الأولى	A, B, C	A, B, D	A, D, C	D, B, C	A, B	A, D	A, C
المجموعة الثانية	D	C	B	A	C, D	B, C	B, D

ما يمكن ملاحظته من هذه المجموعة المتكونة من 4 متنافسين نجد أن للمباراة 7 تحالفات أو خصائص أي يوجد 7 قيم للمباراة كل قيمة تتبع تحالف ما فيمكن ملاحظة حجم المباراة كم يصبح بالإضافة إلى مجموع الاستراتيجيات لكل متنافس وبالتالي هذا النوع من المباراة يصبح ليس من السهل معالجته لكثرة العمل الحسابي نتيجة تعدد التحالفات.

مثال: افترض أنه يوجد ثلاث متنافسون يتنافسون في مباراة (A, B, C) وأن لكل متنافس استراتيجيتين يتنافس عليهما:

المتنافس A لديه استراتيجيتين ممكنتين a_1, a_2

المتنافس B لديه استراتيجيتين ممكنتين b_1, b_2

المتنافس C لديه استراتيجيتين ممكنتين c_1, c_2

عائد المباراة والمعبر عنه بدلالة الاستراتيجيات المختارة من كل متنافس مبينة بالجدول:

الاستراتيجيات			العائد		
A	B	C	A	B	C
a_1	b_1	c_1	2	1	−3
a_1	b_1	c_1	−1	1	0
a_1	b_1	c_1	−1	−2	3
a_1	b_1	c_1	0	2	−2
a_1	b_1	c_1	3	−2	−1
a_1	b_1	c_1	−2	0	2
a_1	b_1	c_1	0	−1	1
a_1	b_1	c_1	−1	1	0

من هذه المباراة يمكن تشكيل التحالفات الممكنة التالية:

خصائص المباراة	المجموعة الأولى	المجموعة الثانية
1	A	B, C
2	B	A, C
3	C	A, B

هذا يعني أن المتنافس A سينافس ضد المتنافسين B, C معا.

هذا يعني أن المتنافس B سينافس ضد المتنافسين A, C معا.

هذا يعني أن المتنافس C سينافس ضد المتنافسين A, B معا.

- مباراة المتنافس A ضد المتنافسين B, C.

	المتنافس B, C				
المتنافس A	الاستراتيجية	b_1, c_1	b_1, c_2	b_2, c_1	b_2, c_2
	a_1	2	−1	−1	0
	a_2	3	−2	0	−1

لحل المباراة نختبرها على أساس المعيار المحافظ حتى نتأكد هل توجد لها نقطة توازن أم لا؟

	المتنافس B, C				
المتنافس A	الاستراتيجية	b_1, c_1	b_1, c_2	b_2, c_1	b_2, c_2	Maxi min
	a_1	2	−1	−1	0	−1
	a_2	3	−2	0	−1	−2
	Mini max	3	−1	0	0	

حسب المعيار المحافظ فإن المباراة لها نقطة توازن تساوي (−1) هذا يعني أن المتنافس A سيتنافس على الاستراتيجية a_1 بينما المتنافسين الخصم B, C سيتنافسان على الترتيبة b_1, c_2

بينما قيمة المباراة V=−1، حيث المتنافس A سيكون هو الخاسر في هذه المباراة بما قيمته (−1)، بينما المتنافسين الخصم B, C سيكونان الربحين بما قيمته 1 وعليه المباراة متوازنة.

- مباراة المتنافس B ضد المتنافسين A, C:

	المتنافس A, C				
المتنافس B	الاستراتيجية	a_1, c_1	a_1, c_2	a_2, c_1	a_2, c_2
	b_1	1	1	−2	0
	b_2	−2	2	−1	1

لحل المباراة نختبرها على أساس المعيار المحافظ حتى نتأكد هل توجد لها نقطة توازن أم لا؟

المتنافس B	المتنافس A, C					
	الاستراتيجية	a_1, c_1	a_1, c_2	a_2, c_1	a_2, c_2	Maxi min
	b_1	1	1	−2	0	−2
	b_2	−2	2	−1	1	−2
	Mini max	1	2	−1	1	

حسب المعيار المحافظ فإن المباراة لا توجد لها نقطة توازن، وبالتالي نلجأ إلى عملية تخفيض المصفوفة إلى النوع [2×2] بالنسبة للمتنافس B لا توجد عملية تخفيض لأنه أصلا توجد استراتيجيتين فقط، إذا فالتخفيض سيشمل استراتيجيات المتنافسين الخصم A, C، وبملاحظة استراتيجيات الخصم A, C نجد أن الاستراتيجية (a_1, c_1) لها سيادة على الاستراتيجية (a_1, c_2) أي أن هذه الأخيرة مسيطر عليها من طرف الاستراتيجية الأولى وبالتالي تشطب الاستراتيجية الثانية، ونفس الشيء بالنسبة للاستراتيجية الرابعة (a_2, c_2) فهي مسيطر عليها من طرف الاستراتيجية الثالثة (a_2, c_1) وبالتالي تشطب الاستراتيجية الرابعة، وتصبح المباراة المخفضة كالتالي:

المتنافس B	المتنافس A, C		
	a_1, c_1	a_2, c_1	Maxi min
b_1	1	−2	−2
b_2	−2	−1	−2
Mini max	1	−1	

⟸

المتنافس B	المتنافس A, C	
	a_1, c_1	a_2, c_2
b_1	1	−2
b_2	−2	−1

المباراة لا يوجد لها نقطة توازن وبالتالي يتم حلها بعدد مرات التنافس بين المتنافسين الخصمين أي باستعمال الاحتمالات كما يمكن اللجوء إلى طريقة المصفوفات وذلك لإيجاد عدد مرات التنافس لكل متنافس للاهتداء لحالة التوازن، وقبل إيجاد الحل يتم تعديل المباراة كالتالي:

المتنافس B	المتنافس A, C	
	a_1, c_1	a_2, c_2

b_1	1	2
b_2	2	−1

بالنسبة للمتنافس B نضع المصفوفة على الشكل التالي:

المتنافس B	المتنافس A, C		
	a_1, c_1	a_2, c_2	عدد مرات التنافس
b_1	1	2	1+2=3
b_2	2	−1	2−1=1

من هذه النتيجة نجد أن عدد مرات التنافس الكلية على الاستراتيجيتين (4=1+3) ومنه فإن المتنافس B سيتنافس باحتمال قدره ¾ من أجل تحقيق أكبر عائد بالنسبة للمتنافس A, C نضع المصفوفة على الشكل التالي:

المتنافس B	المتنافس A, C	
	a_1, c_1	a_2, c_1
b_1	1	2
b_2	2	−1
عدد مرات التنافس	3	1

من هذه النتيجة نجد أن عدد مرات التنافس الكلية على الاستراتيجيتين (4=1+3) ومنه فإن المتنافسين الخصم يتنافسان باحتمال قدره (1/4) من أجل تحقيق أقل خسارة ممكنة.

أما قيمة المباراة V فتحسب:

$$V= (\alpha_{11}\times \alpha_{22}) + (\alpha_{12} \times \alpha_{21}) / (\alpha_{11} + \alpha_{12} + \alpha_{21} + \alpha_{22})$$

$$= [1\times(-1)] + (2\times2) / (1+2+2-1)$$

$$= ¾$$

حيث المتنافس B سيكون هو الرابح في هذه المباراة بما قيمته (3/4) بينما المتنافس الخصم A, C سيكونان خاسران بما قيمته (3/4) وعليه فستكون المباراة متوازنة.

مباراة المتنافس C ضد المتنافسين A, B:

	المتنافس A, B				
	الاستراتيجية	a_1, b_1	a_1, b_2	a_2, b_1	a_2, b_2
المتنافس C	c_1	3	3	−1	1
	c_2	0	−2	2	0

لحل المباراة نختبرها على أساس المعيار المحافظ للتأكد من وجود نقطة توازن أم لا

	المتنافس A, B					
المتنافس C	الاستراتيجية	a_1, b_1	a_1, b_2	a_2, b_1	a_2, b_2	Maxi min
	c_1	−3	3	−1	1	−1
	c_2	0	−2	2	0	−2
	Mini max	0	3	2	1	

حسب المعيار المحافظ المباراة لا توجد لها نقطة توازن وبالتالي نلجأ إلى تخفيض المصفوفة إلى النوع [2×2]، بالنسبة للمتنافسان C لا توجد عملية التخفيض لأنه أصلا توجد استراتيجيتين فقط، إذا التخفيض سيشمل استراتيجيات المتنافس الخصم A, B، نجد أن الاستراتيجية (a_1, b_1) لها سيادة على الاستراتيجية (a_1, b_2) أي أن هذه الاستراتيجية مسيطر عليها من الأولى أي تشطب الاستراتيجية الثانية وكذلك نشطب الاستراتيجية الرابعة (a_2, b_2) لأنها مسيطر عليها من الثالثة (a_2, b_1) تصبح المباراة المخفضة:

المتنافس C	المتنافس A, B	
C	a_1, b_1	a_2, b_2
c_1	−3	1
c_2	0	0

⟸

المتنافس C	المتنافس A, B		
	a_1, b_1	a_2, b_2	Maxi min
c_1	−3	1	−3
c_2	0	0	0
Mini max	0	1	

المباراة توجد لها نقطة توازن وبالتالي C سيتنافس على الاستراتيجية الثانية بغض النظر على المتنافسين الخصم (A, B) مع قيمة مباراة متعادلة تساوي الصفر.

تاسعا: حل المباراة الغير متوازنة باستعمال البرمجة الخطية

نظرية المباراة لها علاقة كبيرة مع البرمجة الخطية، بحيث أن المباراة بين شخصين ذات المجموع الصفري يمكن تحويلها إلى برنامج خطي حيث أبو نظرية المباراة jonvon neumann استطاع في سنة 1947 تحويلها إلى برنامج خطي، وبالتالي استطاع ملاحظة هذه العلاقة يمكن كتابة البرنامج الخطي للمتنافس A

$$\text{Maximi Z} = \text{V}$$
$$\sum_{i=1}^{m} \propto_{ij} X_i \geq V \qquad j = 1,2,\dots,n$$
$$X_1 + X_2 + \cdots X_m = 1 \qquad i = 1,2,\dots,m$$
$$X_i \geq 0 \qquad V \text{ غير مقيدة في الإشارة}$$

البرنامج الخطي للمتنافس B

$$\text{M}in\text{imize W} = \text{V}$$
$$\sum_{j=1}^{m} \propto_{ij} U_j \leq V \qquad i = 1,2,\dots,m$$
$$U_1 + U_2 + \cdots U_n = 1 \qquad j = 1,2,\dots,n$$
$$U_j \geq 0 \qquad V \text{ غير مقيدة في الإشارة}$$

كملاحظة يمثل minimize المسألة الثنائية للمباراة، وعليه من الأحسن حل المسألة الثنائية للمباراة بدل الأصلية، وهذا من أجل تسهيل الحسابات.

مثال: لتكن لدينا المباراة التالية بين شخصين ذات مجموع صفري.

A \ B	B_1	B_2	B_3
A_1	3	2	3
A_2	2	3	4
A_3	5	4	2

المباراة ليس لها نقطة توازن كما يصعب تخفيض المباراة من وجهة نظر A لذا يتم حلها باستخدام البرمجة الخطية minimize.

$$minimize\ W = V$$
$$3U_1 + 2U_2 + 3U_3 \leq V$$
$$2U_1 + 3U_2 + 4U_3 \leq V$$
$$5U_1 + 4U_2 + 2U_3 \leq V$$
$$U_1 + U_2 + U_3 = 1$$
$$U_1, U_2, U_3 \geq V$$

لو قسمنا طرفي المتراجحة على V

$$\frac{3U_1}{V} + \frac{2U_2}{V} + \frac{3U_3}{V} \leq 1$$
$$\frac{2U_1}{V} + \frac{3U_2}{V} + \frac{4U_3}{V} \leq 1$$
$$\frac{5U_1}{V} + \frac{4U_2}{V} + \frac{2U_3}{V} \leq 1$$
$$\frac{U_1}{V} + \frac{U_2}{V} + \frac{U_3}{V} = \frac{1}{V}$$

وللتخلص من V في الكسر نعرف مجهولا جديدا T_j حيث:

$$j = 1,2, \dots, n \quad T_j = \frac{U_j}{V}$$

وبنتيجة الحل نقوم بضرب T_j في V *فنحصل على قيم* U_j حيث:

$$U_j = T_j \times V$$

وبما أن هدف المسألة هو تخفيض الهدف يمكن وضعها كالتالي:

$$minimize\ V = maximize\ W = \frac{1}{V}$$

وحل المسألة على أساس

$$maximize\ W = \frac{1}{V}$$

$$maximize\ W = T_1 + T_2 + T_3$$

$$3T_1 + 2T_2 + 3T_3 \leq 1 \qquad 3T_1 + 2T_2 + 3T_3 + S_1 = 1$$
$$2T_1 + 3T_2 + 4T_3 \leq 1 \quad \Longrightarrow \quad 2T_1 + 3T_2 + 4T_3 + S_2 = 1$$
$$5T_1 + 4T_2 + 2T_3 \leq 1 \qquad 5T_1 + 4T_2 + 2T_3 + S_3 = 1$$
$$T_1, T_2, T_3 \geq 0 \qquad S_1, S_2, S_3\ T_1, T_2, T_3 \geq 0$$

معاملات			T_1	T_2	T_3	S_1	S_2	S_3
متعامل	متغيرات	كميات						
0	S_1	1	3	2	3	1	0	0
0	S_2	1	2	3	4	0	1	0
0	S_3	1	5	4	2	0	0	1
W			-1	-1	-1	0	0	0

لحل جدول السمبلكس يتم تحديد عمود الدوران وسطر الدوران ثم عنصر التقاطع من أجل الانتقال إلى الجدول الجديد وعنصر التقاطع يتمثل في العنصر 5 هذا يعني أن المتغير T_1 يصبح متغير داخل والمتغير S_3 يصبح متغير خارج وبحل جداول السمبلكس نصل إلى:

$$T_1 = \frac{1}{8}\ , T_2 = 0\ , T_3 = \frac{3}{16}$$

حيث: $T_1 + T_2 + T_3 = \frac{1}{V}$

$$V = \frac{16}{5} \Longleftarrow \frac{5}{16} = \frac{1}{V} \Longleftarrow \frac{1}{8} + 0 + \frac{3}{16} = \frac{1}{V}$$

ومنه يمكن حساب U_1, U_2, U_3

$$U_1 = V \times T_1 = \frac{16}{5} \times \frac{1}{8} = \frac{2}{5}$$
$$U_2 = V \times T_2 = \frac{16}{5} \times 0 = 0$$
$$U_3 = V \times T_3 = \frac{16}{5} \times \frac{3}{16} = \frac{3}{5}$$

قيمة المباراة: $V = \frac{16}{5}$

المحور التاسع : إتخاذ القرار بإستخام نماذج بحوث العمليات (أحلام ب.، 2021، الصفحات 10-23)

تعتبر بحوث العمليات من العلوم التطبيقية الحديثة التي أحرزت تطبيقاتها نجاحا واسعا في مختلف المؤسسات الإنتاجية أو الخدمية وهناك عدة تسميات أعطيت لعلم بحوث العمليات مثل علم الإدارة، أو التحليل الكمي، الأساليب الكمية في الإدارة

أولا:مراحل تطور بحوث العمليات

لقد مر التطور التاريخي لبحوث العمليات بثلاث مراحل أساسية هي:

1- قبل الحرب العالمية الثانية

ظهرت التطبيقات الأولى لبحوث العمليات في إنجلترا وفي المجال الحربي من خلال محاولات (F.W.Lanchester) في الفترة 1914إلى 1915، الذي حاول معالجة العمليات العسكرية كميا، فقد حصل على معادلات تربط بين نتائج المعارك الحربية وبين متغيرين هما الرقم لطول المعارك والقوة النسبية للجيش المحارب، حيث تقترح معادلاته أن القوة الكلية للمحاربين تتغير نسبيا مع مربع قيمة قوة المحاربين. (النجار، 2009، الصفحات 43-44)

وبينما كان لانشستر(Lanchester) يعمل على تفعيل علم بحوث العمليات في الجوانب العسكرية ببريطانيا، كان توماس أديسون بأمريكا يدرس كيفية مقاومة الغواصات، وقد قام بجمع البيانات التي تساعد على كيفية مهاجمة السفن على سطح المياه للغواصات في أعماق البحار حيث قام باختراع لعبة حربية تستخدم لمحاكاة المشاكل البحرية.

وهناك بعض علماء الإدارة والمهندسون الصناعيون الذين حاولوا إثبات أهمية الأساليب العلمية في حقل الإنتاج وعلى رأسهم فريدريك تايلور الذي أوجد بعض الأساليب التي تم تطويرها فيما بعد في مجال بحوث العمليات، وفي عام 1907 نشر جوهانسن ورقة عمل أشار من خلالها

إلى النتائج التي توصل إليها في مجال نظرية صفوف الانتظار، وفي عام 1917 قدم إيرلانج (Emiele Erlang) الذي كان يعمل في شركة كوبنهاغن للهواتف عمله الهام في مجال نظرية صفوف الانتظار والتي طورها مستندا على أساليب إحصائية.

وفي مجال المخزون يمكن القول أن (Ford W.Harness) أول من نشر نتائج هامة في هذا المجال عام 1915 ويعتبر (Benjamin, Wilson, Owen, Moulller) من أصحاب المساهمات في مجال المخزون في العشرينات من القرن العشرين. (العلاونة، 2000، الصفحات 13-14)

أما في نظرية الإحتمالات والإستنتاج الإحصائي إقترح(Shewhrt) 1924، مبدأ خرائط مراقبة الجودة والمطبقة اليوم على نطاق واسع هذا بالإضافة للأعمال العلمية التي إقترنت بنفس الأفكار في مجال إختيار عينات الإختبار والفحص ومراقبة الجودة وإقتراح جداول الإستنتاج الإحصائيH.G.Roming), H.F.Dodge)، وقد ساهم بعدها الإحصائي (T.G.Fry) في وضع القواعد الإحصائية لنظرية صفوف الانتظار وذلك سنة 1928، كما يجب أن نذكر أعمال (R.Fisher) في النماذج الإحصائية العديدة ومفهوم الإحصاء بالمضمون الجديد.

وخلال الثلاثينات زادت الأعمال والأبحاث في مجال خرائط نقطة التعادل أما نماذج توزيع الموارد المحدودة النادرة علة الأنشطة التنافسية لتحقيق أهداف إنتاج مرغوبة فترجع لسنة 1760 عندما إقترحالإقتصادي كوازني الجدول الإقتصادي(TablauEconomique), وكذلك نظام والرس (Walrsian System) سنة 1870.

وبسبب الكساد العالمي وإقتصاديات الثلاثينات حاول الإقتصاديليونتيف تصوير الإقتصاد الأمريكي في شكل نموذج المدخلات والمخرجات والذي أخذ شكل البرنامج الرياضي الخطي ومنذ ذلك الوقت ظهرت تطبيقات عسكرية وصناعية وإدارية عديدة للبرامج الرياضية الخطية. (النجار، 2009، الصفحات 44-45)

2- أثناء الحرب العالمية الثانية

تعتبر هذه المرحلة مرحلة البداية الحقيقية لبحوث العمليات، حيث وجدت بحوث العمليات الحربية تحديدا في عام 1940 في بريطانيا حيث كونت إدارة الحرب البريطانيا فريقا من العلماء يرأسه البروفيسور من جامعة مانشيستربلاكيت (P.M.S Blakett) وذلك لدراسة المشاكل الإستراتيجية والتكتيكية المتعلقة بالدفاع الجوي والأرضي لبريطانيا، إضافة لبعض العمليات التي تخص بعض الجوانب العسكرية الأخرى. (علاب، 2007/2006، صفحة 5)

وقد كان هدف هذا الفريق تحديد أفضل استخدام ممكن للموارد الحربية المحدودة إضافة إلى دراسة كيفية استخدام الرادار الذي كان قد أكتشف حديثا في ذلك الوقت وكذلك دراسة فاعلية الأنواع الجديدة من القذائف، وكنتيجة لنجاح هذا الفريق قامت السلطات العسكرية الأمريكية بإنشاء فريقا مماثلا بهدف معالجة المشاكل المعقدة والخاصة بنقل المعدات والمؤن والذخائر الحربية للقوات الأمريكية المنتشرة في أرجاء متعددة من العالم.

كذلك قامت الحكومة الكندية بإنشاء فريق مماثل للفريق الأمريكي مهمته إنتاج المعدات العسكرية وذلك من خلال الاستخدام الأمثل للموارد. (دلال و حميد، 2008، صفحة 16)

3- بعد الحرب العالمية الثانية

استمر نشاط بحوث العمليات في أمريكا بعد الحرب العالمية الثانية في مركز تحليل الأبحاث التابع للبحرية وفي جامعة ماناشوسيتش للتكنولوجيا (M.N.I.T)، وفي مؤسسة راند التابعة للطيران الأمريكي والخاصة بالدراسات طويلة الأجل والتخطيط الإستراتيجيفقامو بتطبيق بحوث العمليات في الميادين المدنية بغرض تحسين الإنتاج.

كما ساهم إنتشار مكاتب المستشارين الإداريين وزيادة الإتصال بين العلماء والمهندسين من جهة وطبقة الإدارة بالشركات من جهة أخرى بإنتشار بحوث العمليات كطريقة علمية تطبيقية في مجالات المعرفة المختلفة في المؤسسات والحكومة.

أما في إنجلترا ومع إتجاه الحكومة للتأميم فقد كانت الفرصة متاحة لإجراء التجارب وإستخدام بحوث العمليات في الصناعات العديدة كتكرير النفط، الغزل، النسيج والبتروكيماويات، كما أنه في الحكومة قامت وزارة الغذاء بإجراء مسح إحصائي لقياس حجم الإستهلاك القومي من

الغذاء وأنماط الإنفاق للتنبؤ بأثر الغذاء الحكومي وسياسات الأسعار على التغذية وميزانية الأسرة ووجدت مجموعة بحوث العمليات في الحديد والصلب والفحم وشركات النقل البري والبحري، السكك الحديدية، الزراعة، صناعة طوب المباني والعديد من المشروعات الأخرى. (النجار، 2009، الصفحات 45-46)

كما قام فريق من المهتمين بهذا المجال في بريطانيا بتكوين "نادي بحوث العمليات" سنة 1948 والذي أصبح إسمه فيما بعد "جمعية بحوث العمليات للمملكة المتحدة"، والتي أصدرت مجلة ربع سنوية إبتداءا من سنة 1950.كما كونت الولايات المتحدة الأمريكية جمعية بحوث العمليات الأمريكية ومعهد الإدارة العلمية سنة 1950، وأصدرت هذه الجمعية مجلة بحوث العمليات سنة 1952، أما المعهد فقد أصدر مجلة الإدارة العلمية سنة 1953. (سليمان، 2002، الصفحات 31-32)

وبعدها ظهرت جمعيات بحوث العمليات في فرنسا والنمسا، كما تم إنشاء أول جمعية عربية في مصر سنة 1964، وتم إنشاء كذلك مركز لبحوث العمليات والإقتصاد القياسي CORE في بلجيكا أوائل الستينات، هذا بالإضافة للمؤتمرات العلمية التي يعدها حزب شمال الأطلسيNATO في مجال بحوث العمليات وإتخاذ القرارات ونظريات إيجاد الحلول المثلى. (النجار، 2009، صفحة 46)

كما تم إستخدام الطريقة المبسطة في حل مسائل البرمجة الخطية عام 1947 وكان George) (Dantizig هو من طور هذه الطريقة، وفي عام 1958 تم تطوير شبكات الأعمال التي تستعمل الآن لتخطيط ورقابة المشروعات. (العلاونة، 2000، صفحة 15)

ويجب الإشارة إلى أن تطور الحاسبات الآلية في الخمسينات ساهم في تطوير بحوث العمليات حيث أن الحلول العلمية للمشاكل الإدارية تستوجب المقدرة في القيام بالعمليات المعقدة وحفظ كميات كبيرة من المعطيات بالإضافة إلى تخزينها واسترجاعها، بالإضافة إلى ذلك أنه في بداية السبعينات حدث تطور آخر للمجالات التي تطبق فيها بحوث العمليات حيث بدأت الحكومات في تطبيقها، فبلدية نيويورك قامت بإنشاء وحدة لبحوث العمليات اسمها RAND Corporation. (بوقرة، 2012، الصفحات 9-10)

كما ظهرت المحاولة الأولى لصياغة نظرية المباريات في صورة رياضية عن طريق أميل بوريل(E.Borel)سنة1921والتي طورها فيما بعد سنة 1928(J.V.Newman)، وقام أيضا العالم الأمريكي (Dantizig) سنة 1949 بتطوير طريقة حل مشاكل التعظيم والتدنئة بأسلوب جديد هو أسلوب البرمجة الخطية بإستخدام طريقة السمبلكس حيث استخدمت لأول مرة من طرف شركات البترول الأمريكية في تخطيط الإنتاج، وساهم الاقتصادي الروسي (Kantrovich) بتقديم أبحاث عن مشاكل الاستخدام الأمثل للموارد سنة1939.

أما مسائل النقل فقد قام العالم الأمريكي (Vogel)، بصياغة طريقة لحلها، كما قام كل من)(A.Charnes),K.Kooper) بتطوير طريقة التوزيع المعدل في مسائل النقل. (راتول، 2011، صفحة 6)

ثانيا: تعريف بحوث العمليات

هناك محاولات كثيرة لتعريف بحوث العمليات وكل محاولة ركزت على جوانب معينة وأكدت عليها، وسندرج منها مايلي:

تعريف جمعيتي بحوث العمليات البريطانيا والأمريكية حيث عرفتها: (دلال و حميد، 2008، صفحة 15)

– جمعية بحوث العمليات البريطانيا بأنها: "استخدام الأساليب العلمية لحل المشاكل المعقدة في إدارة الأنظمة الكبيرة من المعدات، المواد الأولية، القوى العاملة، الأموال، الأمور الخدمية الأخرى في المؤسسات والمصانع العسكرية والمدنية".

– أما جمعية بحوث العمليات الأمريكية فقد وصفت بحوث العمليات بأنها: "تهتم باتخاذ القرارات العلمية لتصميم ووضع أنظمة المعدات والقوى العاملة وفقا لشروط معينة تتطلب تخصيص الموارد المحدودة بشكل أمثل".

– وقد عرفت بحوث العمليات بأنها: "إستخدام مدخل تخطيطي (الطريقة العلمية) وفرق عمل متعددة التخصصات لغرض تمثيل العلاقات الوظيفية المتعددة كنماذج رياضية لغرض إعطاء

قاعدة كمية لعملية صنع القرارفي مشاكل إدارية جديدة". (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 14)

– وعرفت أيضا بأنها: "تطبيق الطرق العلمية والأساليب التقنيات والأدواتفي المشاكل المختلفة والعمليات في أي نظام من النظم بهدف السيطرة على هذه العمليات من خلال إيجاد حلول مثلى للمشاكل". (صالح مهدي و عواطف، 2016، صفحة 15)

– وفي تعريف آخر ركز على النماذج الإحتمالية في بحوث العمليات عرف: " علم بحوث العمليات هو بناء نموذج رياضي إقتصادي إحصائي للقرارات التي يجب إتخاذها وتقييم ومراقبة الوضعيات أو المجالات ذات الطبيعة المعقدة والتي فيها درجة من الإحتمالات(غير المؤكدة) كذلك تحليل العلاقات التي تحدد النتائج المحتملة للقرارات واستنباط الأساليب الكفؤة من أجل تقييم مزايا ومساوئ النظام المستخدم". (الألوسي، 2003، صفحة 4)

خلاصة القول بعد عرض التعاريف السابقة يمكن استنتاج التعريف التالي: " بحوث العمليات هي نمذجة رياضية للمشكلة المراد حلها وذلك في ظل القيود القائمة وبالاستخدام الأفضل للإمكانيات المحدودة للوصول إلى الحل الأمثل".

ثالثا: خصائص بحوث العمليات

هناك عدة خصائص لبحوث العمليات أهمها:

1– أنها تركز على إستخدام الأسلوب المتكامل أي منهج النظم

وهذا المنهج يتميز بالنظرة الشاملة للنظام ويتطلب هذا الأسلوب الإحاطة بالجزئيات والترابط والتفاعل بينهم في نظام متكامل (الشهربلي، 2009، صفحة 50)، ويقصد بالنظرة الشاملة ما يلي: (الألوسي، 2003، صفحة 6)

– تجزيء المشكلة الكلية لمشكلات فرعية بحيث تشكل مجموع حلولها الحل النهائي للمشكلة الكلية.

– دراسة المشكلة تتعدى حدود الأبعاد الظاهرية لها.

- تمتد الدراسة لأثر المشكلة والحلول في المستقبل.
- تهتم بالأهداف النهائية وليست المرحلية.

2- أنها ترتكز على الطريقة العلمية كأساس ومنهج في البحث والدراسة

وتقتضي الطريقة العلمية السير في أربعة خطوات لحل المشكلة هي:

- التحديد الدقيق للمشكلة وكافة أبعادها.
- وضع قروض لها إمكانية تفسير أبعاد المشكلة.
- إختبار الفروض وتحديد بدائل لحل المشكلة.
- إختيار الحل الأمثل ووضعه موضع التنفيذ ومتابعة نتائج تنفيذه. (بوقرة، 2012، صفحة 6)

3- أنها تهتم ببناء النموذج الرياضي الذي يحاول إستخلاص جوهر المشكلة الحقيقية

وذلك بتمثيل مكونات المشكلة والعوامل المؤثرة فيها والظروف المحيطة وأسلوب الربط بينها والعلاقات بين المتغيرات.

مع الإشارة إلى أنه في النماذج المعقدة يتم الاستعانة بالحاسب نظرا لقدرته الكبيرة. (الألوسي، 2003، صفحة 7)

4- أنها تتطلب تشكيل فريق بحوث العمليات

وذلك لأن حل المشكلات بواسطة فريق أكثر فاعلية ولأن المشكلة المعقدة والمتشعبة يستحيل حلها دون الاستعانة بإختصاصيين في مجالات مختلفة وذلك من أجل تكامل المعرفة بينهم لتفسير مختلف جوانب المشكلة. (الألوسي، 2003، صفحة 7)

5- أنها تنطبق بصورة أوسع وأشمل وأكثر على المؤسسات الصناعية والإدارية ذات الحجم الكبير نسبيا حيث تحتاج هذه المؤسسات إلى نماذج علمية مساعدة في اتخاذ القرار، أما المؤسسات العائلية وذات الحجم الصغير جدا فإنها عادة ما تبني قراراتها على التجربة والخبرة والتوقعات اليومية (بوقرة، 2012، الصفحات 7-8)

رابعا: تصنيف نماذج بحوث العمليات

هناك عدة نماذج في بحوث العمليات يمكن تصنيفها على أساس كونها محددة أو احتمالية، كما أن هناك نماذج أخرى يمكن اعتبارها خليطا من النوعين السابقين، حيث في النماذج المحددة يفترض دائما أن قيم المتغيرات التي لا يمكن التحكم فيها وقيم المعاملات معروفة مسبقا وثابتة وذلك على العكس من النماذج الإحتمالية (سليمان، 2002، صفحة 33)

جدول يوضح تصنيف لنماذجبحوث العمليات			
النماذج الإحتمالية	**النماذج المختلطة**	**النماذج المحددة**	
البرمجة الإحتمالية	البرمجة الديناميكية	البرمجة الخطية	الطرق التقليدية
صفوف الانتظار	نماذج المخزون	التوزيع والتخصيص	
تحليل ماركوف	أسلوب المحاكاة أو التمثيل	البرمجة العددية	طرق البحث
نظرية الألعاب والقرار	تقييم ومراجعة المشروعات طريقة المسار الحرج	البرمجة الشبكية	البرمجة غير الخطية
		برمجة الأهداف الخطية	

المصدر: سليمان محمد مرجان، مرجع سابق، ص33.

1- النماذج المحددة

يمكننا القول أن أهم ما يميز هذه النماذج أن متغيراتها محددة لأنها قائمة على إفتراض حالة التأكد ومن أهم هذه النماذج:

- نموذج البرمجة الخطية: التي تعتبر أسلوب رياضي كمي موجه نحو تحقيق هدف معين إما التعظيم أو التدنية في ظل وجود موارد محدودة ومجموعة قيود معبر عنها بعلاقات خطية تعيق الوصول للهدف، كما تعتبر البرمجة الخطية قاعدة الأساس لاشتقاق كل من نماذج التوزيع والتخصيص، البرمجة العددية (البرمجة بأعداد كاملة) لأن هذه النماذج تعد حالات خاصة لها.
- البرمجة بأعداد كاملة هي:" كيفية أو أسلوب يسمح لنا بالوصول إلى حل أمثل تكون فيه متغيرات الحل الأساسية أعداد كاملة ويستخدم هذا الأسلوب في حالة منتجات غير قابلة للتجزئة". (فالتة، 2006، صفحة 225)
- نموذج برمجة الأهداف الخطية: "وهو عبارة عن منهجية رياضية مرنة وواقعية موجهة بالأساس لمعالجة مسائل القرار المعقدة والتي تتضمن الأخذ بعين الاعتبار لعدة أهداف إضافة للكثير من المتغيرات". (مجاهد و مصطفى، 2011، صفحة 120)

2- النماذج الإحتمالية

وهي النماذج التي تكون متغيراتها إحتمالية وقائمة على إفتراض عدم الأكادة، وأهمها:

- نظرية الألعاب (المباريات): يمكن القول بأنها عبارة عن دراسة للإستراتيجيات في حالات المراهنات والمنافسات والمواجهة بين طرفين أو أكثر ويسمى كل منهم لاعب وأمامهم فرص لإختيار بدائل متاحة

لهم، وكل بديل يؤثر على قيمة ما يحققه اللاعب الآخر من عائد بحيث يوجد تعارض في الأهداف وأن كل طرف يحول إيقاع أكبر خسارة بالطرف الآخر، وأن كل جهة تتمتع بحرية إختيار الأسلوب والإستراتيجية التي ترى أنها تؤدي إلى نتائج جيدة لها. (دلال و حميد، 2008، صفحة 321)

- نماذج صفوف الانتظار: يعد هذا النموذج من أهم نماذج بحوث العمليات الإحتمالية

ثالثا: النماذج المختلطة

وهي نماذج بعض متغيراتها محددة إضافة لبعض المتغيرات الإحتمالية، وأهم هذه النماذج:

- نموذج المحاكاة: وتعتبر المحاكاة محاولة لتطبيق خصائص ومظاهر النظم الواقعية في شكل نماذج تقترب بشدة من الواقع وتعطي تصورا دقيقا له ولمشاكله، ومن ثم يمكن تصميم ودراسة ووضع حلول للمشاكل المرتبطة بالنظم في الواقع العملي. (العبد، 2004، صفحة 455)
- نموذج تقييم ومراجعة المشاريع (PERT): هو أحد أساليب التحليل الشبكي تستخدمه الإدارة في مجالات التخطيط والرقابة وخاصة في المشروعات التي تتسم بالتعقيد كبير الحجم وكذلك في حالة المشروعات التي لا تتوافر للإدارة خبرة سابقة حول إنشائها. (الموسوي م.، 2009، صفحة 403)
- نموذج المسار الحرج (CPM): يستخدم هذا الأسلوب لمراقبة تنفيذ مشروع معين يتكون من عدة مراحل وتحديد المراحل التي يجب وضعها تحت المراقبة المستمرة لأنها قد تتسبب في تعطيل المشروع كله، وتحديد المسار الحرج لأن أي تأخير في أحد أنشطته تؤدي لتأخير المشروع كله. (الموسوي م.، 2009، صفحة 305)

المحور العاشر: إتخاذ القرار بإستخدام نماذج البرمجة متعددة الأهداف

يعتبر العالمان Cooper ,Ferguson أول من أشار إلى فكرة برمجة الأهداف بعد إعدادهما لجدول أجور العمال بأحد أقسام شركة جنرال إل> نوهكتريك سنة 1952، ونتيجة لأعمال

(Cooper ,Ferguson) وصياغتهما لنموذج رياضي يعمل على تخفيض الإنحرافات عن مجموعة الأهداف المحددة إلى أدنى حد ممكن ظهر كتاب المؤلف(Yuji Ijiri) بعنوان: « Management Goals and Accounting for control »
والذي قدم فيه نقاشا منطقيا ورياضيا يستعرض فيه فكرة أسلوب برمجة الأهداف (الدين، 1996، الصفحات 296-297)

وقد تعددت التعاريف المقدمة من طرف الباحثين لبرمجة الأهداف ويمكن توضيح أهمها على النحو التالي:

- تعرف برمجة الأهداف على أنها: " أحد أساليب البرمجة الرياضية المستخدمة من قبل متخذ القرار في حالة تعدد وتعارض الأهداف". (B.Mortra, p. 480)

- وتعرف بأنها: " نماذج مستمدة من البرمجة الخطية وتستعمل في تحديد القرار لحل المواقف التي تستدعي تحقيق عدة أهداف قد تكون متعارضة فيما بينها مثل تخفيض التكلفة وتحسين الجودة وتلبية الطلب في الوقت المناسب". (برويقات و خيرة، 2013)

- كما يمكن تعريفها بأنها: " أحد الأساليب الرياضية المتميزة بالمرونة والواقعية والمستخدمة في إتخاذ قرارات تتميز بأنها عديدة الأهداف وكثيرة المتغيرات والقيود". (Tamis, p. 579)

أولا: الصياغة الرياضية لنموذج البرمجة متعددة الأهداف

تتفق الصياغة لنموذج البرمجة متعددة الأهداف في الهيكل العام للصياغة الرياضية لمشكلة البرمجة الخطية الذي يتكون من جزئين أولهما دالة الهدف والثاني تحديد القيود، أي أن نموذج البرمجة متعددة الأهداف يختلف في بعض الأشياء في محتوى دالة الهدف والقيود (الدين، 1996، صفحة 317)، ولإعداد النموذج نتبع الخطوات التالية: (R.Anderson, 1996, p. 773)

- تحديد الأهداف وأي قيود قد تعكس الموارد أو عوائق قد تمنع تحقيق الأهداف
- تحديد مستوى الأولوية لكل هدف، الأهداف ذات مستوى الأولوية الأول P_1 هي الأكثر أهمية، والأهداف ذات الأولوية المستوى الثاني P_2 هي في المرتبة الثانية وهكذا مع باقي المستويات
- تحديد متغيرات القرار
- صياغة القيود الخاصة بنظام البرمجة الخطية العادي
- تطوير معادلة الهدف لكل هدف على حدة وتحديد القيمة المستهدفة للهدف على الجانب الأيمن ومتغيرات الإنحراف d^-_2, d^+_1 التي توجد في كل معادلة لكي تعبر على إحتمالية الإنحرافات إما أعلى أو أقل من القيمة المستهدفة
- كتابة دالة الهدف بحيث تقلل في دالة أولويات متغيرات الإنحراف لأدنى حد ممكن

وبعد إعداد النموذج هناك عدة طرق للحل أمام متخذ القرار

وقد فرضت التغيرات البيئية والإقتصادية التي عرفتها مختلف المؤسسات تعديلات على نموذج البرمجة متعددة الأهداف حسب رؤية متخذ القرار في مشكلاته المتعددة ورغباته المختلفة وهذا ما نتج عنه أنواع عديدة حيث نجد:

- البرمجة بالأهداف العادية (Chrnes and Cooper 1961)
- البرمجة الخطية الكمبرومازية (janes Egnision 1976)
- البرمجة بالأهداف المرجحة (Chrnes and Cooper 1977)
- البرمجة بالأهداف بإستخدام دول الكفاءة على يد (and Martel 1990) Aoumiبالإعتماد على أعمال (Barnes 1982)
- البرمجة بالأهداف ذات الأولوية أو برمجة الأهداف الليكسوكوغرافية (Tamis and jones 1991)
- برمجة الأهداف المبهمة (zimmermann 1978, Hamman 1981). (الدين ب.، 2013)

ثانيا: الحل بالرسم البياني للبرمجة متعددة الأهداف

يمكن حل مشاكل البرمجة متعددة الأهداف ذات المتغيرين بيانيا وذلك من خلال تتبع الخطوات التالية:

- تحديد نقاط الحل المناسبة وهي النقاط التي تلتزم بقيود المشكلة
- تحديد جميع الحلول المناسبة التي تحقق الهدف الأكثر أولوية وإن لم يكن هناك حلول مناسبة تحقق الهدف الأكثر أولوية يتم تحديد الحل الأقرب لتحقيقه
- الإنتقال إلى مستوى الأولوية التالي وتحديد أفضل حل ممكن دون مخاطرة بأي إنجاز للأهداف ذات الأولوية الأعلى
- تكرار الخطوة الثالثة إلى أن نقوم بدراسة جميع الأولويات (دافيد، دينيس، و توماس، 2006، صفحة 906)

<u>مثال توضيحي للطريقة البيانية</u>

ولتوضيح الطريقة البيانية أكثر يمكن شرحها بالمثال التالي: (بوقرة، 2012، الصفحات 120-126)

تقوم إحدى المؤسسات بإنتاج نوعين من المنتجات الثلاجات والمكيفات، حيث يحتاج النوع الأول إلى 4 ساعة عمل أما إنتاج الوحدة من النوع الثاني 6 ساعة عمل علما بأن الساعات المتاحة في قسم التصنيع 48 ساعة عمل يوميا، بالإضافة إلى أن الطلب اليومي على الثلاجات يتجاوز 20 وحدات أما المكيفات فيجب أن لا يتجاوز 14 مكاتب، وربح المنتج الأول هو 2000 وحدة نقدية بينما الثاني 2400 وحدة نقدية.

لو كانت هذه المؤسسة تسعى لتعظيم الربح فالمشكلة يمكن صياغتها من أجل الوصول إلى العدد الأمثل في تشكيلة الإنتاج من النوعين والتي تحقق أغلى ربح وذلك كما يلي:

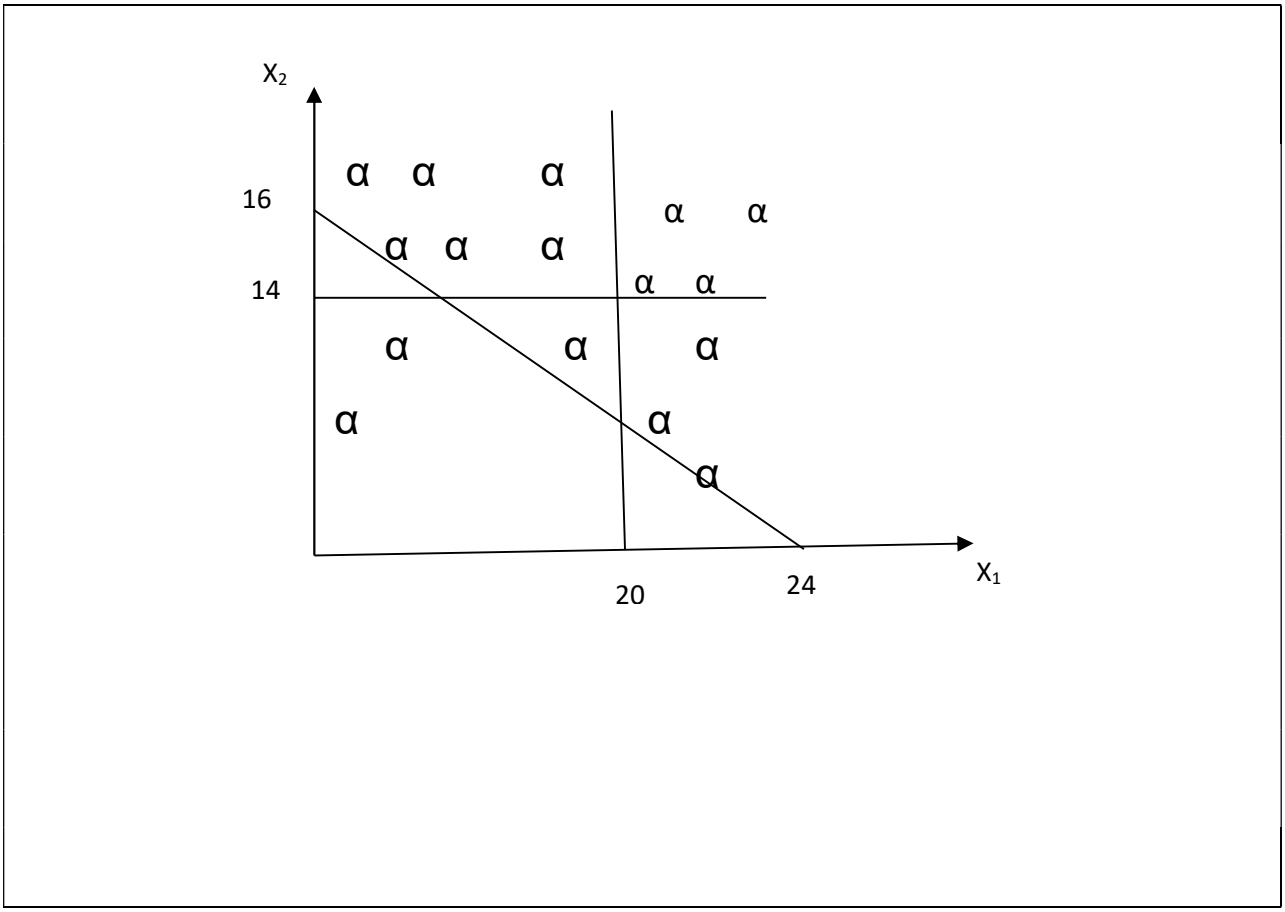
- تحديد المتغيرات:
  - X_1 عدد الثلاجات
  - X_2 عدد المكيفات
- تحديد دالة الهدف:

$$Max\ (Z)=2000\ X_1+2400\ X_2$$

- تحديد القيود:
  - يد ساعات العمل المتاحة $4\ X_1+6\ X_2 \leq 48$
  - قيد الطلب للثلاجات $X_1 \geq 20$

- قيد الطلب للمكيفات $X_2 \geq 14$
- شرط عدم السلبية $X_1 , X_2 \geq 0$

والشكل التالي يمثل حل مسألة متعددة الأهداف بيانيا بدون وضع أولويات



المصدر: من إعداد الكاتبة

من خلال التمثيل البياني نلاحظ عدم وجود منطقة حلول أي عدم وجود منطقة حلول أي عدم وجود حل ممكن لهذه المسألة، ولهذا يكون منطق الحل في البرمجة متعددة الأهداف محاولة تحقيق الأهداف الموجودة في دالة الهدف بنفس ترتيب أولوياتها حيث عندما نحقق الهدف ذو الأولوية الأولى ننتقل إلى الموالي وهكذا إلى غاية تحقيق كل الأهداف ولكن بشرط أن لا يلغي الهدف الموالي الأهداف التي سبقته في الأولوية، ومن أجل الوصول إلى حل النموذج نفترض أن متخذ القرار وضع أولويات للأهداف بالترتيب التالي:

- هدف الأولوية الأولى P_1 : تحقيق ربح قدره 32000 وحدة نقدية
- هدف الأولوية الثانية P_2 : إنتاج 20 ثلاجات

- هدف الأولوية الثالثة P_3 : إنتاج 14 مكيفات
- هدف الأولوية الرابعة P_4 : عدم تجاوز 48 ساعة عمل

بعد وضع الأولوية يمكن القول أن متخذ القرار بإستخدام البرمجة متعددة الأهداف سيصل إلى:

- الحل الأمثل إذا تحققت كل الأهداف من الأولوية الأعلى إلى الأولوية الدنيا
- الحل المرضي إذا تحققت الأهداف العليا مع إهمال تحقق الأهداف الدنيا بشكل أمثل

وبعد وضع الأولويات يمكن إيجاد الحل بالطريقة البيانية من خلال تتبع الخطوات التالية:

1. التمثيل البياني لهدف الأولوية الأولى (الربح)

يمثل هدف الأولوية الأولى تحقيق ربح مقداره 32000 وحدة نقدية على الأقل والقيد الممثل لهذا الهدف هو:

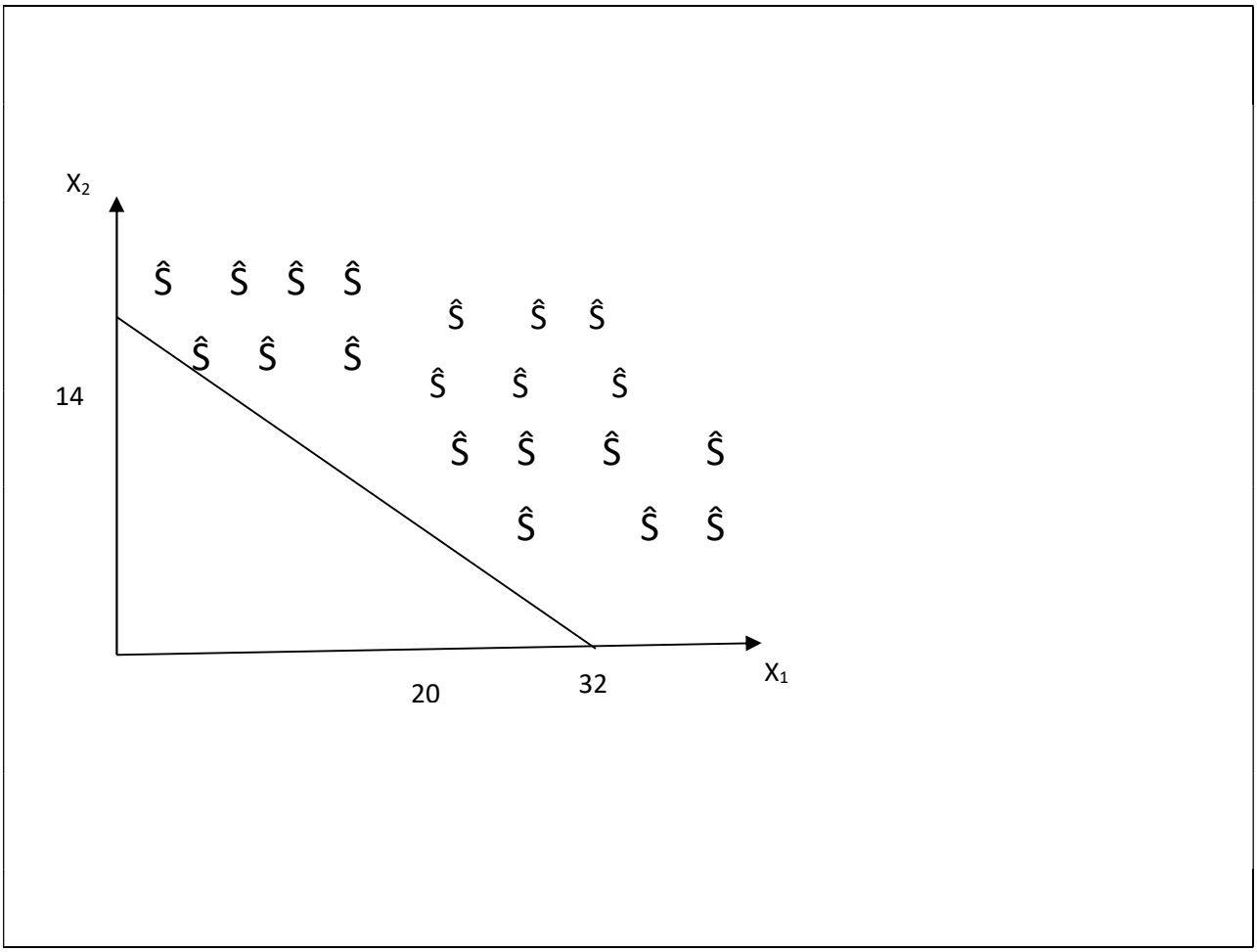
$$2000\ X_1+2400\ X_2 \geq 32000$$

وبتحويله إلى معادلة يصبح: $2000\ X_1+2400\ X_2 = 32000$

وبتحديد إحداثيات هذه المعادلة:

X_1	0	32
X_2	26 ,66	0

والشكل التالي يمثل التمثيل البياني لهدف الأولوية الأولى (الربح)



المصدر: من إعداد الكاتبة

المنطقة المضللة بالرمز $\hat{S}$ في الشكل تمثل منطقة الحلول الممكنة (الإنحراف المرغوب فيه من طرف متخذ القرار)، ونلاحظ أنها منطقة لا نهائية أي يمكن زيادة الربح بزيادة الإنتاج

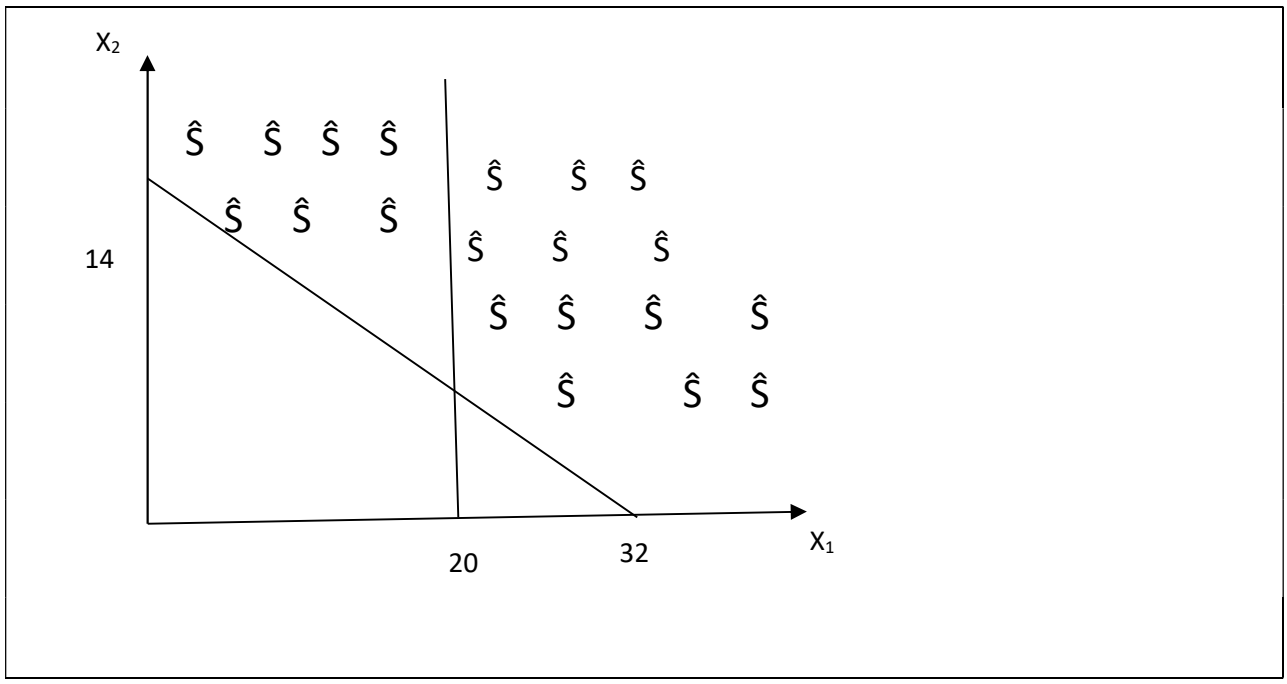
2. التمثيل البياني لهدف الأولوية الثانية (الطلب على الثلاجات)

يمثل هدف الأولوية الثانية تحقيق إنتاج 20 وحدات على الأقل من الثلاجات، والقيد الممثل لهذا الهدف هو:

$$X_1 \geq 20$$

وبتحويله إلى معادلة يصبح: $X_1 = 20$

والشكل التالي يمثل التمثيل البياني لهدفي الأولوية الأولى والثانية



المصدر: من إعداد الكاتبة

يتضح من خلال منطقة الحلول بالرغم من إضافة هدف الأولوية الثانية إلى هدف الأولوية الأولى تبقى منطقة الحلول الممكنة لا نهائية ويمكن تحقيق الهدفين معا

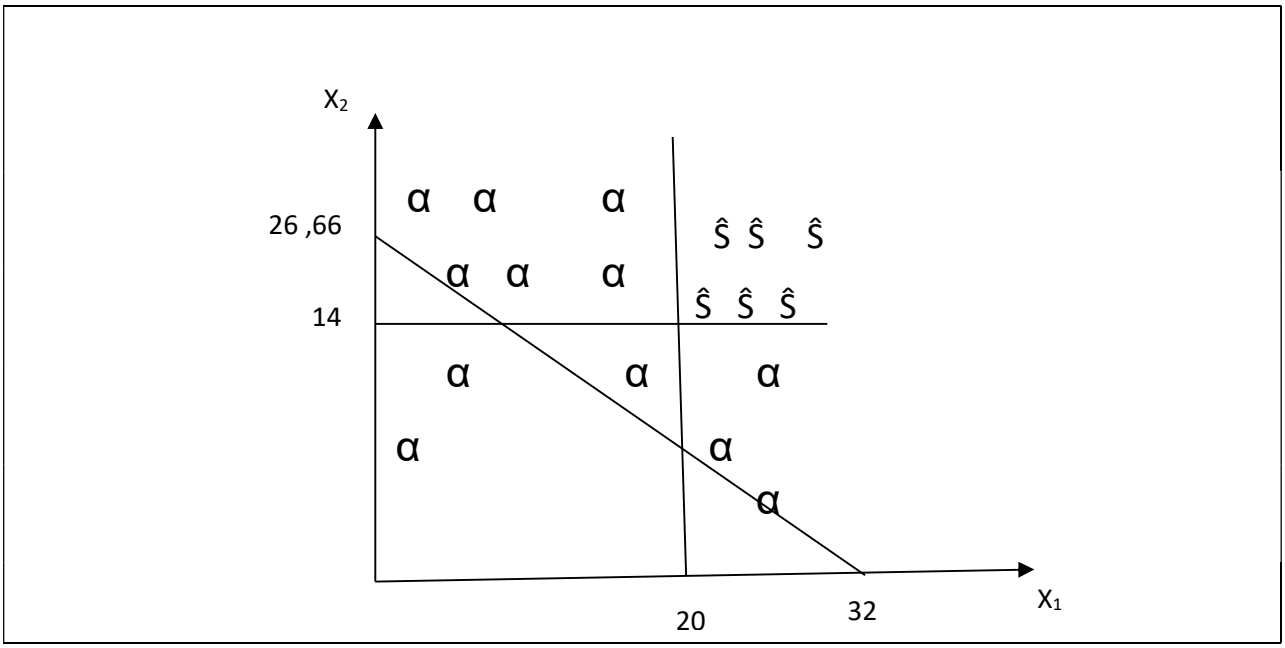
3. التمثيل البياني لهدف الأولوية الثالثة (الطلب على المكيفات)

يمثل هدف الأولوية الثانية تحقيق إنتاج 14 وحدات على الأقل من المكيفات، والقيد الممثل لهذا الهدف هو:

$$X_2 \geq 14$$

وبتحويله إلى معادلة يصبح: $X_2 = 14$

والشكل التالي يمثل التمثيل البياني لهدفي الأولوية الأولى والثانية لأهداف الأولوية الأولى والثانية والثالثة



المصدر: من إعداد الكاتبة

ويتضح من خلال المنطقة المضللة ب Ŝ أن منطقة الحلول الممكنة مفتوحة ولا يوجد تعارض بين الأهداف الثلاثة، ولكن نلاحظ أن منطقة الحلول أصبحت محدودة بالقيد الثاني والثالث وهذا يعني أن أي حل في هذه المنطقة يحقق ربح أكبر من 32000 وحدة نقدية، وهذا يعني أيضا أنه سيحقق إنحراف مرغوب فيه لدى متخذ القرار، وللتوضيح إذا أخذنا نقطة تقاطع الأولوية الثانية مع الثالثة ($X_1=20,X_2=14$) فإنها تحقق هدف الأولوية الثانية والثالثة دون إنحراف مرغوب أو غير مرغوب ولكنها تحقق هدف الأولوية الأولى بإنحراف مرغوب قدره (4800 ون) ويحسب كما يلي:

$$2000(20)+2400(14)=73600$$

وهذا معناه أن أي نقطة أعلى من نقطة التقاطع وفي المنطقة المضللة في الشكل ستحقق إنحرافات مرغوب فيها للأولويات الثلاث

4. التمثيل البياني لهدف الأولوية الرابعة (ساعات العمل)

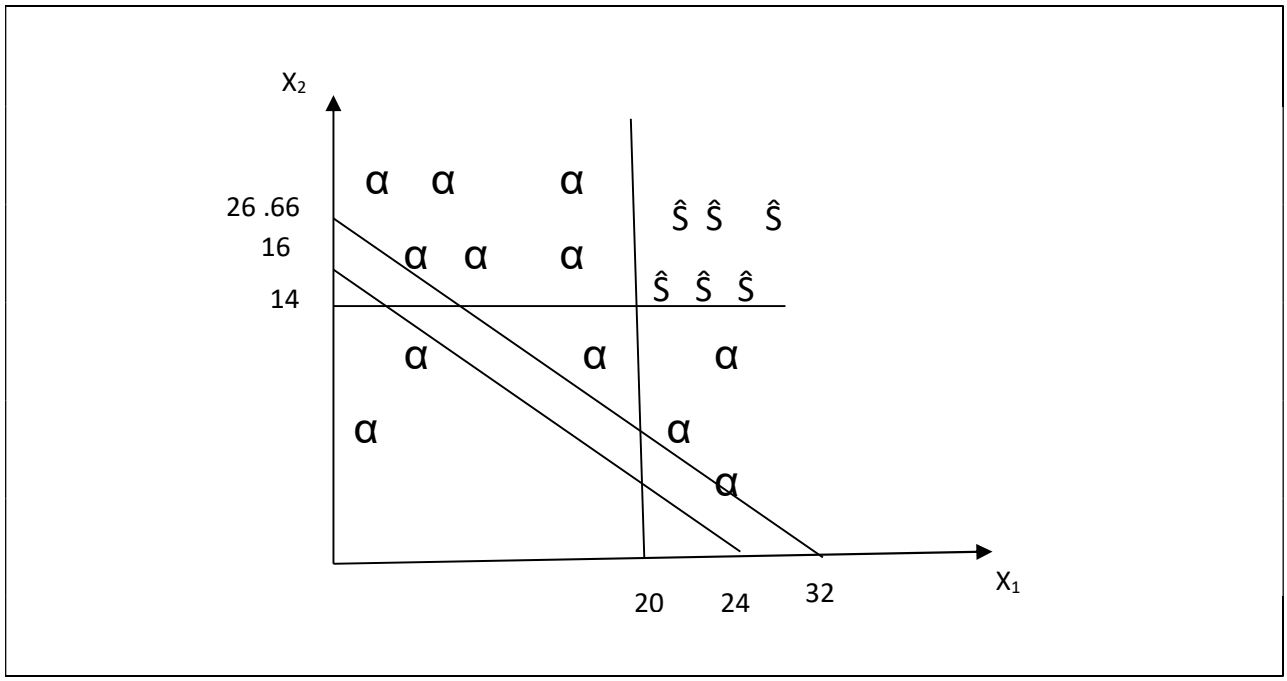
وفي هذه المرحلة سيتم إضافة هدف الأولوية الرابعة، وهو الهدف الخاص بتجنب الوقت الإضافي في ساعات العمل، والقيد الممثل لهذا الهدف هو:

$4\ X_1+6\ X_2 \leq 48$

وبتحويله إلى معادلة يصبح: $4 = 48$

$X_1+6\ X_2$

والشكل التالي يمثل التمثيل البياني لهدفي الأولوية الأولى والثانية لأهداف الأربع أولويات



المصدر: من إعداد الكاتبة

وبعد إضافة القيد الرابع يصبح لدينا الشكل النهائي للمشكلة والتي يمكن أن نفسرها بيانيا كما يلي:

- بالنسبة للأولوية الأولى تحقيق ربح 32000 ون على الأقل أي أن الحلول على نفس الخط وأعلى منه تحقق الربح أي أن الإنحرافات الغير مرغوب فيها بالنسبة لهدف الربح مقدارها صفر بالنسبة لأي نقطة واقعة ومنطبقة على الخط وأسفل منه إلى غاية نقطة الأصل
- بالنسبة لقيد الأولوية الثانية والذي يحدد حجم الطلب على الثلاجات ويلاحظ أن هناك منطقة حلول ممكنة كانت محددة بهدف الأولوية الأولى قد ألغيت بإضافة القيد الثاني ولكن هناك مشتركة تحقق الهدفين معا
- أما بإضافة القيد الثالث والذي يحدد حجم الطلب على المكيفات سنجد أيضا هناك منطق تحقق القيود الثلاث

- أما بالنسبة للقيد الرابع والذي يحدد ساعات العمل المسموح بها فهو غير محقق وبالتالي على متخذ القرار أن يحقق الثلاث أهداف الأولى ذات الأولوية الأعلى ويحاول تخفيض الإنحراف الغير مرغوب في الهدف ذو الأولوية الرابعة حيث سيتم رسم خط موازي لخط الأولوية الرابعة حتى يصل إلى النقطة أ بعدها أي زيادة غير مرغوب فيها كما يلي:

$4\ X_1+6\ X_2 \leq 48$

$4\ (20)+6\ (14)=164$

وبالتالي عند النقطة أ نحتاج إلى ساعات عمل إضافية قدرها 34 ساعة.

ثالثا: حل نموذج البرمجة متعددة الأهداف بطريقة السمبلكس

تعد أهم سلبية تواجه الطريقة البيانية أنها تعالج مشاكل تتضمن متغيرين فقط من المتغيرات القرارية وهذا ما يجعل متخذ القرار يلجأ لطريقة السمبلكس في الحل ولتوضيح هذه الطريقة نقترح المثال التالي: (الدين ف.، 1996، الصفحات 316-348)

مدير إنتاج بإحدى المؤسسات يقوم بوضع مستويات للإنتاج والمتمثلة في X_1،X_2وخطة المؤسسة في في هذا البرنامج مبنية على التشغيل الكامل لطاقة المصنع من خلال العمل لمدة 5 أيام في الأسبوع بنظام (3×8) مما يعني أن الطاقة الكلية للمصنع تساوي (5×3×8×60)= 7200 دقيقة، كما يمكن الإنتهاء من وحدة واحدة من X_1 في دقيقتين وإنتاج وحدة واحدة من X_2 في دقيقة واحدة، كما قدر عائد المساهمة الإجمالي ب 70000ون على الأقل كهدف الأولوية الأولى مع العلم أن هامش الربح للمنتج X_1هو 15 ون وللمنتج X_2 هو 10ون، وتم وضع هدف أولوية ثانية بإنتاج كل منX_1 ،X_2 بعدد وحدات إجمالي لا يزيد عن 5000 وحدة أسبوعيا وهذا لقيد سعة المخزن، فما هو حجم الإنتاج الأمثل لتحقيق هدف الربح؟

سنستعرض فيما يلي كيفية الصياغة الرياضية للمشكلة التي وردت في المثال

1. صياغة قيود البرمجة متعددة الأهداف

تعرفنا سابقا على نوعين من القيود في البرمجة متعددة الأهداف قيود تكنولوجيا وقيود الأهداف وفي المثال يوجد قيود قيد الطاقة الإنتاجية وهو قيد فني (تكنولوجي) أما القيود الأخرى فهي قيود

فهي قيود الأهداف قيد عائد المساهمة 70000ون على الأقل وقيد مستوى المخزون 5000ون على الأكثر في الأسبوع

- قيد الطاقة الإنتاجية: $2X_1+X_2\leq 7200$
- قيد عائد المساهمة: $15X_1+10X_2\geq 70000$
- قيد مستوى المخزون: $X_1+X_2\leq 5000$

كخطوة موالية يتم تحويل القيود إلى الشكل المعياري حيث القيد الفني يحول إلى معادلة بإضافة المتغير الراكد أو المهمل للطرف الأيسر للقيد ، أما بالنسبة لقيود الأهداف فهناك حالتين إما تحقيق الهدف بإنحراف مرغوب أو تحقيق الهدف بإنحراف غير مرغوب فيه وفي هذا النوع نستعين بمتغيرات الإنحراف كما يلي:

- $\begin{matrix}\sigma_i^+ \succ 0\\ \sigma_i^- = 0\end{matrix}$ هي مقدار النقصان عن الهدف المخطط له
- σ_i^+ هي مقدار الزيادة عن الهدف المخطط له

ويهدف متخذ القرار عند إضافة كلا المتغيرين إلى القيد هو أنه يعلم أنه أمام ثلاث حالات في تحقيق الهدف ويمكن تلخيصها في الجدول التالي:

الحالات أمام متخذ القرار	الأولى	الثانية	الثالثة
تحقيق الهدف	تحقيق الهدف المخطط له بالضبط	الهدف المحقق أقل من الهدف المخطط	الهدف المحقق أكبر من المخطط
نوع الإنحراف	$Min\sigma_2^- / \sigma_1^+$	$\begin{matrix}\sigma_i^+ = 0\\ \sigma_i^- \succ 0\end{matrix}$	$\begin{matrix}\sigma_i^+ \succ 0\\ \sigma_i^- = 0\end{matrix}$
	لا يوجد إنحراف	إنحراف سالب	إنحراف موجب

المصدر: من إعداد الكاتبة

وتصبح القيود كما يلي:

- قيد الطاقة الإنتاجية: $2X_1+X_2+S_1=7200$
- قيد عائد المساهمة: $15X_1+10X_2+\sigma_1^- -\sigma_1^+=70000$
- قيد مستوى المخزون: $X_1+X_2+\sigma_2^- -\sigma_2^+=5000$

2. تحديد دالة الهدف

عند تحديد دالة الهدف يوجد هناك مشكلة تواجه متخذ القرار في قيود الهدف هي مايعرف بفقد الإتجاه حيث يلاحظ أنه بتحويل المتراجحات إلى معادلات يعني إختفاء إتجاه الهدف أكبر من أو يساوي أو أصغر من أو يساوي، لكن يمكن معالجة هذه المشكلة والمحافظة على الإتجاه الصحيح لقيد الهدف وذلك من خلال إجراء تعديل وتصحيح عند وضع دالة الهدف فالهدف من دالة الهدف هو تخفيض الإنحرافات الغير مرغوب فيها لقيود الهدف.

فمثلا إذا قرر مدير الإنتاج تحقيق هدف 70000ون فإنه سيعمل على تخفيض متغير الإنحراف السالب لأنه غير مرغوب فيه وله تأثير على عدم الوصول إلى 70000ون وبالتالي يتم إضافة هذا المتغير لدالة الهدف من أجل العمل على تخفيضه وبالتالي لا يضاف المتغير الخاص بالإنحراف الموجب الذي يحقق الزيادة في تحقيق الهدف المطلوب لأنه إنحراف مرغوب فيه أما بالنسبة للهدف الثاني والمتمثل في تحديد حجم الإنتاج للمحافظة على مستوى المخزون 5000 هو إنحراف غير مرغوب فيه لذلك ولهذا سنضع في دالة الهدف متغي الإنحراف الموجب الثاني من أجل تخفيضه ولا نضع متغير الإنحراف الغير مرغوب فيه، ومن خلال ما سبق نستنتج أن هدف دالة هدف في نموذج البرمجة متعددة الأهداف تخفيض الإنحرافات الغير مرغوب فيها مع الأخذ بعين الإعتبار ترتيب أولويات الأهداف حيث عند تخفيض الإنحراف فلا يتم تخفيض متغير هدف الأولوية الثانية على حساب متغير هدف الأولوية الأولى أو الثالثة على حساب الأولى والثانية، وبإفتراض لدينا هدفين لهما متغيرات إنحراف غير مرغوب فيها هما σ_2^-,σ_1^+ وأن الهدف الأول يمثل أولوية أعلى من الهدف الثاني، تصاغ دالة الهدف كما يلي: $Min\sigma_2^- / \sigma_1^+$

وتقرأ أن تخفيض σ_2^- بعد تحقيق النهاية الصغرى لإنحراف σ_1^+ أي أنه يجب العمل على على تخفيض إنحراف الأولوية الثانية عن طريق الوصول إلى النهاية الصغرى للإنحراف الغير مرغوب

فيه لهدف الأولوية الأولى أي الأعلى هذا يعني سيكون التعامل أولا مع الأولوية الولى للوصول بإنحرافها إلى النهاية الصغرى ومن ثم التعامل مع الأولوية الثانية.

وبما أن هدف الربح في مثالنا يمثل أولوية أولى على مستوى المخزون الذي يمثل أولوية ثانية، فإن الصيغة الرياضية للنموذج تكون كالتالي:

$$Min\sigma_2^- / \sigma_1^+$$

- قيد الطاقة الإنتاجية:

$$2X_1+X_2+S_1=7200$$

- قيد عائد المساهمة: $15X_1+10X_2+\sigma_1^- -\sigma_1^+ =70000$

- قيد مستوى المخزون: $X_1+X_2+\sigma_2^- -\sigma_2^+ =5000$

$X_1,X_2 ,S_1,\sigma_1^-,\sigma_1^+,$

$\sigma_2^-,\sigma_2^+ \geq 0$

حيث سيتم تخفيض عدد الوحدات المنتجة زيادة عن 5000 وحدة من المنتجين بعد تخفيض النهاية الصغرى للإنحراف الغير مرغوب فيه لمستوى الأرباح والتي مقدارها 70000ون

3. إعداد جدول السمبلكس

بعد إتمام الصياغة الرياضية للنموذج يمكن إعداد جدول الحل الأولي بطريقة السمبلكس كما يلي:

معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية		المتغرات الأساسية	القيم	X_1	X_2	S_1	σ_1^-	σ_1^+	σ_2^-	σ_2^+
L_1	L_2									
0	0	S_1	7200	2	1	1	0	0	0	0
1	0	σ_1^-	70000	15	10	0	1	−1	0	0
0	0	σ_2^-	5000	1	1	0	0	0	1	−1

1	0	0	0	0	0	0	الأرباح الداخلة	L_2	دالة الهدف تساوي 0
0	0	0	0	0	0	0	التكاليف الداخلة		
1	0	0	0	0	0	0	صافي التغير		
0	0	0	1	0	0	0	الأرباح الداخلة	L_1	دالة الهدف تساوي 70000
0	0	−1	1	0	10	15	التكاليف الداخلة		
0	0	1	0	0	−10	−15	صافي التغير		

المصدر: فريد عبد الفتاح زين الدين، مرجع سابق، ص: 328

ومن أجل فهم الجدول سيتم شرح كيفية تكوينه كما يلي:

- **تحديد المتغيرات الأساسية في الجدول:** من خلال الشكل المعياري لنموذج البرمجة متعددة الأهداف فالمتغيرات الأساسية هي $S_1, \sigma_1^-, \sigma_2^-$ ومعاملاتها تكون في العمود الأول، وبما أن المسألة تتكون من L_1 هدف الأولوية الأولى و L_2 هدف الأولوية الثانية وهذا معناه أنه لكل متغير أساسي معاملين، وبالنسبة لهدف الأولوية الأولى يكون متوازنا عندما يكون متغير الإنحراف الخاص بعدم التحقق σ_1^- معادلا 70000 ومتغير التحقق يساوي الصفر (لأنه لا إنتاج وبالتالي لا أرباح)، من قيد عائد المساهمة نجد أنه في المرحلة الزمن صفر (قبل بداية الإنتاج) أن $(x_1 = x_2 = \sigma_1^- = 0)$ وبالتالي فإن $\sigma_1^- = 70000$ وعليه فإن متغير الإنحراف σ_1^- سيظهر كمتغير أساسي وبقيمة مقدارها الطرف الأيمن للقيد 70000ون، كما يلي:

$15X_1+10X_2+\sigma_1^- - \sigma_1^+ = 70000$

وبما أن $(x_1 = x_2 = \sigma_1^- = 0)$ وبالتعويض في القيد نجد: $\sigma_1^+ = 70000$

أما بالنسبة لقيد المخزون يكون متعادلا عندما يكون متغير التحقق يساوي 5000 وحدة من المنتجين معا ومتغير إنحراف التجاوز يساوي الصفر لأن جدول الحل الأولي يكون الزمن مساوي للصفر أي لا يوجد إنتاج وبالتالي فإن كل من $(x_1 = x_2 = 0)$ ومنه نستنتج أنه لا يوجد تجاوز وبالتالي فإن $\sigma_2^+ = 0$، وبما أن $(x_1 = x_2 = \sigma_2^+ = 0)$، فإن متغير الإنحراف σ_2^- سيظهر كمتغير أساسي مقداره 5000 وحدة، كما يلي:

$X_1+X_2+\sigma_2^- - \sigma_2^+ = 5000$

وبما أن $(x_1 = x_2 = \sigma_2^+ = 0)$نعوض في القيد فنجد: $\sigma_2^- = 5000$

أما بالنسبة لقيد الطاقة سيكون متوازن عندما تكون قيمة المتغير الراكد $S_1=7200$ وذلك لأن:

$2X_1+X_2+S_1=7200$

وبما أن $(x_1 = x_2 = 0)$ بالتعويض نجد أن: $S_1=7200$، وبالتالي فهو أيضا متغير أساسي في جدول الحل الأولي.

فبالنسبة لهدف الأولوية الأولى وهو هدف الربح فالعمل يكون على أساس تخفيض قيمة الإنحراف السالب

$$Min = 0x_1 + 0x_2 + 0s_1 - \sigma_1^- + 0\sigma_2^+ + 0\sigma_2^- + 0\sigma_2^+$$

حيث أن σ_1^-متغير أساسي لذلك نجد عمود L_1 يظهر كما هو مبين: $\begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$

أما بالنسبة لدالة هدف مستوى المخزون فالعمل يكون على أساس عدم تجاوز 5000 وحدة من المنتجين معا وعليه يكون التعامل مع σ_2^+ متغير غير أساسي وبذلك نجد دالة الهدف كما يلي:

$$Min = 0x_1 + 0x_2 + 0s_1 - 0\sigma_1^- + 0\sigma_2^+ + 0\sigma_2^- + \sigma_2^+$$

حيث أن σ_2^+متغير غير أساسي لذلك نجد عمود L_2 يظهر كما هو مبين: $\begin{Bmatrix}0\\0\\0\end{Bmatrix}$

- **تجسيد دالة الهدف:** بما أن المشكلة تتضمن هدفين وهذا يتطلب تقسيم الجزء الأسفل من الجدول إلى عدد الأقسام وفق لعدد الأهداف الموجودة بالمشكلة ولهذا فالقسم الأول أولوية هدف الربح، والقسم الثاني يمثل الأولوية الثانية وهي هدف مستوى المخزون، وكل قسم بدوره يقسم إلى ثلاث صفوف أفقيا أولها الأرباح والثاني التكاليف الداخلة والصف الثالث يمثل صافي التغير
- **حساب قيم صف الأرباح الداخلة:** قيم الأرباح الداخلة هي معاملات دالة الهدف لكل متغير على مستوى الأولوية المخصص، فبالنسبة لمستوى الأولوية L_1 نجد أن الأرباح الداخلة الوحيدة الغير صفرية تقابل المتغير σ_1^-أي هدف الربح غير المحقق، وعند مستوى الأولوية الثانية L_2 فإن الأرباح الوحيدة الداخلة الغير صفرية هي المقابلة للمتغير σ_2^+أي تحديد مستوى المخزون المبالغ فيه، وبشكل أبسط قراءة دالة الهدف الواردة بالصياغة الرياضية لمشكلة البرمجة بالأهداف وتكون متغيرات الإنحراف الواردة بها هي فقط المتغيرات التي لها معامل بدالة الهدف كأرباح داخلة وفقا للأولوية المحددة وما عدا ذلك من متغيرات فإن أرباحها الداخلة الصفرية لأنها لم تدخل في دالة الهدف بالصياغة الرياضية ولذلك سيتم كتابة الرقم 1 بصف الأرباح الداخل، عند الأولوية الثانية وتحت عمود المتغير σ_2^+ وباقي معاملات الصف تكون صفرا كذلك نضع الرقم 1 في صف الأرباح الداخلة عند مستوى الأولوية الأولى وأسفل عمود المتغير σ_1^- وباقي المعاملات تأخذ القيمة صفر.
- **حساب قيم صف التكاليف الداخلة:** يتم حساب قيم سطر التكاليف الداخلة بنفس الأسلوب المتبع في طريقة السمبلكس والتي تتمثل في مجموع حاصل ضرب المعاملات الواردة بكل عمود في القيم المقابلة لها بعمود معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية ويكون ناتج حاصل الضرب هو التكلفة الداخلة لذلك العمود بشرط تجسيد ذلك عند كل مستوى أولوية.

فمثلا التكلفة لعمود المتغير عند مستوى الأولوية الأولى يحسب كالتالي:

معاملات الهدف للمتغيرات		عمود X_1	ناتج العملية	التكلفة الداخلة

الأساسية عند L_1				
0 1 0	×	2 15 1	0 15 0	15
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_1		عمود X_2	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 1 0	×	1 10 1	0 10 0	10
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_1		عمود S_1	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 1 0	×	1 0 0	0 0 0	0

معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_1		عمود σ_1^-	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 1 0	×	0 1 0	0 1 0	1
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_1		عمود σ_1^+	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 1 0	×	0 −1 0	0 −1 0	−1
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_1		عمود σ_2^-	ناتج العملية	التكلفة الداخلة

0 1 0	×	0 0 1	0 0 0	0
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_1		عمود σ_2^+	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 1 0	×	0 0 −1	0 0 0	0

أما بالنسبة للتكلفة الداخلة لعمود المتغير عند مستوى الأولوية الثانية فيحسب كالتالي:

معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_2		عمود X_1	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 0 0	×	2 15 1	0 0 0	0

معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_2		عمود X_2	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 0 0	×	1 10 1	0 0 0	0
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_2		عمود s_1	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 0 0	×	1 0 0	0 0 0	0
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_2		عمود σ_1^-	ناتج العملية	التكلفة الداخلة

0 0 0	×	0 1 0	0 0 0	0
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_2		عمود σ_1^+	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 0 0	×	0 0 0	0 0 0	0
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_2		عمود σ_2^-	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 1 0	×	0 0 1	0 0 0	0
معاملات الهدف للمتغيرات		عمود σ_2^+	ناتج العملية	التكلفة الداخلة

الأساسية عند L_2				
0	×	0	0	
1		0	0	0
0		−1	0	

- **حساب صافي التغير:** يتم حساب صافي التغير بالنسبة لكل مستوى أولوية كما يلي:

صافي التغير للمتغير لكل أولوية= الأرباح الداخلة للمتغير− التكاليف الداخلة للمتغير

والجدول التالي يبين صافي التغير لكل المتغيرات:

صافي التغير للمتغير	عند L_1
X_1	0−15=−15
X_2	0−10=−10
S_1	0−0=0
σ_1^-	1−1=0
σ_1^+	0−(−1)=−1
σ_2^-	0−0=0
σ_2^+	0−0=0

صافي التغير للمتغير	عند L_2
X_1	0−0=0

X_2	0−0=0
S_1	0−0=0
σ_1^-	0−0=0
σ_1^+	0−0=0
σ_2^-	0−0=0
σ_2^+	1−0=1

المصدر: بوقرة رابح، مرجع سابق، ص: 140

ويفسر صافي التغير بأنه التأثير على دالة الهدف لكل مستوى أولوية، وينتج ذلك من إنتاج وحدة واحدة من قيم المتغيرات ، فإنتاج وحدة واحدة من X_1 ستؤدي لتخفيض قيمة هدف الأولوية الأولى بمقدار 15 ون وبما أن صافي التغير يساوي الصفر لايوجد تأثير على هدف الأولوية الثانية، ونفس التفسير مع باقي المتغيرات

قيمة الهدف عند مستوى الأولوية الأولى قيمة المتغير الأساسي × معامل الهدف المقابل لذلك المتغير عند الأولوية المحددة= قيمة دالة الهدف				
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_1		القيم	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0	×	7200	0	
1		70000	70000	70000

0		5000	0	
قيمة الهدف عند مستوى الأولوية الثانية				
معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية عند L_2		القيم	ناتج العملية	التكلفة الداخلة
0 0 0	×	7200 70000 5000	0 0 0	0

ويمكن شرح النتائج بأن دالة الهدف الأولى تساوي 70000ون هذا معناه أن نتيجة الحل الأولي وقع فيها إنحراف غير مرغوب فيه عن المستهدف بمقدار 70000ون لأن كل من X_1 وX_2 يساوي الصفر في تخفيض العملية الإنتاجية وبالتالي فالعمل يكون على تخفيض هذا الإنحراف إلى الصفر ومتى يتحقق ذلك نقول أن هدف الأولوية الأولى قد تحقق، أما هدف الأولوية الثانية فيساوي الصفر وهذا معناه أنه لا يوجد إنحراف غير مرغوب فيه عن المستهدف لأن $(x_1 = x_2 = 0)$ وقيد التخزين محقق $x_1 + x_2 \leq 5000$

- **إختبار الحل الأمثل:** يمكن الحكم على الحل الأمثل من خلال سطر صافي التغير حيث تكون البداية بالأولوية الأعلى، فإذا وجدت قيم أقل أو يساوي الصفر فالجدول ليس أمثل وبالتالي يجب التحسين والإنتقال إلى جدول آخر إلى غاية الوصول إلى حل أمثل تكون فيه قيم سطر صافي التغير أكبر من أو يساوي الصفر وممكن للأولويات الأخرى بشرط عدم إرجاع الأولوية الأعلى إلى الإنحراف الغير مرغوب فيه، وفيما يلي خطوات التحسين:

- **إختيار المتغيرة الداخلة:** من خلال جدول الحل الأولي فيمكن تحسين دالة الهدف لمستوى الأولوية الأولى من خلال إختيار المتغير الذي يحمل أكبر قيمة صافي تغير بإشارة سالبة مع شرط أن ذلك المتغير له قيمة صافي تغير صفر عند أهداف أولويات أقل، ويتضح لنا من خلال جدول الحل المبدئي أن كل من المتغيرين X_1 وX_2 لهما قيم صافي تغير سالبة عند مستوى الأولوية الأولى وهذا يعني أن كلاهما يساهم في تخفيض حجم الإنحراف الغير مرغوب فيه لهدف الربح، وبما أن قيمة صافي تغير (X_1=15)أكبر من قيمة صافي تغير (X_2=10) نختار X_1 كمتغير داخل
- **إختيار المتغير الخارج:** ويتم حسابه من خلال قسمة قيمة كل متغير أساسي في الجدول على المعامل الموجب المقابل بعمود المتغير الداخل، وبعدها نختار أقل قيمة موجبة بين القيم حيث $(\sigma_1^- = 70000/15)$، $(\sigma_2^- = 5000/1)$، $(S_1 = 7200/2)$، ومنه فالمتغير الداخل هو X_1 أما المتغير الخارج هو S_1
- **تعيين قيمة المحور:** قيمة المحور هي تقاطع صف المتغير الخارج مع عمود المتغير الداخل
- **إعداد الجدول الثاني:** يتم إيجاد القيم الجديدة لسطر X_1 بقسمة كل المعاملات الموجودة في السطر القديم للمتغير الخارج على قيمة المحور أما باقي القيم الجديدة فتحسب بالعلاقة:

قيمة جديدة= قيمة قديمة –(جداء قيمتين متقابلتين على قيمة المحور)

أما سطر صافي التغير وكذلك قيم دالة الهدف فتحسب بنفس الطريقة ، وبعد القيام بكل العمليات يتم إنشاء الجدول الجديد وهو يمثل الجدول الأول بعد التحسين كما يلي:

σ_2^+	σ_2^-	σ_1^+	σ_1^-	S_1	X_2	X_1	القيم	المتغرات الأساسية	معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية	
									L_2	L_1

0	0	X_1	3600	1	½	½	0	0	0	0
1	0	σ_1^-	16000	0	5/2	−15/2	1	−1	0	0
0	0	σ_2^-	1400	0	½	−1/2	0	0	1	−1
دالة الهدف تساوي 0		L_2	الأرباح الداخلة	0	0	0	0	0	0	1
			التكاليف الداخلة	0	0	0	0	0	0	0
			صافي التغير	0	0	0	0	0	0	1
دالة الهدف تساوي 16000		L_1	الأرباح الداخلة	0	0	0	1	0	0	0
			التكاليف الداخلة	0	5/2	−15/2	1	−1	0	0
			صافي التغير	0	−5/2	15/2	0	1	0	0

المصدر: بوقرة رابح، مرجع سابق، ص: 143

من الجدول نلاحظ أنه بدخول X_1 إلى الحل كمتغير أساسي بقيمة 3600 وحدوث إنحراف غير مرغوب فيه في هدف الأولوية الأولى (70000−
(3600×15)=16000)، أي أن هناك عملية تحسين أخرى لأن الجدول ليس أمثل لأن سطر صافي التغير به إشارة سالبة ، أما دالة الهدف الثانية تساوي الصفر لأنه لا

يوجد إنحراف غير مرغوب فيه وذلك لأن الهدف محقق أي إنتاج 3600 وحدة من وهي أقل من 5000وحدة، وسنجري نفس الخطوات السابقة للإنتقال إلى الجدول الموالي:

معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية		المتغرات الأساسية	القيم	X_1	X_2	S_1	σ_1^-	σ_1^+	σ_2^-	σ_2^+
L_1	L_2									
0	0	X_1	2200	1	0	1	0	0	−1	1
1	0	σ_1^-	9000	0	0	−5	1	−1	−5	5
0	0	X_2	2800	0	1	−1	0	0	2	−2
دالة الهدف تساوي 0		L_2	الأرباح الداخلة	0	0	0	0	0	0	1
			التكاليف الداخلة	0	0	0	0	0	0	0
			صافي التغير	0	0	0	0	0	0	1
دالة الهدف تساوي 9000		L_1	الأرباح الداخلة	0	0	0	1	0	0	0
			التكاليف الداخلة	0	0	−5	1	−1	−5	0

		صافي التغير	0	0	5	0	1	5	-5

المصدر: بوقرة رابح، مرجع سابق، ص: 144

نلاحظ أن الجدول أيضا ليس حل أمثل لأن هناك إنحراف غير مرغوب فيه في هدف الأولوية الأولى قدره 9000 وهناك إشارة سالبة في سطر صافي التغير، كما أصبح هناك إنحراف مرغوب فيه في هدف الأولوية الثانية بقيمة 5000، وبإتباع نفس الخطوات سنجد الجدول الأمثل التالي:

معاملات الهدف للمتغيرات الأساسية		المتغرات الأساسية	القيم	X_1	X_2	S_1	σ_1^-	σ_1^+	σ_2^-	σ_2^+
L_1	L_2									
0	0	X_1	400	1	0	2	-1/5	1/5	0	0
0	1	σ_2^+	1800	0	0	-1	1/5	-1/5	-1	1
0	0	X_2	6400	0	1	-2	2/5	-2/5	0	0
دالة الهدف تساوي 1800		L_2	الأرباح الداخلة	0	0	0	0	0	0	0
			التكاليف الداخلة	0	0	-1	1/5	-1/5	-1	0

0	1	1/5	− 1/5	1	0	0	صافي التغير		
0	0	0	1	0	0	0	الأرباح الداخلة	L_1	دالة الهدف تساوي 0
0	0	0	0	0	0	0	التكاليف الداخلة		
0	0	0	1	0	0	0	صافي التغير		

المصدر: بوقرة رابح، مرجع سابق، ص: 144

يتضح من خلال الجدول أن أن سطر صافي التغير عند الأولوية الأولى قد أصبح موجب أو صفر ولا يوجد أي إنحراف غير مرغوب فيه لأن قيمة دالة الهدف تساوي الصفر ولأن الهدف تم تحقيقه بالكامل، أما هدف الأولوية الثانية لم يتحقق حيث سيتم إنتاج 1800 وحدة أكثر من مستوى الحد الأقصى للمخزون أي سيتم إنتاج 400 وحدة من المنتوج الأول و 6400 وحدة من الثاني أي سيتم إنتاج 6800 وحدة معا أي وجود إنحراف غير مرغوب بقيمة 1800 وحدة، كما يتضح وجود قيمة سالبة في سطر صافي التغير للأولوية الثانية وهذا يعني أن الحل ليس أمثل وسنختار المتغير الداخل والخارج كالسابق لكن هذا سيؤثر على هدف الأولوية الأولى، ولهذا يعتبر هذا الجدول النهائي في الحل بإنتاج 400 وحدة من المنتوج الأول و6400 وحدة من الثاني من أجل تحقيق هدف الأولوية الأولى بقيمة 70000ون.

قائمة المراجع

1. حسين علي علي. (2013). *نظرية القرارات الإدارية*. الأردن: دار زهران للنشر والتوزيع.
2. إبراهيم سلطان تركي. (1984). *التحليلات الكمية في اتخاذ القرارات*. المملكة العربية السعودية: عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود.
3. أندرسون دافيد، سويني دينيس، و وليامز توماس. (2006). الأساليب الكمية في الإدارة، ترجمة محمد, توفيق البلقيني; مرفت, طلعت المحلاوي. المملكة العربية السعودية: دار المريخ للنشر والتوزيع.
4. برنارد , ت .(s.d.) .مقدمة في علم الإدارة (الجزء الثاني) Dans .إ. سرور علي . المملكة العربية السعودية: دار المريخ للنشر والتوزيع.
5. تايلور الثالث برنارد. (بلا تاريخ). مقدمة في علم الإدارة (الجزء الثاني)، ترجمة سرور علي, إبراهيم سرور. المملكة العربية السعودية: دار المريخ للنشر والتوزيع.
6. جمال الدين لعويسات. (2005). *الإدارة المالية وعملية اتخاذ القرار*. الجزائر: دار هومة.
7. حسين بلعجوز. (2010). *المدخل لنظرية القرار*. ديوان المطبوعات الجامعية.
8. دريدي أحلام. (2021). *بحوث العمليات في الإدارة*. الأردن: زمزم ناشرون وموزعون.

9. رابح بوقرة. (2012). بحوث العمليات (مدخل لاتخاذ القرارات). الجزائر: منشورات جامعة المسيلة.

10. زوينة مخلخل . (2020/2019). *مساهمة نظام المعلومات المحاسبة في اتخاذ القرارات التمويلية بالمؤسسة الاقتصادية (أطروحة دكتوراه)*، بسكرة، جامعة محمد خيضر.

11. زينب بن تركي. (بلا تاريخ). الأساليب الكمية في صناعة القرار (أسلوب شجرة القرار نموذجا). *مجلة الواحات للبحوث والدراسات، العدد 6 (88-112)*.

12. سعيدة بورديمة. (بلا تاريخ). *الأساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرار الاستثماري* (المجلد العدد 25). الجزائر، مجلة الحقيقة: جامعة أدرار.

13. تقرير سنوي(المنظمة العربية للتنمية الإدارية)(2014). *صناعة القرار والتميز المؤسسي من منظور قانوني وإداري*. الشارقة: المنظمة العربية للتنمية الإدارية.

14. عباس خضير الجنابي، و خالد أحمد فرحان المشهداني. (2014). *تطبيقات في الأساليب الكمية*. دار الأيام للنشر والتوزيع.

15. عبد الستار أحمد محمد الألوسي. (2003). *أساليب بحوث العمليات (الطرق الكمية المساعدة في اتخاذ القرار)*. الامارات العربية المتحدة: دار القلم للنشر والتوزيع.

16. علاء محمد البتانوني. (2016). *بحوث العمليات ودورها في اتخاذ القرار*. مصر: دار التعليم الجامعي.

17. كاسر, منصور نصر. (2006). *الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية*. دار الحامد للنشر والتوزيع.

18. محسن العامري صالح مهدي، و ابراهيم الحداد عواطف. (2016). *تطبيقات بحوث العمليات في الإدارة* (الطبعة الثانية). الأردن: دار إثراء للنشر والتوزيع.

19. محمد راتول. (2011). *بحوث العمليات (الطبعة الرابعة)*. الجزائر: ديوان المطبوعات الجامعية.

20. منعم زمرير الموسوي. (1993). *الأساليب الكمية في الإدارة*. الأردن: دار زهران للطباعة والنشر.

21. مؤيد الفضل. (2007). *الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة*. الأردن: دار الوراق للنشر والتوزيع،.

22. مؤيد الفضل، و حميد الطائي. (2013). *الأساليب الكمية في ترشيد القرارات التسويقية*. الأردن: دار آمنة للنشر والتوزيع.

23. مؤيد عبد الحسين الفضل. (2009). *الإبداع في اتخاذ القرارات الإدارية*. الأردن: إثراء للنشر والتوزيع.

24. ناجح أشرف. (2016). نظرية المباريات كأداة للتحليل الإستراتيجي في التسويق. *مجلة الإقتصاد والتنمية، 5*.

25. فريد النجار.(2009). **بحوث العمليات في الإدارة**، الدار الجامعية، مصر،

26. علي العلاونة .(2000) .**بحوث العمليات في العلوم التجارية**، دار المستقبل للنشر والتوزيع، الأردن،

27. رشيد علاب(2007/2006). **تحسين خدمات الموانئ بإستخدام نماذج صفوف الانتظار (حالة المؤسسة المينائية لسكيكدة)**، مذكرة ماجستير، كلية علوم التسيير والعلوم الإقتصادية، جامعة سكيكدة، الجزائر

28. دلال صادق الجواد وحميد ناصر الفتال.(2008). **بحوث العمليات**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن

29. سليمان محمد المرجان.(2002). **بحوث العمليات**، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ليبيا،

30. إنعام علي التوفيق الشهربلي. (2009). **تقويم نظم المعلومات باستخدام بحوث العمليات،** مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع ، الأردن،

31. اليمين فالتة. (2006). **بحوث العمليات،** الجزء الأول، إيتراك للطباعة والنشر والتوزيع ، مصر

32. نسيمة لعرج مجاهد ومصطفى الطويطي.(2011). **تحديد مثلوية سلاسل الإمداد بإستخدام البرمجة الخطية بالأهداف المرجحة (دراسة حالة شركة أطلس كيمياء بمغنية)،** مجلة الباحث، الجزائر، العدد 09،

33. جلال إبراهيم العبد.(2004) **استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرا رات الإدارية،** الدار الجامعية الجديدة للنشر، مصر،

34. منعم زمزير الموسوي. (2009). **بحوث العمليات (مدخل علمي لإتخاذ القرارات)،** دار وائل للنشر والتوزيع، الأردن،

35. فريد عبد الفتاح زين الدين. (1996). **بحوث العمليات وتطبيقاتها في حل المشكلات وإتخاذ القرار (البرامج الخطية)،** الجزء الأول، دار الكتب،الأردن

36. B.B.Pal and B.Mortra: **A Goal programming procedure for solving problems with fuzzy goal programming uzing dynamic programming,** European journal of Oprational Research, Volume 144, Issue 3,P 480

37. عبد الكريم يحيا برويقات وخيرة مجدوب(20-19 نوفمبر 2013) .**إستخدام البرمجة بالأهداف الكمبرومازية لترشيد قرارات التوزيع (دراسة ميدانية بمصنع النسيج للمواد الثقيلة MANTAL SPA بتلمسان)،** الملتقى الدولي حول الطِق والأدوات الكمية المطبقة في التسيير، جامعة سعيدة، الجزائر.

38. M. Tamis: **G.P For decision making An overview of the current state of the art,** European journal of Oprational Research, Volume 111, Issue 3

39. David R.Anderson.(1996) **Quantitative Methods for Business**, seven the éditions, west publing company, USA

40. بن مسعود نصر الدين.(20-19 نوفمبر 2013). **تحليل مشاكل القرارات المتعددة والمتعارضة في المؤسسات الإقتصادية بإستخدام نموذج البرمجة بالأهداف التتابعية (مع دراسة حالة مشكلة تخطيط الإنتاج)**، الملتقى الدولي حول الطِق والأدوات الكمية المطبقة في التسيير، جامعة سعيدة، الجزائر.