الأساليب الكمية في اتخاذ قرارات النقل

تمهيـــد الثاني :

ان المقصود بالترشيد البحث عن الحالة العقلانية لأي تصرف او سلوك إنساني في أي مجال من مجالات الحياة المختلفة بحيث يتحقق الاستخدام الأمثل و الصحيح للإمكانيات و عملية اتخاذ القرار يجب أن تكون على أساس علمي مدروس في حين أن العشوائية و الحدس و التخمين لم يعد مناسبا لاتخاذ القرارات بسبب التطورات الاقتصادية و التكنولوجية السريعة و ما ترتب على ذلك من تعقيدات و صعوبات في اتخاذ القرارات ، لهذا السبب كان لابد من الاعتماد على منهج علمي واضح قائم على أساس الاستعانة بتطبيق الأساليب الكمية في اتخاذ القرار و التي تتم في اتجاهين أساسيين إما المساهمة المباشرة في عملية حل المشكلات التي تواجه مؤسسات كما هو الحال في استخدام أسلوب المخططات الشبكية أو ما يعرف بأسلوب شبكات الأعمال لأغراض التخطيط والرقابة وكذلك في حالة استخدام أسلوب نماذج التخزين في تحديد حجم الدفعة الاقتصادية وتحديد مستوى الأمان أو المساهمة بشكل غير مباشر في حل المشكلات من خلال ترشيد القرار الإداري المطلوب اتخاذه ويكون ذلك على أساس إيجاد الحالة المناسبة او المثالية لأجل المقارنة مع ما هو كائن في الواقع العملي و ما يجب ان يكون ، و لان وظيفة النقل تعتبر وظيفة من الوظائف الإستراتيجية لشبكة الإمداد وان قرارات المتخذة بشان هذه الأخيرة تنعكس على كفاءة و أداء شبكة الإمداد وكذا الوظائف الأخرى في المؤسسات تبين أهمية اللجوء إلى استخدام الأساليب الكمية في ترشيد قرارات النقل وذلك من اجل التسيير الأمثل لهذه الوظيفة .

تطرقنا في هذا الفصل إلى مفهوم عملية اتخاذ القرار و مختلف أساليب الكمية المساعدة في اتخاذ قرارات و حل مشاكل النقل.

I - عملية اتخاذ القرار :

ظل الإنسان و لفترة طويلة من الزمن يعتمد على الحدس و الأحكام الشخصية في اتخاذه لقراراته إلى أن بدأ المتخصصون بالعلوم الاجتماعية يهتمون بتطبيق طرق البحث العلمي على الظواهر الاقتصادية والسياسية و الاجتماعية التي يمكن إخضاعها لوسائل القياس العلمي و اختباراته، ثم انتقل استخدام هذه الطرق إلى الإدارة في سبيل تطويرها، وكان **تايلور**(***Taylor***) الذي لقب بأب الإدارة العلمية أول الرواد الذين دعوا الى إحلال أساليب العلمية محل التجربة و الحكم الشخصي و الخبرة الذاتية في اتخاذ القرارات [1]، وصولا إلى **هيربرت سيمون** (***Herbert Simon***)أب نظرية القرار.

1- نظرية القرار:

يعتبر **هيربرت سيمون "** أب نظرية القرار"، فكما يوحي لنا إسم هذه النظرية فإن هذا العالم ركز على مفهوم اتخاذ القرارات في دراسة مشكلة التنظيم، بمعنى أن السلوك التنظيمي ما هو إلا محصلة لعمليات اتخاذ القرارات التي تجري داخل المنظمة، و بصفة أخرى تحديد السلوك التنظيمي يتوقف على تحديد كيفية إتخاذ القرارات و العوامل المؤثرة فيها [2] ، فهو يرى أن عملية صنع القرارات هي قلب الإدارة و أهم مظهر على الإطلاق في السلوك التنظيمي.

إنطلق **هيربرت سيمون** في دراسته من فكرة الرجل الاقتصادي أي صفة الرشد، لكنه يعتبر الرشد في اتخاذ القرارات مسألة نسبية، تحكمها مجموعة القيم و مجموعة السلوك الإنساني، واتجاهات هذا السلوك،ومن هذا لا يمكن افتراض أن متخذ القرار على دراية تامة بمجموعة النتائج التي ستعقب كل حل، كما أن متخذ القرار لا يستطيع الوصول إلى الحلول المثلى للمشاكل موضع الدراسة، ذلك لأن الحل الأمثل في هذه الفترة قد لا يصلح لفترة زمنية أخرى[3].

---

[1] دكتور فريد عبد الفتاح زين الدين. **بحوث العمليات و تطبيقاتها في حل المشكلات و اتخاذ القرارات–الجزء الأول البرامج الخطية**.كلية التجارة جامعة الزقازيق. مصر. 1997. ص 05.

[2] منعم زمرير الموسوي.**اتخاذ القرارات الإدارية – مدخل كمي في الإدارة**. طبعة الأولى. دار اليازوري العلمية. عمان.1998.ص15.

[3] كمال حمدي أبو الخير.**مبادئ الإدارة الدولية – النظرية و التطبيق**. مكتبة عين شمس. القاهرة.مصر.1996.ص148 .

لذلك فقد اقترح **هيربرت سيمون** أن يضاف معيار نوعي لمفهوم الرشد حين استخدامه و ذلك للتخفيف من تعقيد هذا المفهوم و جعله أكثر بساطة و واقعية، فقسم بذلك مفهوم الرشد في سلوك الأفراد إلى الآتي[1]:

-**الرشد الموضوعي**: و هو يعكس السلوك الصحيح الذي يسعى إلى تعظيم المنفعة في حالة معينة، ويقوم على أساس توافر المعلومات الكافية عن البدائل المتاحة للاختيار و نتائجها.

-**الرشد الشخصي**: و هو يعبر عن السلوك الذي يسعى إلى تعظيم إمكانية الحصول على المنفعة في حالة معينة بالاعتماد على المعلومات المتاحة، بعد أخذ القيود و الضغوط التي تحد من قدرة الإداري على المفاضلة و الاختيار بعين الاعتبار.

من خلال أفكار **هيربرت سيمون** فإن القرار ما هو إلا اختيار بين مجموعة من البدائل، تتطلب عملية طويلة من التخطيط و الإعداد نتيجة التضحية التي تتم بين البدائل المطروحة، ترمي هذه العملية في آخر المطاف إلى تحقيق هدف، و الذي يعتبر في حد ذاته وسيلة لتحقيق هدف آخر. و هنا نلاحظ أن البديل المختار ما هو إلا حل وسط لا يؤدي إلى تحقيق الهدف بشكل تام، لكنه يكون أفضل البدائل بناءا على المعلومات المتعلقة بالبيئة الخارجية و البيئة الداخلية للمنظمة. فالقرار هو محصلة لتفاعل عناصر التنظيم الداخلية و عناصر بيئته الخارجية.

2-عملية اتخاذ القرار:

اعتبرت نظرية القرار أن أهم وظيفة يقوم بها المدير هي اتخاذ القرار، فهي الحد الفاصل في نجاح المدير، فمهما كانت معلوماته و مدى ممارسته و إلمامه بالتفاصيل يبقى فاشلا إذا لم يتخذ القرار المناسب لحل المشكلة المطروحة في الوقت المناسب فاتخاذ القرار يلعب دورا هاما في ممارسة العمليات الإدارية المختلفة هذا إلى جانب كونه عملية إدارية هامة في حد ذاته.

إذ يعتقد بعض كتاب الإدارة و علمائها أن اتخاذ القرارات هو أساس الإدارة و قلبها، فكما يقول **دوفيدي:** " **إن القرارات الصحيحة هي السر الأوحد لنجاح المدير**"، فكثير من المديرون يرون إن عملية اتخاذ القرار هي دورهم الأساسي ، فالمدير الناجح يُعرف من خلال قراراته الناجحة، بينما يُعبر القرار الضعيف عن مدى تعسر المدير في أداء مهامه.

[1] د.ناديا أيوب. **نظرية القرارات الإدارية**. طبعة الثالثة. منشورات جامعة دمشق. 1997. ص34 .

2-1 مفهوم اتخاذ القرار وأهميته

يتخذ الفرد في حياته اليومية عددا من القرارات، سواءاً في ذلك الطالب حين يختار الشعبة التي يريد أن يتخصص فيها، أو ينتقي الطريقة التي يراجع بها دروسه، و سائق السيارة عندما يحدد وجهته و يختار الطريق التي تُوصِل إليها، فهناك العديد غير هؤلاء يفاضلون و يختارون و يتخذون قرارات عديدة. فإذا وسعنا نطاق الدراسة و تركنا الأفراد و أخذنا المؤسسات باختلاف أنواعها، فإن عملية إتخاذ القرار تصبح أكثر أهمية وأشد خطورة و أبعد تأثيرا، ذلك لأن القرار لا يتعلق بشخص واحد و إنما يتضمن عدة أفراد أو جماعات، و يشمل عدة جوانب بعضها فني و الآخر تنظيمي و مالي و قانوني ... إلخ .

فهناك قرارات تمس مجموعة من الموظفين، و البعض يؤثر على جميع العاملين، و بعض القرارات تؤثر في الوضع الاقتصادي و الاجتماعي للمجتمع الكبير.

فالقرارات التي يتخذها المدير تؤثر كثيرا على وضعه الوظيفي و تؤثر أيضا على الجماعة التي يشرف عليها، و لها تأثيرها على عمل المنظمة عامة.

لذلك لم يكن **هيربرت سيمون** مغاليا عندما عرف الإدارة على أنها عملية اتخاذ القرارات ، فهي قلب الإدارة النابض الذي يحقق للمؤسسة البقاء و النمو و الازدهار، ذلك كونها عملية مستمرة و متغلغلة في الوظائف الأساسية للإدارة ، فهذه الوظائف من تخطيط و تنظيم و توجيه و رقابة لا يمكن أن توجد لوحدها، بل إن وجودها هو نتيجة اتخاذ القرارات .

و تزداد أهمية عملية اتخاذ القرارات مع زيادة تعقد أعمال المؤسسات و توسعها و تنوعها، و تزايد التحديات التي تواجهها المنظمات من تغييرات متسارعة ، و منافسة حادة .

فكما سبق و أن ذكرنا، فإن أساس الحكم على الإداري بالنجاح هو كفاءته و مقدرته في اتخاذ القرارات الصائبة السليمة، و الإخفاق في ذلك معناه تجمد العمل و شلل النشاط، و هكذا ترتبط كفاءة المؤسسة وفاعليتها بكفاءة و سلامة القرارات التي تتخذ في مستوياتها المختلفة.

- **مفهوم إتخاذ القرار:**

لقد أخد مصطلح القرار مكانة مركزية في الفكر الإداري مند سنوات الخمسينات ، و يركز على ان الفكر الإداري لم يعطي أهمية خاصة لمصطلح اتخاذ القرار و طرقه على انه جزء أساسي من مهام مسيري المؤسسة قبل هذا الوقت حيث انه من قبل كانت الفرضية الأساسية الكلاسيكية هي ان تصرف او سلوك كل متخذ القرار في كل الأنظمة الاقتصادية هو سلوك عقلاني ، فكل مسير يحاول اذن تطبيق مبدأ الفعالية بكفاءة (تعظيم الهدف المرجو)[1] . فيما يلي بعض تعاريف القرار :

- " القرار، هو اختيار بديل من بين مجموعة البدائل الممكنة للوصول إلى هدف محدد ،وتتناول عملية اتخاذ القرارات الإدارية قرارات اتخذت في ايطار تنظيم معين و ذلك بواسطة أفراد تقع عليهم مسؤولية إدارة هذا التنظيم " [2].
- أما **يونغ :** " عرف القرار بأنه الاستجابة الفعالة التي توفر النتائج المرغوبة لحالة معينة أو لمجموعة حالات محتملة في المنظمة"
- " عملية اتخاذ القرارات هي الاختيار القائم على أساس بعض المعايير مثل: اكتساب حصة أكبر من السوق، تخفيض تكاليف النقل ، توفير الوقت، زيادة حجم الإنتاج و المبيعات و هذه المعايير عديدة، لأن جميع القرارات تتخذ و في ذهن القائم بالعملية بعض هذه المعايير، و يتأثر اختيار البديل الأفضل إلى حد كبير بواسطة المعايير المستخدمة" [3].
- يحدد **برنارد *(Bernard)*** مفهوم عملية اتخاذ القرار بأنّها "عملية تقوم على الاختيار المدرك للغايات التي لا تكون في الغالب استجابات أوتوماتيكية أو رد فعل مباشر"[4]

من خلال هذه التعاريف يمكن اعتبار عملية اتخاذ القرارات بأنها عملية الاختيار لإمكانية على أساس بعض المعايير، من بين عدة بدائل قصد تحقيق هدف معين. و بالتالي فوقوع القرار يتطلب وجود هدف و كذلك تعدد الإمكانيات، كما أن الاختيار يقوم على أساس بعض الأهداف مثل : اكتساب حصة في السوق أكبر، تخفيض التكاليف، توفير الوقت، زيادة حجم الإنتاج و المبيعات ... الخ.

---

[1] Boutaleb Kouider .**Théorie de la décision – éléments de cours**. Edition office des publications universitaires.2006.page04.

[2] إسماعيل إبراهيم جمعة، زينات محمد محرم.**المحاسبة الإدارية و نماذج بحوث العمليات في اتخاذ القرارات**. الدارالجامعية.إسكندرية.2000.ص29

[3] بشير العلاق.**أسس الإدارة الحديثة – نظريات و مفاهيم**. طبعة الأولى. دار اليازوري العلمية. عمان. الأردن. 1998.ص 148

[4] عبد الغفار حنفي.**تنظيم إدارة الأعمال**.بدون طبعة. الإسكندرية.1996.ص 96.

فجميع التعاريف تؤكد على أن القرار يقوم على عملية المفاضلة، و بشكل واعي و مدرك، بين مجموعة بدائل أو حلول (على الأقل بديلين أو أكثر) متاحة لمتخذ القرار لاختيار واحد منها باعتباره أنسب وسيلة لتحقيق الهدف أو الأهداف التي يبتغيها متخذ القرار.

تنطوي عملية اتخاذ القرارات على بديلين أو أكثر و على وجود هدف، لأنه إذا لم يوجد إلا بديل واحد فليس هناك من قرار ليتخذ. و على هذا فإن أساس عملية اتخاذ القرارات هو وجود البدائل- بديلين أو أكثر-، حتى يمكن القيام بعملية الاختيار. و إذا لم يكن هنا بدائل لما كانت هناك مشكلة و ذلك لعدم وجود مجال للاختيار، و بالتالي لا توجد حاجة لاتخاذ القرار. و في هذا السياق، فإنه من المهم التمييز بين القرار في حد ذاته و عملية صنع (إتخاذ) القرار.

فيمكن أن يعرف القرار بأنه الحل أو التصرف أو البديل الذي تم اختياره على أساس المفاضلة بين عدة بدائل و حلول ممكنة و متاحة لحل المشكلة. و يعتبر هذا البديل أكثر كفاءة و فاعلية بين تلك البدائل المتاحة لمتخذ القرار.

أما عملية إتخاذ القرار فهي جوهر العملية الإدارية و الإنتاجية بشكل عام حيث يصب دائما الاهتمام عليها ، ويعنى لفظ عملية[1]***(process)*** ان هناك سلسلة او خطوات متتابعة تؤدي الى نتيجة معينة او تحقيق هدف معين وتعتبر عملية اتخاد القرار بمثابة مجموعة من الخطوات العملية المتتابعة التي يستخدمها متخذ القرار في سبيل الوصول إلى اختيار القرار الأنسب و الأفضل. فالقرار إذا هو آخر خطوة من خطوات عملية اتخاذ القرار، و يمكن القول ان هناك اعتبارات يجب ان تتوفر من اجل اتخاذ القرار الأمثل(الأنسب) وتتضمن اعتبارات القرار الأمثل ما يلي[2]:

- تفهم واضح و دقيق للأهداف المتعددة التي تلائم المشكلة موضع القرار.
- تعريف محدد و دقيق و شامل للمشكلة موضع القرار و جوانبها المختلفة.
- معرفة كاملة بالبدائل الممكنة وبطريقة يمكن الاعتماد عليها في تقدير ما يترتب على اختيار كل بديل.
- طريقة سليمة لتحديد العلاقة بين نتائج كل بديل و الأهداف المرغوب تحقيقها بمعنى أخر هناك حاجة لمعيار المثالية حتى يتمكن متخذ القرار من معرفة أي القرارات أفضل.
- حرية كاملة للاختيار بين البدائل التي تحقق الحل الأمثل للمشكلة.

المشكلة الأساسية في اتخاذ القرار الأمثل تتمثل في عدم توفر معظم هذه الاعتبارات بصفة مطلقة .

---

[1] إسماعيل إبراهيم جمعة، زينات محمد محرم.**المحاسبة الإدارية و نماذج بحوث العمليات في اتخاذ القرارات**. مرجع سبق ذكره ص38

[2] نفس المرجع السابق . ص 39.

2-2 تصنيف القرارات

يختلف القرار الذي يتخذه متخذ القرار باختلاف المركز الإداري الذي يشغله و مدى الصلاحيات التي يتمتع بها و البيئة التي يعمل ضمنها، و تتعدد المعايير التي يمكن اتخاذها أساسا للتصنيف القرارات إلى[1]:

أ- حسب أهميتها :

حسب هذا المعيار نميز ثلاث أنواع من القرارات كما قدمها ***Igor Ansoff*** و هي :

▪ **قرارات إستراتيجية** : و هي تلك القرارات التي تخص علاقة المؤسسة مع محيطها [2]، فهذا النوع إذا يتأثر بمحيط المؤسسة الخارجي و علاقاتها المتبادلة. فالقرارات الإستراتيجية تعني بتحديد برنامج العمل المستقبلي للمؤسسة، إعداد الخطط المستقبلية و السياسات كقرارات تحديد مجال النشاط الإنتاجي أو الخدمي الذي ستمارسه المؤسسة أو اختيار الأسواق و المنتجات من أجل ضمان تكيف المؤسسة مع المحيط.

هذا النوع من القرارات يؤخذ عند قمة الهيكل التنظيمي بواسطة الإدارة العليا في المنظمات، و هي عادة تغطي مدة زمنية أطول من النوعين الآخرين.

▪ **قرارات تكتيكية** : (**إدارية**) و هي قرارات تتعلق بإعادة الهيكل التنظيمي و حدود السلطات و المسؤوليات و العلاقات بين الوظائف، فهذا النوع من القرارات ينصب على تسيير الموارد : اكتساب (اقتناء)، تنظيم و تطوير الموارد المادية، البشرية، المالية و التكنولوجية ، لأن التنظيم الإداري الجيد هو الذي يضمن تدفق الموارد الإنتاجية لتنفيذ العمليات الإنتاجية المختلفة.

تؤخذ هذه القرارات عند مستوى إداري (الإدارة الوسطى) أقل مما تؤخذ فيه القرارات الإستراتيجية و تغطي مدة زمنية متوسطة .

▪ **قرارات تنفيذية** : (**تشغيلية**) هي تلك القرارات اللازمة للتعامل مع المشاكل المتصلة بتنفيذ خطط المنظمة، فهي قرارات روتينية[3] بسيطة تعني بتسيير الأعمال اليومية التشغيلية و الأنشطة الروتينية البسيطة للمنظمة، تتخذ هده القرارات من طرف مسيري العمليات على مستوى القاعدات وهي ذات مدى قصير و هذفها استعمال الموارد بأكثر فعالية.

---

[1] سيد الهواري.**اتخاذ القرارات – تحليل المنهج العلمي** .طبعة الأولى. مكتبة عين شمس و المكتبات الكبرى. القاهرة. مصر .1997.ص 10.

[2] M .Darbelet . **Economie d'entreprise**. Edition Foucher. Paris 1992. page 20.

[3] علي الشريف، محمد فريد الصحن.**اقتصاديات الإدارة –منهج القرارات**. الدار الجامعية. الإسكندرية. 1998. ص14.

ب- حسب إمكانية برمجتها :

لقد ميز **هيربرت سيمون** بين نوعين أساسيين هما [1]:

- **القرارات المبرمجة** : هي " قرارات متكررة و إجرائية إلى حد أنه يمكن إخراج إجراء محدد من معاملتها، بحيث أنها لا يجب أن تعامل كأنها جديدة في كل مرة تحدث" ، فإجراءات اتخاذ القرار هنا محددة بشكل واضح مسبقا. و أشار إلى أن القرارات المبرمجة تشبه القرارات التشغيلية أو الروتينية، حيث تقوم بإتباع برنامج محدد ثم تصبح بعد فترة ذات طبيعة روتينية متكررة تعالج مشاكل متكررة.

بعبارة أخرى" القرارات المبرمجة هي القرارات التي لا يتطلب اتخاذها المرور بمرحلتي التعريف بالمشكلة و تصميم الحل، بل اتخاذ القرار فورا وفق معايير مبرمجة سلفا"، و من أهم أمثلة هذه القرارات:

قرار إعادة الطلب عند مستوى معين للمخزون ....، هذه القرارات إذا لا تحتاج إلى جهد و إبداع فكري.

- **القرارات غير المبرمجة** [2]: فهي " جديدة و غير مرتبة و ليست متتابعة في العادة، و لا توجد طريقة واضحة لمعالجة المشكلة لأنها لم يسبق لها أن تظهر من قبل أو بسبب أن طبيعتها و تكوينها الدقيق يكون محيرا أو معقدا أو بسبب أنها مهمة لدرجة أنها في حاجة إلى وضع حل خاص مفصل لها" فهي قرارات جديدة و استثنائية و لا تتكرر بصفة دورية منتظمة، و بالتالي لا يمكن برمجتها أو جدولتها، فهي حالات جديدة و ليست متشابهة. لذلك فإن مثل هذه القرارات يصعب اتخاذها بشكل فوري، لأنها تتطلب جهدا فكريا و وقتا كافيا لجمع المعلومات و تقديم البدائل و مناقشتها و البحث في احتمالات نتائجها.

و من الأمثلة على هذا النوع من القرارات :قرار بإنشاء فرع جديد، أو قرار بتوسيع الطاقة الإنتاجية للمؤسسة، قرار بطرح منتوج جديد للسوق، ....الخ،ومن الطبيعي أن يكون لمستويات الإدارة العليا في المنشأة دورا أكبر في الإعداد و الإشراف على إتخاذ القرارات غير المبرمجة نظرا لطبيعتها (معقدة و ارتباط مستقبل المؤسسة و نجاحها بهذه القرارات).

ولقد تطرق الباحث ***J.L.Lemoigne*** إلى نوعين من القرارات ضمن القرارات غير المبرمجة بحيث عرف كل منها على النحو الآتي[3]:

---

[1] منعم زمرير الموسوي .**اتخاذ القرارات الإدارية – مدخل كمي**. مرجع سبق ذكره.ص35.

[2] د.ناديا أيوب.**نظرية القرارات الإدارية**.مرجع سبق ذكره. ص45.

[3] J. L. le Moigne. **Les systèmes de décision dans les organisations**. Presses Universitaires de France. Paris. 1974. Page 71.

- القرارات غير المبرمجة المهيكلة : و هي القرارات التي يمكن اتخاذها بالاعتماد على عدد من طرق الحل (الوسائل المساعدة على اتخاذ القرار) كالنماذج الإحصائية و بحوث العمليات، على سبيل المثال اختيار مورد معين أو تحديد موقع مصنع .
- القرارات غير المبرمجة غير المهيكلة : و هي القرارات التي تكون فيها المعايير التي يجب أخذها في الحسبان جد كثيرة و مهمة، و أسلوب معالجة المشكلة يطغى عليه عدم التأكد، هذا ما ينقص من عزيمة المقرر في استنباط الحل اللائق لهذه المشكلة، و في هذه الحالة يترك لمتخذ القرار حيزا كبيرا للحدس و اللارشادة في اتخاذ هذا النوع من القرارات، على سبيل المثال: اختيار مسؤول ما أو التوسع في أسواق اخرى.

ت- حسب ظروف صناعتها :

تتضمن البيئة التي يتخذ فيها القرار عددا من المتغيرات و المؤثرات الإنسانية و الطبيعية التي تؤثر في نوع القرارات المتخذة، و يمكن تقسيم القرارات بحسب تأثير البيئة المحيطة إلى [1]:

- **القرارات تحت ظروف التأكد** : هذه القرارات تتخذ في حالة التأكد التام من الظروف والمتغيرات التي تؤثر في القرار الواجب اتخاذه، و عليه فإن متخذ القرار يعي تماما نتائج القرار و آثاره مسبقا قبل اتخاذه، ويمكن اللجوء إلى بعض الأساليب الكمية المساعدة على اتخاذ القرارات وتحديد الاستراتجيات في هذه الحالة كتقنية البرمجة الخطية مثلا.
- **القرارات تحت ظروف المخاطرة** : و هي القرارات التي تتخذ في ظروف و حالات محتملة الوقوع، و بالتالي فإن على متخذ القرار أن يُقدر الظروف و المتغيرات محتملة الحدوث في المستقبل و كذلك درجة احتمال ، يمكن الاستعانة بمختلف طرق حساب الاحتمالات كالأمل الرياضي في ظل هذه الظروف.
- **القرارات تحت ظروف عدم التأكد** : و هي القرارات التي غالبا ما تقوم بها الإدارة العليا عندما ترسم أهداف المشروع العامة و سياسته و تكون الإدارة في ظروف لا تعلم فيها مسبقا إمكان حدوث أي من المتغيرات أو الظروف المتوقع وجودها بعد إتخاذ القرار، و ذلك بسبب عدم توافر المعلومات و البيانات الكافية و بالتالي صعوبة التنبؤ بها [2]، فهي إذا قرارات تتخذ في ظل ظروف من الممكن حدوثها، و لكن لا تعرف درجة إحتمال حدوثها.

---

[1] إسماعيل إبراهيم جمعة، زينات محمد محرم. **المحاسبة الإدارية و نماذج بحوث العمليات في اتخاذ القرارات.** مرجع سبق ذكره. ص43

[2] ناديا أيوب.**نظرية القرارات الإدارية**.مرجع سبق ذكره. ص46.

و في ظل هذه الظروف فإن متخذ القرار بإمكانه الاستعانة بمجموعة من المعايير تساعده على اتخاذ القرار مثل : **" معيار أقصى/ أدنى *Max/Min*"** أي أقصى قيمة في مجموعة ادنى القيم ، **" أقصى/ أقصى، *Max/Max*"** ، أي أقصى قيمة في مجموعة أقصى القيم، **" أدنى/ أقصى، *Min / Max*"** ، أي أدنى قيمة في مجموعة أقصى القيم [1] .

ث– حسب المعايير:

- **القرارات ذات المعيار الواحد و المستقبل المحدد** : في هذا النوع من القرارات قد تكون كل الأهداف مشتركة في هدف او معيار وحيد و قد يتمثل في دراسة مرودية استثمار ما او البحث عن استعمال الموارد الفائضة بالنسبة للأنشطة الأساسية في المؤسسة او البحث عن أحسن مخطط او عقلنة تدفقات النقل او إدارة الإنتاج بالإضافة الى هذا يمكن تحديد المستقبل بمعنى يمكن إحصاء حالات الطبيعية او المحيط و تحديد قيمة معيار القرار في كل حالة من هذه الحالات.
- **القرارات ذات المعيار الوحيد و المستقبل غير معروف** : في هذا النوع من القرارات تكون كل الأهداف مشتركة في معيار واحد و لكن على عكس النوع السابق يصبح المستقبل غير معروف و هو في غالب الأحيان غير محتمل وفي هذه الحالة نتكلم عن مستقبل عشوائي أين نجد المواضع الصناعية المتكررة و في هذا النوع يظهر معيار جديد لاتخاذ القرار و المتمثل في منفعة النشاط.
- **القرارات المتعددة المعايير** : في حالة ما اذا لم نتمكن من و ضع معيار و حيد للقرار ما يجب وضع قائمة تشمل كل معايير القرار و تحديد أهميتها و اختيار نتائج كل حل ممكن بالنسبة لكل معيار و تعتبر هذه الحالة الأهم لأنها الأكثر ظهورا و مواجهة و هنا تظهر أهمية استخدام الطرق المتعددة المعايير في حل هذه المشاكل.

ج–حسب النمط القيادي لمتخذها :[2]

يمكن تصنيف القرارات من حيث القائمين بإتخاذها إلى :

- **قرارات الفردية** : القرار الفردي هو الذي ينفرد متخذ القرار بصنعه دون مشاركة في هذا الشأن من جانب من يعنيه أمر القرار، و بالتالي فإن عملية تحديد المشكلة و تحليلها و إختيار البديل المناسب لحلها تعتبر عمليات متأثرة كليا بالخيارات السابقة و الأحكام الشخصية للفرد متخذ القرار.

[1] Gllies Bressy, Christiant Konkuyt .**Economie d'entreprise**. Edition sirey. Paris 1990. page 50.

[2] حسن علي مشرقي. **نظريات القرارات الإدارية – مدخل كمي في الإدارة**. طبعة الأولى. دار المسيرة للنشر و التوزيع و الطباعة. عمان. 1997. ص 24.

- **قرارات جماعية** : أما القرار الجماعي فهو الذي يكون ثمرة جهد و مشاركة جماعية، و حسب درجة تأثير أفراد الجماعة على إتخاذ القرار النهائي.

2-3 خطوات عملية اتخاذ القرار

سبق و أن عرفنا عملية اتخاذ القرارات بكونها، عملية المفاضلة أو الاختيار بين بـــديلين أو أكثـــر، و القـــرار (الاختيار) المتوصل إليه لا يمكن أن يصدر بصورة عفوية، و إنما هناك مجموعة من الخطوات التي يقوم بها متخذ القرار بدءا بالتعرف بدقة على المشكلة التي من أجلها سيتخذ القرار، ثم بعد هذا تحليلها و تقييمها، ثم وضـــع بدائل لحل المشكلة حتى يمكن في النهاية من إختيار أفضلها. في أحيان قد يكون القرار رفضا لكل البـــدائل أو الحلول المتاحة للاختيار و من ثم يكون القرار المتخذ هو لا قرار، و سبب عدم إتخاذ قرار ربما يعود إلى أحـــد أمرين هما :

- عدم تبين كل البدائل المتاحة للإختيار أو المفاضلة.
- عدم الرغبة في إختيار بديل محدد تفاديا الإلتزام بعمل قد يؤدي إلى الضرر بمصالح متخذ القرار.

يطلق **برنارد** على نوع القرارات هذه بالقرارات السلبية و يعتقد بأنها من صفات المدير الكفء [1].

لقد اختلف كتاب الإدارة في تحديد عدد خطوات أو مراحل علمية اتخاذ القرار، و قد حدد **هيربرت سيمون** مراحل ثلاثة لاتخاذ القرارات: " التحري و التصميم و الاختيار" [2]، و لكن هذه الخطوات الثلاثة لا تغطي في الحقيقة

عملية اتخاذ القرار بكاملها، و لكي تكون كذلك ينبغي أن تمر بمراحل عديدة هي[3] تحديد المشـــكلة، تحديـــد البدائل، تحليل و تقييم البدائل،اختيار البديل الأمثل و أخيرا تنفيذ القرار و متابعة تقييمه.

نلخص هذه المراحل فيما يلي:

- **تحديد المشكلة** : الخطوة الأولى في عملية اتخاذ القرارات تتمثل في إدراك أو تحسس الإدارة بوجود مشكلة ما، و المشكلة هي " **انحراف أو عدم توازن بين ما هو كائن و بين ما يجب أن يكون**" أي أنها عبارة عن الخلل الذي يتواجد نتيجة اختلاف الحالة القائمة عن الحالة المرغوب في وجودها و لقد أوضح ا. **اينشتاين *Albert Einstein*** أن تحديد المشكلة يكون في الغالب أهم من حلها و لكن للأسف الشديد فإن كثيرا من الباحثين بدلا من التركيز على وضع السؤال الصحيح يركزون على محاولة إيجاد الإجابة الصحيحة [4] لذلك عند تحديد

---

[1] منعم زمرير الموسوي . **اتخاذ القرارات الإدارية – مدخل كمي**. مرجع سبق ذكره.ص14.

[2] Jean- François Dhénin, Brigitte Fournier . **Initiation à l'économie d'entreprise**. Edition breal .Paris 1998. Page 188

[3] سهيلة عبد الله سعيد. **الجديد في الأساليب الكمية و بحوث العمليات**.دار حامد للنشر و التوزيع.الطبعة الأولى.2007 .ص12.

[4] M. Darbelet. **Economie d'entreprise**. Op cit. Page 11.

المشكلة يجب التعمق في دراستها لمعرفة جوهر المشكلة الحقيقي و ليس الأعراض الظاهرة التي توحي للإدارة على أنها المشكلة الرئيسية، و هذا التحديد على جانب كبير من الأهمية لأنه يحدد بدوره مدى فاعلية الخطوات التالية. ففي حالة عدم معرفة المشكلة الحقيقية فإن القرار الذي سيتخذ سيكون قرار غير سليم لعدم ملاءمته للمشكلة ويتم الاستعانة في هذه الخطوة بذوي الخبرة من داخل التنظيم او من خارجه لتحديد و تشخيص المشكلة على أسس علمية او موضوعية.

- **تحديد البدائل**: الخطوة الموالية في عملية اتخاذ القرار هي البحث عن البدائل و الحلول المختلفة، ويقصد بالبدائل" تلك التصرفات أو الحلول التي تساعد على التقليل من الفرق بين ما يحدث فعلا و ما يجب أن يكون"[1]، ويعد البديل الوسيلة الموجودة أمام متخذ القرار لحل المشكلة القائمة، و يشترط في الحل البديل أن يتميز بما يلي:

– أن تكون له القدرة على حل المشكلة (أي قدرته على تحقيق بعض النتائج التي يسعى متخذ القرار للوصول إليها).

– أن يكون في حدود الموارد و الإمكانات المتاحة.

وجود أحد الشرطين دون الآخر ينفي عن الحل صفة البديل القابل للاختيار.

- **تحليل و تقيم كل البدائل الممكنة:** يفترض ان يتم التقييم وفق معايير و أسس موضوعية من اجل تبيان مزايا و عيوب كل بديل من البدائل المتاحة و في حالة المفاضلة يجب أخذ بعين الاعتبار النقاط التالية :

– امكانية تنفيذ البديل و مدى توافر الإمكانيات المادية و البشرية اللازمة لتنفيذه.

– التكاليف المالية التي يتطلبها البديل.

– الانعكاسات النفسية و الاجتماعية و مدى استجابة المرؤوسين للبديل.

– اختيار البديل الذي يؤدي الى الاستغلال الأمثل لعناصر الإنتاج المادية و البشرية المتاحة بأقل تكلفة مجهود ممكن ضمن إمكانيات وظروف المؤسسة.

– اختيار البديل الذي يضمن تحقيق السرعة المطلوبة في حل المشكلة.

- **اختيار البديل الأمثل من بين البدائل و اتخاذ القرار:**بعد القيام بتحديد المشكلة وتحليلها و تنمية الحلول البديلة و تقييم كل حل، فإن متخذ القرار يكون في موقف يسمح له بمحاولة تحديد الحل الأفضل، أي البديل المناسب على ضوء المعلومات التي توفرت، و تسمى هذه المرحلة أيضا بمرحلة الحسم أو مرحلة الاستقرار النهائي على بديل معين، فبعد أن تكون الاحتمالات المتعلقة بالبدائل المطروحة قد حددت، و بعد أن تكون الصورة العامة لكل حل بديل قد تبلورت و اتضحت معالمها في ذهن متخذ القرار، تأتي " عملية الترجيح

[1] ناديا أيوب. **نظرية القرارات الإدارية.** مرجع سبق ذكره. ص 59.

أو الاختيار لأحد البدائل في ضوء الاعتبارات الاقتصادية و الاجتماعية و البيئية من جهة، و درجة المعرفة و الخبرة السابقة التي يتمتع بها متخذ القرار من جهة أخرى ".

- **تنفيد القرار و متابعته و تقييمه:** بعد اختيار البديل الأمثل للحل يتطلب تنفيده بالتعاون مع الأخرين ومتابعة و مراقبة التنفيذ للتأكد من سلامة التطبيق و فعالية القرار كما ان مشاركة العمال في صنع القرار يساهم بشكل كبير في حسن تحويل البديل الى عمل فعال، و في الأخير يجب تعميم القرار و التركيز عليه بواسطة الترغيب

او الترهيب و من الأفضل ان يكون القرار مرتبط بجدول زمني ومالي لتسهيل عمليات الرقابة و استمراريتها و التأكد من تنفيذ في كل المراحل ليسير و فق القرار.

2-4 العوامل المؤثرة على عملية اتخاذ القرار

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

❖ **تأثير البيئة الخارجية :**

باعتبار أن المؤسسة كنظام مفتوح فإنها تؤثر و تتأثر بمحيطها الخارجي، و من العوامل البيئية الخارجية التي قد تؤثر في إتخاذ القرار هي الظروف الإقتصادية و الإجتماعية و السياسية السائدة في المجتمع، و المنافسة الموجودة في السوق و المستهلكين، و التشريعات و التطورات التقنية و العادات الإجتماعية، ضف إلى ذلك القرارات التي تتخذها المؤسسات الأخرى سواء أكانت منافسة أو متعاملة.

❖ **تأثير البيئة الداخلية :**

يتأثر القرار بالعوامل البيئية الداخلية في المؤسسة [2] من حيث حجم المؤسسة و مدى نموها و عدد العاملين فيها

[1] د.ناديا أيوب.**نظرية القرارات الإدارية**.مرجع سبق ذكره. ص65.

[2] حسن علي مشرقي. **نظريات القرارات الإدارية – مدخل كمي في الإدارة**.مرجع سبق ذكره.ص 30.

و المتعاملين معها ، لذلك تعمل الإدارة على توفير الجو الملائم و البيئة المناسبة لكي يتحقق نجاح القرار المتخذ،و هذا ما يتطلب من الإدارة أن تحدد و تعلن الهدف من إتخاذ القرار و تشجّع فيه القدرة على الابتكار و الإبداع حتى يخرج القرار بالسرعة الملائمة والصورة المطلوبة.

و من العوامل البيئية التي تؤثر على إتخاذ القرار، تلك التي تتعلق بالهيكل التنظيمي و طرق الإتصال و التنظيم الرسمي وغير الرسمي و طبيعة و توافر مستلزمات التنفيذ المادية و المعنوية و الفنية .

❖ **تأثير متخذ القرار :**

تتصل عملية إتخاذ القرار بشكل وثيق بصفات الفرد النفسية و مكونات شخصيته و أنماط سلوكه التي تتأثر بظروف بيئية مختلفة كالأوضاع العائلية أو الإقتصادية أو الإجتماعية، مما يؤدي إلى حدوث أربعة أنواع من السلوك عند متخذ القرار هي المجازفة و الحذر و التسرع و التهور.

كذلك فإن مستوى ذكاء متخذ القرار و ما إكتسبه من خبرات و مهارات و ما يملك من ميول تؤثر في إتخاذ القرار، كما أن متخذ القرار يتأثر بتقاليد البيئة التي يعيش فيها و عاداتها، و يعكس من خلال تصرفاته قيمها و معتقداتها التي يؤمن بها.

❖ **تأثير ظروف القرار :**

و يقصد بهذه الظروف الحالة الطبيعية للمشكلة من حيث العوامل و الظروف المحيطة بالمشكلة و المؤثرة عليها، و مدى شمولية البيانات و دقة المعلومات المتوفرة، هذا ما يؤدي إلى إتخاذ القرار إما في ظروف عدم التأكد أو ظروف التأكد أو تحت درجة من المخاطرة.و يكون متخذ القرار في ظروف التأكد على علم بجميع البدائل و نتائج كل منها، يبقى فقط تحديد الحل المناسب الذي يعطي النتيجة القصوى، أما في ظروف المخاطرة فمتخذ القرار يستطيع أن يقدر نتائج كل بديل لعلمه بإحتمالات حدوث كل نتيجة، ثم يختار البديل الذي يعطي النتيجة المرغوبة، و أخيرا فإن متخذ القرار في ظروف عدم التأكد لا تتوافر لديه المعرفة الخاصة بإحتمالات حدوث كل نتيجة لبدائل الحل، لذلك يعتمد على إستخدام معايير معينة يحدد فيها ظروف القرار ثم ينتقي تبعا لذلك البديل المناسب.

❖ **تأثير أهمية القرار :**

إن إتخاذ قرار لحل مشكلة ما يتطلب من متخذ القرار إدراك المشكلة من جميع أبعادها و التعمق في دراستها، حتى يمكنه الوصول إلى الحل الجذري لها، و كلما إزدادت أهمية المشكلة و بالتالي أهمية القرار المناسب لها زادت ضرورة جمع الحقائق و المعلومات اللازمة لضمان الفهم الكامل لها، و تتعلق الأهمية النسبية لكل قرار بالعوامل الآتية:

- عدد الأفراد الذين يتأثرون بالقرار و درجة هذا التأثير.

- تأثير القرار من حيث الكلفة و العائد.
- الوقت اللازم لإتخاذه.

2-5 الصعوبات التي تعترض عملية اتخاذ القرار

من الصعوبات التي تعترض أي قرار هو عدم وجود أي قرار يرضي الجميع بشكل كامل،و لكنه يمثل على الأقل أحسن الحلول في ظل الظروف و المؤثرات الموجودة، فكثيرا ما يجد متخذ القرار نفسه معرضا لكثير من العوائق التي تمنعه من الوصول إلى القرار المناسب، و يمكن إجمال هذه العوائق في [1]:

- **عدم إدراك المشكلة و تحديدها** : يلقى متخذ القرار صعوبة في تحديد المشكلة نتيجة تداخل مسبباتها بنتائجها، مما يتعسر عليه عدم القدرة على تمييزها بدقة و بالتالي تتجه جهوده لمعالجة المشاكل الفرعية من هذه المشكلة و عدم التعرض إلى المشكلة الحقيقية لعدم قدرة تحديدها و تعريفها.

- **عدم القدرة على تحديد الأهداف التي يمكن أن تتحقق بإتخاذ القرار** : إن القرارات تسعى دائما لتحقيق مجموعة من الأهداف، هذه الأخيرة قد تتعارض مع بعضها و قد تتعارض مع أهداف بعض الإدارات و الأقسام أيضا، كما قد تختلف في أهميتها مما يتطلب من متخذ القرار أولا؛ التمييز بين أقل الأهداف أهمية، ثم توجيه الجهود لتحقيق الأهداف الأكثر أهمية.

- **شخصية متخذ القرار** : قد يكون متخذ القرار واقعا عند إتخاذ قراره تحت تأثير بعض العوامل، كالقيود الداخلية التي تشمل التنظيم الهرمي الذي تقرره السلطة و ما ينجم عنه من بيروقراطية و جمود و ضرورة التقيد بالإجراءات الداخلية أو القيود الخارجية، و بالتالي ينجم عنها خضوع متخذ القرار لسلطة أعلى تحدد الغايات الكبرى الواجب تحقيقها، مما ينعكس سلبيا على أفكاره و تطلعاته مما يؤثر على المؤسسة و نجاحها.

- **نقص المعلومات** : يعد عدم توافر المعلومات من أهم الصعوبات التي تواجه متخذ القرار، إذ تزداد القدرة على إتخاذ القرارات الناجحة كلما إزدادت جودة المعلومات المتاحة و كفايتها، و مقدار الدقة في شرحها للحقائق المتعلقة بالظاهرة موضوع الدراسة و التحليل، و جميع الخصائص الأخرى التي ترتبط بها.

[1] حسن علي مشرقي. **نظريات القرارات الإدارية – مدخل كمي في الإدارة**.مرجع سبق ذكره.ص 32.

3- اتخاذ القرار في مجال النقل

تتعامل المستويات المختلفة للتخطيط اللوجستي مع مشكلات متعددة تتركز في المجالات الرئيسية التالية خدمة العملاء ، تسهيلات المواقع ، قرارات المخزون و أخيرا قرارات النقل ، ان كل مجال من هذه القرارات يتداخل مع الأخر و من تم لا يجب التخطيط له بشكل منفرد عن غيره او على الأقل القيام بتحقيق التوافق و التوازن بينها[1].

ويتم اتخاذ مجموعة من القرارات في مجال النقل و التي تؤدي في الأخير إلى تحقيق المثولية (تعظيم العائد من عملية النقل او تدنئة تكاليف النقل) و ذلك من خلال الإجابة على مجموعة من التساؤلات أهمها[2]:

ماهي وسيلة النقل المناسبة ؟، تحديد من يقوم بعملية الشحن و التفريغ،الوقت المستغرق في عملية النقل ؟ احتمالات الناتجة عن التأخر في التسليم؟، مسؤولية النقل في حالة التلف؟ ،الوثائق الواجب تسليمها للناقل و المستلم؟.....وغيرها .

و ترجع أهمية هذه القرارات إلى ان تكاليف النقل تمثل نسبة ملموسة من تكاليف شبكة الإمداد و بالتالي فان اتخاذ قرارات مثلى في تسيير هذه الوظيفة سينعكس إيجابا على كفاءة إدارة شبكة الإمداد فمثلا نجد ان القرارات المتعلقة باختيار وسيلة النقل يمكن ان تؤثر على سعر السلعة و وقت وصولها و الحالة التي تصل بها و كل هذا سيؤثر في الأخير على درجة رضاء العملاء.

كما نجد ان النقل غير كفء و أوقات النقل غير محددة يمكن ان تجبر المؤسسة إلى إتباع سياسة التخزين بالأحجام الكبيرة و هذا مايعني زيادة تكاليف التخزين و بالتالي زيادة التكاليف الإجمالية للإمداد ككل.

لذلك فان قرارات النقل تتطلب من المؤسسة تحقيق توازن بين تكلفة النقل من جهة و أداء مختلف الوظائف الأخرى في شبكة الإمداد من جهة أخرى.

و تؤثر وظيفة النقل والقرارات المتخذة بشأنها أيضا على مجموعة من القرارات الاقتصادية الرئيسية في المؤسسات أهمها [3]:

---

[1] ثابت عبد الرحمان إدريس. **كفاءة وجودة الخدمات اللوجستية** . مرجع سبق ذكره .ص 145

[2] Yves pimor. **Logistique- techniques et mise en œuvre**. op cit .page 166.

[3] نهال فريد مصطفى، جلال العبد .**إدارة اللوجستيات**.مرجع سبق ذكره . ص134

- **قرارات الإنتاج:** في المنشآت الصناعية التي تقوم بإنتاج سلع ملموسة تدخل الاعتبارات الخاصة بإمكانيات نقل المواد الخام و السلع تامة الصنع و تكاليف النقل في قرارات الإنتاج.

- **قرارات تحديد الأسواق:** تتأثر القرارات الخاصة بتحديد الأسواق التي سوف يتم توزيع المنتج فيها بمدى توافر وسائل النقل المناسبة و بتكاليف النقل.

- **قرارات الشراء:** تتأثر طبيعة المشتريات إلى حد كبير بالاعتبارات المرتبطة بالنقل و ذلك بصرف النظر عن طبيعة المنظمة سواء كانت تعمل في المجال الصناعي أو التجاري.

- **قرارات تحديد موقع مرافق المنشأة** : على الرغم من أن قرارات تحديد مواقع مراكز الإنتاج و التخزين و المستودعات و مراكز البيع تتأثر بالعديد من العوامل إلا أن الاعتبارات المرتبطة بالنقل تؤثر أيضا في هذه القرارات.

- **قرارات التسعير** : على الرغم من أنه لا توجد علاقة مباشرة بين التغيرات في تكلفة النقل و بين أرباح المنشأة إلا أن تكلفة النقل هي أحد العناصر الهامة التي تأخذ في الاعتبار عند وضع سياسة التسعير

II - الأساليب الكمية المستخدمة في اتخاذ قرارات النقل:

II-1. مفهوم و أهمية الأساليب الكمية :

ظهرت الحاجة لاستخدام الأساليب الكمية في الإدارة نتيجة لضخامة المؤسسات الحديثة، حيث أصبحت المشاكل الإدارية فيها على درجة عالية من التعقيد وأصبحت الأساليب التقليدية التي تعتمد على التجربة والخطأ والخبرة الذاتية لمتخذ القرار غير فعالة، كما أن نتائج القرارات إن لم تكن محسوبة ومقدرة تقديرا صحيحا قد تترتب عليها خسائر لا يمكن تعويضها. وتستخدم عدة تعبيرات للإشارة إلى الأساليب الكمية مثل بحوث العمليات، أساليب اتخاذ القرار، علم الإدارة، ...وغيرها. وهي بشكل عام تقوم على المعالجة الكمية لدراسة مشاكل اتخاذ القرار في مجال الإدارة، فالقياس يتطلب ضرورة التعبير الكمي عن العناصر والآليات والعلاقات الداخلة في الأداء طبقا للمبدأ "**مالا يمكن قياسه لا يمكن إدارته والسيطرة عليه**" [1].

وفي هذا السياق، تم تعريف الأساليب الكمية بأنها "مجموعة من الأدوات أو الطرق التي تستخدم من قبل متخذ القرار لمعالجة مشكلة... والمفروض توفر القدر الكافي من البيانات المتعلقة بالمشكلة ،كما يمكن تعريف الأساليب الكمية بأنها مجموعة من الطرق و الأساليب التي تساعد في اتخاذ القرارات في مجالات متنوعة بهدف تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد سواء على نطاق الدولة او المنظمة، تفاديا لضياع الإمكانات من جهة ولتحقيق أقصى عائد مادي ممكن من الاستثمارات من جهة أخرى [2]، تعد نماذج بحوث العمليات من أهم هذه النماذج و الأساليب التي تساعد في اتخاذ القرارات الخاصة بتسيير وظيفة النقل حيث أنها ترتبط بكيفية استخدام أساليب التحليل الكمي في التوصل لمعلومات تساعد الإدارة في اتخاذ قرارات مثلى لذلك ينبغي النظر إليها كعلم و فن في نفس الوقت ، فهي علم طالما أنها توفر أدوات رياضية و أخرى جبرية لحل مشاكل اتخاذ القرار كما ينظر إليها كفن طالما أن حل المشاكل يعتمد بالدرجة الأولى على المقدرة الشخصية و القدرة على الإبداع و الخاصة بالمحللين القائمين على عملية اتخاذ القرار[3] ، وجاءت التسمية ببحوث العمليات كون أولى البحوث و تطبيقاتها كانت على العمليات العسكرية ونظرا للنجاح الذي حققته في المجال العسكري فقد تم نقلها إلى الإدارة المدنية و خاصة تسيير المؤسسات.

هناك العديد من تقنيات و نماذج بحوث العمليات و لعل أبرزها و المستخدمة في حل مشاكل النقل تتمثل في البرمجة الخطية،نظرية الشبكات، البرمجة الدينامكية . وتوفر هذه النماذج فوائد كثيرة لمتخذ القرار أهمها:

---

[1] علي السلمي. **إدارة التميز – نماذج وتقنيات الإدارة في عصر المعرفة**–. دار غريب، القاهرة، مصر. 2002. ص24.

[2] عبد الحميد عبد المجيد البلداوي. **الأساليب الكمية التطبيقية في إدارة الأعمال**.دار وائل للنشر و التوزيع.الاردن.2008.ص 4

[3] Michel Nedzela **. Introduction a la science de la gestion - méthode déterminantes**. Les presses de l'université du Québec. 1981.page 54.

- طرح البدائل لحل مشكلة معينة وذلك لاتخاذ القرار المناسب اعتمادا على العوامل والظروف المتوفرة.
- إعطاء صورة عن تأثير البيئة الخارجية على الإستراتيجية المتبعة فمثلا العرض و الطلب هي من ظروف الخارجية التي تؤثر على الإنتاج و على القرارات المتخذة في مجال النقل .
- صياغة الأهداف و النتائج ومدى تأثر هذه الأهداف بكافة العوامل و المتغيرات و سهولة معالجة الروابط بين هذه المتغيرات رياضيا للحصول على كميات رقمية يسهل تحليلها.
- تسعى هذه الأساليب إلى البحث عن القواعد والأسس الجديدة للعمل الإداري ، وذلك للوصول إلى أفضل المستويات من حيث الجودة الشاملة ، ومقاييس المواصفات العالمية (الايزو).
- أنها تساعد على تركيز الاهتمام على الخصائص الهامة للمشكلة دون الخوض في تفاصيل الخصائص التي لا تؤثر على القرار ، ويساعد هذا في تحديد العناصر الملائمة للقرار واستخدامها للوصول إلى الأفضل

II -2.البرمجة الخطية :

1- مفاهيم و تقنيات البرمجة الخطية :

تعتبر تقنية البرمجة الخطية من أهم التطورات العلمية التي توصل إليها الإنسان في النصف الثاني من القرن العشرين فمند اكتشاف وتطوير أساليبها تمكن المحللون الإداريون من استخدامها في مجالات عدة و متنوعة ونتج عن استخداماتهم هذه وفرة في التكاليف كما مكنت هذه التقنية متخذ القرار من النظر إلى المسائل الإدارية بشكل علمي و بمنظور يختلف عن الطريقة التي كانت تعالج بها الأمور من قبل مما نتج تحقيق المؤسسات الاقتصادية لأرباح كبيرة و تجنبها لخسائر مكنتها من الاستمرار و الاتساع وبالتالي تحسين الخدمات المقدمة للعملاء.

من الناحية التاريخية يمكن اعتبار نموذج فان نيومن " ***van neuman*** " الخطي للاقتصاد المتطور[1] من أهم الأعمال التي قدمت في ميدان التنهيج الخطي1936/1935 وبعده قام واسيلي ليونتف ***w.leontief*** بدراسة نموذج الدخل و الإنفاق في الاقتصاد الأمريكي، وقد قام فريق لبحوث العمليات في الولايات المتحدة برئاسة المارشال **وود** ***Wood*** بتطبيق نموذج ليونتيف لدراسة مسائل توزيع الإمكانات في القوات الجوية .

في عام 1939 قدم العالم الروسي في مجال الرياضيات ***Kantorovitch***[2] أول مجلة في البرمجة الخطية بعنوان"الطرق الرياضية في تنظيم و تخطيط الإنتاج" تقديم جامعة لينينقراد .

---

[1] الدكتور السعدي رحال .**بحوث العمليات في الإدارة، المالية، التجارة**.منشورات جامعة المنتوري. قسنطينة الجزائر 2005/2004.ص01

[2] Gerald Baillargeon.**Programmation linéaire appliqué- outille à l'aide de décession**. les éditions SMG .Québec.1996.page24.

كما يعتبر أيضا العالم **جورج ستيغلر** ***G.Stiegler*** من الأوائل الذين قاموا بمحاولات في استخدام البرمجة الخطية عام 1945حيث حاول آنذاك دراسة الحد الأدنى للنفقات اللازمة لإنسان ما لتامين الكميات الكافية لحياته والمكونة من 9 مقومات غذائية أساسية مثل الفيتامين، الحديد، البروتين .... يحصل عليها الإنسان من77 مادة غذائية كانت متوفرة حينذاك في الأسواق وقد هدف من هذه الدراسة مقارنة غلاء المعيشة قبل الحرب العالمية الثانية وبعدها في أوروبا.

هذه الدراسة قادت هذا العالم الى وضع أول نموذج رياضي خطي وقد حاول حله بالطرق الرياضية التي كانت معروفة مثل طريقة لاغرانج و كتب حينها يقول[1]:

" **يبدو انه لا توجد أية طريقة مباشرة لإيجاد الحد الأدنى لدالة خطية تخضع متغيراتها لشروط خطية** ". مما جعله يعيد المحاولة والتجريب للتقرب من حل المسالة والتي تدعى الآن **بمسالة التنظيم الغذائي**.

في عام 1947 تمكن **جورج دانتزيغ** ***George Danzig*** من التوصل إلى حل بعض مشكلات التخطيط في سلاح الطيران التابع للجيش الأمريكي باعتماد مايسمى بـــ "طريقة السمبلاكس" لحل البرامج الخطية إلا أن هذه الطريقة لم تنتشر إلا في عام 1951 و أصبحت تسمى "خوارزمية السمبلاكس"، بعدها تم إدخال تعديلات وتطورات كثيرة عليها حتى تتلاءم مع جميع الحالات الممكنة للنماذج الخطية التي رافقت التطورات الاقتصادية في العالم .

1-1 مفهوم البرمجة الخطية :

تعتبر البرمجة الخطية من نماذج بحوث العمليات التي تعني الامثلية أي النماذج التي تعالج ندرة المواد[2] فيما يخص تعاريف تقنية "البرمجة الخطية" فهي عديدة نذكر منها على سبيل المثال مايلي :

- عرفت المنظمة العربية للعلوم البرمجة الخطية كمايلي[3] :"البرمجة الخطية هي أداة رياضية لتخصيص الموارد النادرة أو المحدودة من اجل تحقيق هدف معين حيث يكون من المستطاع التعبير عن الهدف و القيود التي تحد من القدرة على تحقيقه في صورة معادلات أو بيانات خطية".
- و يعرفها **هاربر*Harper*** بأنها" اصطلاح يشمل مجال واسع من الأساليب الرياضية التي تهدف إلى تحقيق أداء امثل في حدود الإمكانيات المحدودة".

---

[1] إبراهيم نائب، إنعام باقية .**بحوث العمليات–خوارزميات وبرامج حاسوبية** . دار وائل للنشر. الطبعة الأولى 1999.ص27 .

[2] جلال العبد .**إدارة الإنتاج و العمليات.مدخل كمي** .دار الجامعية .إسكندرية .2002. ص 140

[3] الدكتور فريد عبد الفتاح زين الدين.**بحوث العمليات و تطبيقاتها في حل المشكلات و اتخاذ القرارات–الجزء الأول البرامج الخطية**.كلية التجارة جامعة الزقازيق.مصر. 1997.ص28

- كما يعرفها **فتحي خليل حمدان** بأنها[1]" أسلوب رياضي لتوزيع مجموعة من الموارد والإمكانيات المحدودة على عدد من الحاجيات المتنافسة على هذه الموارد ضمن مجموعة من القيود والعوامل الثابتة بحيث يحقق هذا التوزيع أفضل نتيجة ممكنة أي ان يكون توزيعها مثاليا ".

من التعاريف السابقة يمكن القول أن هناك ثلاث جوانب أساسية للمشكلة التي يتم حلها باستخدام البرمجة الخطية [2]:

1) **التوزيع الأمثل :** حيث أن توزيع الموارد لا يجب ان يتم بشكل عشوائي لان هناك تكلفة معينة للحصول على هذه الموارد كما أن هناك عائد متوقع من تشغيل هذه الموارد.
2) **الموارد المتاحة :** أن محدودية الموارد من الحقائق التي يتعامل معها بشكل دائم متخذي القرار و تهدف كل المنظمات إلى تحقيق اهذافها التشغيلية في حدود الموارد المتاحة، قد تكون هذه الموارد أموال، مواد خام،آلات اوساعات تشغيل...كما قد تكون قدرة السوق على استيعاب السلعة أو القدرة التكنولوجية للمنشاة..الخ وتجتمع كل هذه الأنواع في خاصية المحدودية أي وجود حد أقصى من هذه الموارد خلال فترة زمنية معينة.
3) **الاستخدامات المختلفة :** إن جوهر مشكلة البرمجة الخطية هو أن هناك بدائل للاستخدامات.

1-2- فرضيات البرمجة الخطية :

البرمجة الخطية كنموذج تستدعي بعض التبسيط مما يجعلها تحتوي فقط على جزء من خصائص المشكلة التي يمثلها وهذا التبسيط يتجلى في مجموعة من الفرضيات التي تعتمدها هذه التقنية و تتمثل هذه الفرضيات في[3] :

افتراض خطية النموذج، افتراض التناسبية،قابلية التجزئة، الإضافية و افتراض التأكد التام.

- **افتراض الخطية *(linearity)* :** يقصد بالخطية وجود علاقات ذات نسب ثابتة بين المتغيرات التي تتضمنها المشكلة ويعتبر افتراض الخطية هو الافتراض الأساسي للبرمجة الخطية ذالك انه يفترض أن تكون العلاقات بين المتغيرات خطية كشرط أساسي لإعداد نموذج البرمجة الخطية[4].

---

[1] فتحي خليل حمدان ، رشيق رفيق مرعي **.مقدمة في بحوث العمليات** . دار وائل للنشر. الطبعة الثانية. 1999 .ص21.

[2] الدكتور محمد توفيق ماضي .**الأساليب الكمية في مجال الإدارة** .الدار الجامعية للنشر.الإسكندرية مصر .1998.ص21.

[3] Gerald Baillargeon. **Programmation linéaire appliqué- outille à l'aide de décession**. Op cit .page 24.

[4] الدكتور كمال خليفة ابوزيد ، الدكتورة محمد محرم .**دراسات في استخدام بحوث العمليات في المحاسبة**. المكتب الجامعي الحديث للنشر. الإسكندرية. 2006.ص33 .

ويمكن النظر إلى هذه الفرضية من ناحيتين[1] :

- رياضيا :تتطلب الخطية من الناحية الرياضية أن تكون كل المتغيرات الداخلة في تركيب البرنامج الخطي من الدرجة الأولى.
- اقتصاديا : الخطية تعني التناسب بين المدخلات و المخرجات.

وعلى الرغم من أن الخطية افتراض ضروري لإعداد نموذج البرمجة الخطية إلا أن الواقع العملي يتضمن قلة المشاكل التي يتوفر فيها هذا الافتراض و تواجه الإدارة مشاكل إحدى طرق التقريب المعروفة لتحويل العلاقات غير خطية إلى علاقات خطية بحيث يمكن تناول المشكلة باستخدام البرمجة الخطية ويجب توخي الحذر عند تطبيق طريقة معينة للتقريب بحيث لا تضر عملية التقريب بصلاحية النموذج.

- **افتراض التأكد التام *(completet certainty)*** :يفترض في البرنامج الخطي بان المستقبل معروف بشكل أكيد وهذا مايعني أن النموذج محدد فالشخص القائم بتعريف المشكلة لا تواجهه عملية التنبؤ أو التخمين حيث يفترض انه على علم بكامل المعاملات التي يتضمنها النموذج وهي المعبرة عن الربح الوحدوي من كل منتج مثلا واحتياجات وحدة المنتج من كل مورد وكذا الكمية المتاحة من كل مورد ويفترض أيضا أن تكون هذه المعاملات ذات قيمة ثابتة وعادة مايتم الحصول على هذا النوع من المعلومات من مصادر الإنتاج أو مصلحة التسويق أو المحاسبة،وحيث أن الواقع العملي نادرا ما يتوفر فيه حالة التأكد التام وهذا راجع لعوامل كثيرة خارج سيطرة الإدارة [2]من الممكن أن تدخل على المسالة و تغير من النتائج مثل المنافسة،ظهور منتجات بديلة أوحدوث تغيرات فجائية في أذواق المستهلكين فانه يفضل دائما إجراء نوع من تحليل الحساسية (*sensivity analysis*) بعد تحديد قيمة الحل الأمثل .و يهدف هذا النوع من التحليل إلى التعرف على البيانات التي تؤثر تأثيرا مباشرا على الحل المتوصل إليه في حالة تغييرها أي البيانات الأكثر حساسية وذلك للتركيز عليها ومحاولة تحديدها بقدر الإمكان وتقليل مدى عدم التأكد للحصول على حلول يمكن أن تكون اقرب من الدقة في ضوء هذه المعلومات غير مؤكدة ، وقد كان افتراض التأكد التام عائقا لاتساع نطاق تطبيق البرمجة الخطية[3] إلى أن تمكن **دانتزيغ** من التوصل الى بعض الأساليب الرياضية التي تمكن من حل مشاكل البرمجة في ظل اعتبارات عدم التأكد وأطلق على هذا النوع من البرمجة بالبرمجة الاحتمالية.

---

[1] الدكتور السعدي رحال. **بحوث العمليات في الإدارة، المالية، التجارة**. مرجع سبق ذكره.ص32.

[2] محمد اسعد النيداني.**مقدمة في بحوث العمليات**.مطبعة الإشعاع.مصر.الطبعة الثالثة.1998.ص79.

[3] الدكتور كمال خليفة ابوزيد ، الدكتورة محمد محرم . **دراسات في استخدام بحوث العمليات في المحاسبة**. مرجع سبق ذكره.ص35 .

- **افتراض قابلية التجزئة أو القسمة *(divisibility or fractionality)*** يعني هذا الافتراض أن مستويات النشاط تتيح لمتغيرات القرار أن تاخد قيم كسرية أي ليس بالضرورة أن تكون أعداد صحيحة لهذا يعتبر نموذج البرمجة الخطية نموذج مستمر[1]، ويمكن استخدام البرمجة الخطية أيضا في حالة اشتراط عدم قابلية للتجزئة فإذا كان الحل متضمنا لأرقام كسرية فانه يمكن تقريبها إلى أعداد صحيحة إلا أن هناك بعض المشاكل التي قد تترتب على استخدام هدا المدخل حيث قد يؤدي التقريب إلى نتائج بعيدة كل البعد عن الحل الأمثل كما أن هناك حالات كثيرة قد لا يمكن فيها تقريب النتيجة أو أن التقريب يؤدي إلى نتائج غير مقبولة من الناحية العملية أو ينتج عنه حلول غير ممكنة وفي أي حال من هذه الحالات يجب اللجوء إلى أساليب أخرى للحل مثل برمجة الأعداد الصحيحة وهي حالة خاصة من البرمجة الخطية و التي تتضمن الحصول على قيم صحيحة لكل متغيرات المسالة[2].
- **افتراض التناسبية *(proportionality)*** :يعني هذا الافتراض أن كل نشاط قد يعتبر مستقلا عن الأخر ذلك أن معيار الانجاز هو حاصل جمع المساهمات المختلفة،كذلك أن الكميات التي يتم استخدامها من الموارد المختلفة تتناسب مع احتياجات العوامل المختلفة من كل هذه الموارد [3]فمثلا إذا كنا نحتاج إلى وحدتين من المواد الأولية لإنتاج وحدة واحدة تامة الصنع من منتوج معين فإننا نحتاج إلى أربعين وحدة من المواد الأولية لإنتاج عشرين وحدة من هذا المنتوج وهذا الافتراض هو أساس افتراض الإضافية .
- **افتراض الإضافية *(additivity)*** :يعني هذا الافتراض انه لا يوجد تداخل بين الفعاليات أو الأنشطة المختلفة كما يعني أن الأنشطة الموجودة بالنموذج تستجيب لمبدأ التجميع[4] و الذي يعني بان الأثر الكلي يتم الحصول عليه بجمع الآثار الخاصة لكل متغير. ويمكن توضيح ذلك بالمثال التالي إذا كان الربح المحقق من بيع وحدة من المنتج x_1 هي 3 وحدات نقدية ، والربح المحقق من بيع الوحدة من x_2 هي5 فسيكون الحال كذلك سواءا تم بيع x_1 بمفرده او x_2 بمفرده أو الاثنين معا ، فمن الممكن مثلا ان يؤدي بيع المنتج x_1 الى تغير اقبال الزبون على المنتج x_2 وفي هذه الحالة يتأثر الربح المحقق من مبيعات x_1 و الربح المحقق من x_2 في حالة بيع كل منهما بمفرده او بيعهما معا فإذا كان بيع الوحدة من x_1 هي 3 في حالة بيعه منفردا فقد يصبح 3.5 في حالة بيعه مع x_2

---

[1] محمد توفيق ماضي .**سلسلة الأساليب الكمية للجميع–البرمجة الخطية**.دار المكتب العربي للنشر. الإسكندرية 1999.ص 05.

[2] محمد اسعد النيداني .**مقدمة في بحوث العمليات**.مرجع سبق ذكره.ص78

[3] Gerald Baillargeon. **Programmation linéaire appliqué- outille à l'aide de décession**. Op cit .page 24.

[4] الدكتور السعدي رحال.**بحوث العمليات في الإدارة،المالية،التجارة** . مرجع سبق ذكره.ص03.

و لا يمكن اخد حالة كهذه في الاعتبار مع الاحتفاظ بالعلاقة الخطية بين متغيرات المسالة في جميع القيود اذا تتحول المسالة إلى مسالة برمجة غير خطية[1] .

1-3- خطوات استخدام البرمجة الخطية:

تتلخص خطوات استخدام البرمجة الخطية في ثلاثة نقط أساسية

- **الصياغة او إعداد النموذج الرياضي للمسالة :**إعداد البرنامج الخطي هو أهم خطوة في البحث عن الأمثلية ويقصد به تحويل المسالة من واقع كلامي مسرود في تعابير أدبية الى مسالة مصاغة في قالب رياضي واضح متكون من عدد من المتغيرات بدالة الهدف وتكون في حالة تعظيم او تدنئة وعدد من القيود تكون إما في معادلات او متراجحات او هما معا .

تتضمن عملية إعداد نموذج البرمجة الخطية ثلاثة خطوات يجب إتباعها وهذه الخطوات هي نفسها التي يجب إتباعها عند إيجاد أي نموذج رياضي وهي[2] :

- التعرف على متغيرات القرار أي تحديد الأنشطة التي يستطيع متخذ القرار و يرغب في الرقابة عليها.
- تحديد دالة الهدف وتعبير عنها في صورة دالة خطية يكون الهدف إما تعظيمها أو تدنئها.
- تحديد القيود أي التعبير عن العلاقات بين المتغيرات القرارية في صورة قيود خطية وهي توضح ما تحتاج إليه كل وحدة إنتاج من مورد من الموارد المتاحة المحدودة في شكل متراجحات) أو معادلات خطية أو خليط منهما وتسمى القيود الهيكلية.

- **الحل** : يتم التوصل إلى حل للنموذج برمجة الخطية التي تمت صياغته وذلك بالاعتماد على احد طرق وتقنيات الحل و المثمتلة في [3]:

[1] محمد اسعد عبد الوهاب النيداني .**مقدمة في بحوت العمليات**.مرجع سبق ذكره.ص76

[2] Abdelouali Zaatri .**les techniques de la recherche opérationnelle – algorithme de simplex** .page 06.

[3] مثال توضيحي حول استخدام الطريقتين في حل نموذج البرمجة الخطية يرجى مطالعة المرجع : فريد عبد الفتاح زين الدين. **بحوت العمليات و تطبيقاتها في حل المشكلات و اتخاذ القرارات–الجزء الأول البرامج الخطية**. ص 45.

- **الحل البياني** : يستعمل في حالة ما إذا كان عدد متغيرات النموذج لا يزيد عن اثنين، ويتمثل هذا الحل لمشكلة البرمجة الخطية بالسهولة و الوضوح و السرعة إذا أن بالنظر إلى الرسم البياني الذي تمثل فيه جميع الشروط و المتغيرات يمكننا ان نجد الحلول المختلفة للمشكلة.

- **طريقة السمبلكس** : تم تقديم هذه الطريقة من قبل جورج دانتزيغ سنة 1947 كطريقة عامة [1] و ذات كفاءة عالية لحل نماذج البرمجة الخطية اذ يمكن لمتخذ القرار التعامل مع أي نموذج و مهما كان عدد المتغيرات به. وتعتمد هذه الطريقة على تقييم الأركان العملية الموجودة في المشكلة مثلها مثل الطريقة السابقة وتستخدم في طريقة سمبلكس المصفوفة التي تصف القيم المختلفة الموجودة في القيود و دالة الهدف للمتغيرات الاقتصادية ثم نقوم بمحورة هذه المصفوفة مرة بعد أخرى حتى نصل إلى الحل الأمثل.

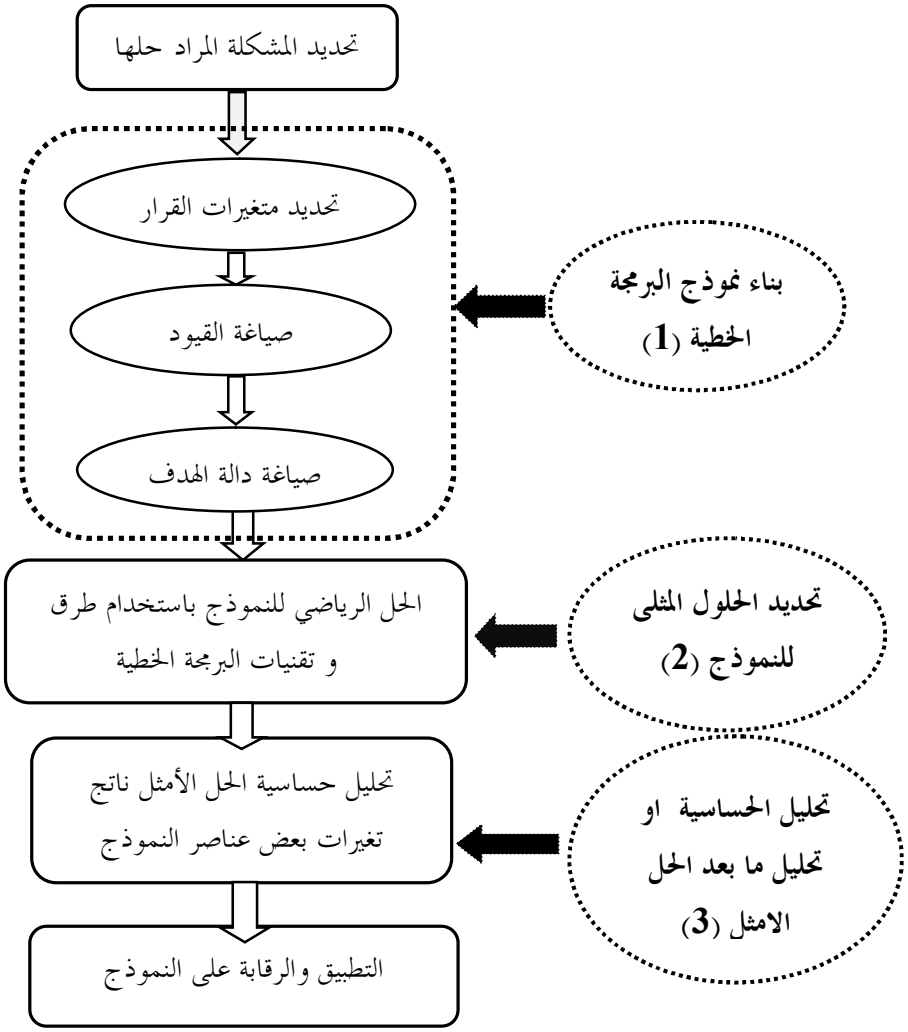
- **التفسير الاقتصادي للنتائج والتحليل ما بعد الحل الأمثل** :بعد عملية الصياغة الرياضية للمشكلة ثم حلها يأتي التفسير الاقتصادي لهذه النتائج كما انه يبقى يواجه المحلل تساؤلات بصيغة "**ماذا –إذا**" الخاصة بتقييم الآثار التي تنتج عن تغيرات في عناصر نموذج المشكل المطروح وهذا ما يعرف **بتحليل الحساسية او تحليل مابعد الحل الأمثل** [2]

[1] Jean pierre Védrine, Elisabeth bringuier & Alain brisard.**techniques quantitatives de gestion** .librairie Vuibert paris.1985.page 76.

[2] Daniel Denoff **.Recherche opérationnelle**. Université du littoral .Dunkerque .Septembre2003.p57

ويمكن تلخيص الخطوات السابقة في الشكل الموالي :

الشكل2-1 "خطوات استخدام البرمجة الخطية".



Source *: Gerald.baillargon .**programmation linéaire appliquée –outile d'aide a la decision**. 1996 page 06.*

2- مشاكل النقل *(transportation problem)*

2-1- تعريف :

تعتبر طريقة او مسالة النقل احد مجالات التطبيق الهامة لأساليب البرمجة الخطية حيث أنها كباقي أساليب و طرق البرامج الخطية تتضمن مواقف تخصيص الموارد[1] ، فمشكلة النقل تتعلق بقرار تخصيص او تعيين طريقة مثلى للانتقال المادي لكميات من السلع توجد في نقاط معينة يطلق عليها نقاط التوريد او الإمداد (العرض) (*supply points*) الى مواقع أخرى يطلق عليها نقاط الطلب او الاستهلاك(*demande points*) وذلك بشرط ان تصل التكلفة الكلية للنقل ادني مايمكن فتكاليف النقل لها أهمية بالنسبة للإدارة حيث ا ن اي توفير فيها يعود على المنظمة بأرباح طائلة، وتستوفي مشكلة النقل جميع مبادئ و الشروط الخاصة بتطبيق أسلوب البرمجة الخطية[2] إلا ان لها من التمييز الكافي ما يجعل لها طريقة خاصة ابسط و أسهل في الحل ومع هذا فان هناك أوجه تشابه بينها و بين طريقة السمبلكس في حل نماذج البرمجة الخطية و تتمثل في[3] :

- هي عملية تتابعية (*iteratives*)
- تبدأ هذه الطريقة بحل أساسي ممكن ثم تنتقل إلى حل أخر أفضل ممكن ايضا.
- الحل الأمثل يتم التوصل إليه عندما لا يكون هناك اي إمكانية لتخفيض تكلفة النقل.

قد تم تطوير نماذج النقل لأول مرة عام 1941 من قبل ***F.L.Hichcok*** حيث قدم دراسة بعنوان " توزيع الإنتاج من عدة مصادر إلى عدة مناطق محلية " [4] .

تم تناولها بتوسع أكثر بواسطة ***t.c.koopmans*** بينما يعتبر أول من قام بحلها بأسلوب البرمجة الخطية ***G.B.Dantzig*** ويعتبر كل من ***charnes&cooper*** 1953 أول من قدما طريقة الحجر المتنقل لحل مشكلة النقل والتي اجريا عليها بعض التحسينات لتصبح طريقة التوزيع المعدل.

---

[1] الدكتور فريد عبد الفتاح زين الدين.**بحوث العمليات و تطبيقاتها في حل المشكلات و اتخاذ القرارات**- مرجع سبق ذكره.ص28.

[2] حمدي فؤاد علي.**الاتجاهات الحديثة في الإدارة – البرمجة الخطية و بيرت**. دار النهضة العربية. بيروت.1982. ص177

[3] سونيا محمد البكرى . **استخدام الأساليب الكمية في الإدارة الدار الجامعية** .الإسكندرية .1997.ص 217.

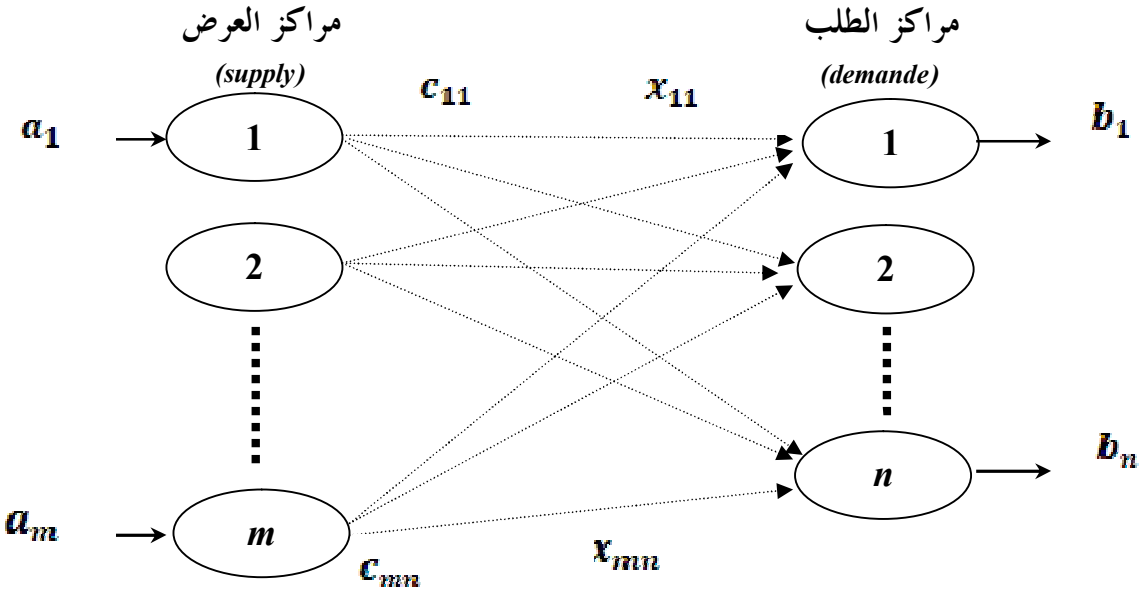
[4] فتحي رزق السوافيري . **مدخل معاصر في بحوث العمليات"تطبيقات باستخدام الحاسب الآلي**. مرجع سبق ذكره.ص168

ويقدم أسلوب النقل عادة أداة مساعدة لإدارة الإنتاج و العمليات في التوصل إلى القرار الرشيد فيما يتعلق ببعض مشاكل التخطيط و الإنتاج[1]، وهو شائع الاستخدام على مستوى الاقتصاد الجزئي في المؤسسات الإنتاجية و التجارية و غيرها..

كخلاصة لما سبق ذكره إن أسلوب النقل او طريقة النقل ما هي إلى نموذج رياضي تم تكوينه بشكل خاص مستهدفا تحديد البديل الأمثل لنقل و توزيع كميات معينة من ماهو متاح من مصادر التوريد إلى مناطق الاستهلاك تحتاج الى تموينها بكميات معينة بحيث تصل التكلفة الكلية الى حدها الأدنى ومعنى ذلك ان العبرة ليست فقط سد احتياجات نقط الطلب بما تحتاجه من كميات من السلع لأنه لو كان الأمر كذلك لما كانت هناك مشكلة تحتاج الى الحل و لكنه يتم إشباع هذه الاحتياجات بما هو متاح بمناطق التوريد(مصانع مثلا) شريطة أن تصل تكلفة النقل الناتجة عن نقل تلك الكميات إلى ادني حد ممكن لها.

2-2- صياغة نموذج النقل :

تعتبر مشكلة النقل من الأساليب الرياضية الهامة المساعدة في عملية اتخاذ القرار الملائم في نقل كمية من مادة (سلع) من مصادر تصنيعها او من مخازن الى مراكز متعددة بهدف سد حاجة هذه المراكز وبأقل تكلفة كما و تخصص طريقة النقل في توزيع الموارد المادية و البشرية بأفضل صورة على اعتبار هذه الموارد محدودة دائما و الشكل التالي يبين أهم العناصر الداخلة في نموذج النقل[2] :



الشكل2-2 "عناصر نموذج النقل".

[1] سونيا محمد البكرى .**استخدام الأساليب الكمية في الإدارة** . مرجع سبق ذكره.ص248

[2] حسن علي مشرقي ، دكتور عبد الكريم القاضي .**بحوث العمليات ،تحليل كمي في الإدارة**. دار المسيرة للنشر. الطبعة الأولى. ص109

حيث تمثل :

$a_m \dots \dots a_2, a_1$: المصادر(مراكز العرض) .

$b_n \dots \dots b_2, b_1$: الوجهات (مراكز الطلب)

$x_{mn} \dots \dots x_{12}, x_{11}$: **عدد الوحدات اللازم نقلها من المصادر الى الوجهات من اجل تحقيق ادنى تكلفة.**

x_{mn} : **عدد الوحدات المنقولة من المصدر(m) الى الوجهة (n) .**

$c_{mn} \dots \dots c_{12}, c_{11}$: **تكلفة نقل الوحدة الواحد من المصدر الى الوجهة.**

يمكن تلخيص ماسبق في الجدول التالي و الذي يسمى جدول النقل* او مصفوفة النقل[1]

الوجهات (مراكز الطلب) ←

المصادر (مراكز العرض) ↓

	1	2	.....	j	.....	n	العرض
1	c_{12} x_{11}	c_{12} x_{12}		c_{1j} x_{1j}		c_{1n} x_{1n}	a_1
2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}				c_{2n} x_{2n}	a_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	c_{i1} x_{i1}	c_{i2} x_{i2}		c_{ij} x_{ij}			a_i
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	c_{m1} x_{m1}	c_{m2} x_{m2}		c_{mj} x_{mj}		c_{mn} x_{mn}	a_m
الطلب	b_1	b_2		b_j		b_n	

x_{ij} **:عدد الوحدات المنقولة من المصدر (i) الى الوجهة (j) .**

c_{ij} **:التكلفة وحدوية للنقل من المصدر(i) الى الوجهة (j).**

* جدول النقل طريقة منظمة لعرض بيانات مشكلة النقل مما يساعد في سرعة قراءتها و معالجتها باحدى الطرق المستخدمة في ذلك .

[1] الدكتور محمد الفياض، عيسى قدادة .**بحوث العمليات**. دار اليازوري للنشر والتوزيع .الأردن. 2007. ص 206

ويمكن صياغة المشكل في نموذج البرمجة الخطية انطلاقا من معطيات الجدول كمايلي [1] :

$$MinZ = c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \ldots\ldots + c_{mn}x_{mn}$$

$$s.c\ (1)\begin{cases} x_{11} + x_{12} + \ldots\ldots\ldots + x_{1n} = a_1 \\ x_{21} + x_{22} + \ldots\ldots\ldots + x_{2n} = a_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_{m1} + x_{m2} + \ldots\ldots\ldots + x_{mn} = a_m \\ (i = 1,2,\ldots\ldots\ldots m) \end{cases}$$

(1) قيود متعلقة بالكميات المتاحة لكل مصدر (i) حيث $(i = 1,2,\ldots\ldots\ldots m)$

$$s.c\ (2)\begin{cases} x_{11} + x_{21} + \ldots\ldots\ldots + x_{m1} = b_1 \\ x_{12} + x_{22} + \ldots\ldots\ldots + x_{m2} = b_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_{1n} + x_{2n} + \ldots\ldots\ldots + x_{mn} = b_n \\ (j = 1,2,\ldots\ldots\ldots n) \end{cases}$$

(2) قيود متعلقة بالكميات المطلوبة لكل وجهة (j) حيث $(j = 1,2,\ldots\ldots\ldots n)$

$$(3)\quad x_{ij} \geq 0$$

(3) شرط عدم سلبية متغيرات القرار أي الكميات المنقولة من المصدر (i) (مركز العرض) إلى الوجهة (j) (مركز الطلب).

ويمكن كتابة النموذج بشكل المبسط و هذا بالطبع في حالة تساوي كميات المطلوبة مع الكميات المعروضة والذي يسمى نموذج النقل المتوازن [2] أي :

$$\boxed{\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j}$$ **شرط التوازن.**

كمايلي :

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

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i & a_i \geq 0\ (i = 1,2,\ldots\ldots\ldots m)\ldots(1) \\ \sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j & b_j \geq 0\ (j = 1,2,\ldots\ldots\ldots n)\ldots(2) \\ x_{ij} \geq 0 & \ldots\ldots\quad (3) \end{cases}$$

[1] Boualem Benmazouz **.recherche opérationnelle de gestion** .atlas Edition1995.Algérie. Page144.

[2] Gerald Baillargeon. **Programmation linéaire appliqué- outille à l'aide de décession**. Op cit .p313.

(1) .... **قيد متعلق بالكميات المتاحة.**

(2) ....**قيد متعلق بالكميات المطلوبة.**

(3) ....**شرط عدم سلبية المتغيرات القرارية .**

من النموذج أعلاه الذي هو عبارة عن صيغة نموذج برمجة الخطية يمكن استخدام طريقة السمبلكس للحل ولكن في هذه الحالة كون عدد القيود و المتغيرات كثيرة هناك طرق أخرى أسهل و ابسط.

2-3- طرق الوصول الى الحل المبدئي لمشكلة النقل:

الحقيقة يمكن إيجاد جدول الحل الممكن بأي طريقة أي بمعنى شغل الخلايا بأي كمية وبطريقة عشوائية او ايا كان الأسلوب ولا يوجد من شرط على هذا الحل الممكن سوى مراعاة خاصية الحل الممكن وهي استيفاء كافة القيود الخاصة بالعرض و الطلب ولكن حتى يتم وضع خطوات محددة وبغرض العمل على توحيد من الجميع في إيجاد ذلك الحل المبدئي ظهرت بعض الطرق المنطقية التي تجعل خطوات إيجاد الحل المبدئي الممكن روتينية ووفق خطوات محددة وموحدة وواجبة الإتباع تلك الطرق ليست كلها على نفس درجة الكفاءة[1] في التوصل الى ذلك الحل المبدئي الممكن فهناك طرق كل مايعنيها هو التوصل إلى الحل المبدئي الممكن دون أي اعتبار لعامل التكلفة وهناك طرق أخرى أكثر كفاءة إذ أنها تعمل في ذات الوقت إلى أن يكون هذا الحل المبدئي الممكن يقترب ما أمكن من الحل الأمثل ومن تم يوفر الجهد المبذول في تحسين الحل حيث أنها طرق تاخد في اعتبارها بالإضافة إلى استيفاء العرض و الطلب التوصل الى الحل مبدئي بتكاليف إجمالية اقل مايمكن. وايجمالا فان الطرق المستخدمة في إيجاد الحل المبدئي الممكن هي[2]:

- طريقة الركن الشمالي الغربي *(North West Corner Method)*
- طريقة اقل التكاليف(السطر،العمود او في الجدول ككل) *(Least Cost Method)*
- طريقة الحجر المتنقل (فوجل)*(Pently Method)* .

وبالنسبة لكل طريقة يمكن ان تستخدم في حالتين:

أ- **نموذج النقل المتوازن** (تساوي بين الكمية المتاحة و الكميات المطلوبة).

$$\sum a_i = \sum b_j$$

[1] الدكتور فريد عبد الفتاح زين الدين.**بحوث العمليات و تطبيقاتها في حل المشكلات و اتخاذ القرارات**-مرجع سبق ذكره.ص412 .

[2] Michel Nedzela . **Introduction a la science de la gestion - méthode déterminantes**. Op cit .page54.

ب- **نموذج النقل غير متوازن** (عدم تساوي الكميات المتاحة مع الكميات المطلوبة) حيث قد تزداد الكميات المتاحة في المراكز العرض عن احتياجات مراكز الطلب أو العكس.

- حالة إجمالي الكميات المعروضة اكبر من الكميات المطلوبة:

$$\sum a_i < \sum b_j$$

في هذه الحالة يمكن تنظيم البيانات في مصفوفة النقل يضاف إليها عمود إضافي b_{n+1} يمثل مركز طلب وهمي يستوعب الفائض المتاح و تكلفة النقل إليه تكون مساوية للصفر.

- حالة إجمالي الكميات المعروضة اقل من الكميات المطلوبة:

$$\sum a_i > \sum b_j$$

يمكن تنظيم البيانات في مصفوفة النقل يضاف إليها سطر إضافي يمثل مركز عرض وهمي (مورد وهمي) a_{m+1} يلبي حاجيات مراكز الطلب و تكلفة النقل منه تكون مساوية للصفر.

- **طريقة الركن الشمالي الغربي *(North West Corner Method)* :**

تعتبر هذه الطريقة من أسهل و ابسط الطرق وأكثرها شيوعا وخاصة عندما لا تكون هناك أهمية لكلفة النقل ويتم توزيع في هذه الطريقة من المراكز العرض الى مراكز الطلب دون اي منطق علمي اذا تبدا عملية إيجاد الحل الأساسي الأولي من الزاوية الشمالية الغربية ولذلك سميت هذه الطريقة بهذا الاسم.

يتم الحل بهذه الطريقة عندما يتم التأكد من ان الجدول النقل في حالة توازن كالأتي :

- نبدأ بالخلية العليا اليسرى(الزاوية الشمالية الغربية) لجدول النقل ثم نخصص اكبر عدد من الوحدات لتلك الخلية ويكون هذا العدد المخصص الأقل في صف الكمية المعروضة او الأقل في عمود الكمية المطلوبة.
- ننقص كمية الصف في العرض وكمية الطلب في العمود بنفس عدد الوحدات المخصصة للخلية.
- اذا أصبح العرض في الصف(صف الخلية المختارة) مساويا للصفر نتحرك الى الأسفل في العمود إلى الخلية التالية ، اما اذا أصبح الطلب الان مساويا للصفر نتحرك الى اليمين في الصف الى الخلية التالية أما ادا أصبح كل من العرض في الصف و الطلب في العمود مساويين للصفر نتحرك إلى الأسفل خلية واحدة ثم الى اليمين خلية أخرى.
- نخصص للخلية التالية المحددة في هذه الخطوة اكبر عدد من الوحدات ثم نعاود الخطوات السابقة الى أن نصل إلى الحل المبدئي مقبول.

- **طريقة اقل التكاليف *(Least Cost Method)* :**

تعتبر هذه الطريقة أفضل من الطريقة السابقة حيث يتم التوزيع الكميات المعروضة على الكميات المعروضة حسب اقل التكاليف النقل الممكنة في الجدول حيث يتطلب هذا استعرض جدول التكاليف وتحديد الخلية التي بها اصغر كلفة نقل ممكنة وتخصص قيمة لهذه الخلية على ضوء الكمية المعروضة في الصف و الكمية المطلوبة في العمود (الصف و العمود المنتمية إليهما هذه الخلية) بعد ذلك نحدد اصغر كلفة ممكنة أخرى ونخصص لها قيمة كما تم من قبل ونستمر بهذه الخطوات الى ان يتم توزيع كافة الكميات المعروضة في الجدول.

كما ويجب الملاحظة انه عندما تتساوى اصغر كلفتين في الجدول فان الاختيار يكون عشوائيا بينهما .

- **طريق فوجل *Vogel's Method*** *

تعتبر هذه الطريقة من أهم الطرق الثلاثة حيث تتميز بقدرة الوصول الى الحل الأمثل بأسرع وقت ممكن إلا أنها تحتاج إلى عمليات حسابية أطول مما تحتاجه طريقة الركن الشمالي الغربي و طريقة اقل التكاليف و تتلخص خطوات إيجاد الحل الأساسي الأولي بهذه الطريقة بعد التأكد من شرط التوازن كالأتي [1]:

- نحسب تكاليف الجزاء لكل صف و كل عمود في الجدول وهي حاصل الفرق بين اقل كلفتين في كل صف و كل عمود.
- نحدد الصف او العمود الذي له أعلى كلفة جزاء ونخصص اكبر عدد ممكن من الوحدات الى الخلية التي تحتوي على اقل كلفة في السطر او العمود الذي تم اختياره.
- ننقص العرض في الصف او الطلب في العمود بنفس عدد الوحدات المخصصة للخلية.
- إذا أصبح العرض في الصف الآن مساويا للصفر نلغي هذا الصف(القيام بتشطيبه) واذا أصبح الطلب في العمود مساويا للصفر نلغي العمود أما إذا أصبح الطلب في العمود و العرض في الصف مساويين للصفر نلغي الصف و العمود معا.
- تكرر الخطوات الأربعة أعلاه ، ونستمر إلا أن يتم توزيع جميع الوحدات المعروضة على الوحدات المطلوبة.

* تسمى ايضا طريقة الفروق العظمى او طريقة **بلاس هامر *Bales-hamer***

[1] صادق مصطفى جواد،ناصر حميد الفتال. **بحوث العمليات**. دار اليازوري العلمية للنشر و التوزيع .عمان،الأردن. 2008.ص146 .

2-4- طرق الوصول إلى الحل المثالي :

إن الوصول الى الحل الأولي لا يعني نهاية مشكلة النقل و إنما يجب ان تستخدم أساليب أخرى لاختبار ذلك الحل الأولي اي معرفة هل يمكن إيجاد حل أفضل من هذا الحل.

هناك طريقتان لاختبار مثالية الحل الابتدائي وهما [1]:

- الطريقة المباشرة (***S**tepping **S**tone **M**ethod*) .
- الطريقة توزيع المعدلة (***M**odified **D**istribution **M**ethod*) .

- **الطريقة المباشرة** *(SSM)*: [2]

تهدف الطريقة المباشرة أو طريقة التنقل عبر مربعات الخالية *(SSM)* كغيرها من الطرق الى تخفيض تكلفة النقل إلى اقل حد ممكن وبالتالي الوصول الى التوزيع الأمثل لوحدات البضاعة التي يجب نقلها من المصادر***(i)*** إلى الوجهات***(j)*** ويتم هذا من خلال مراحل (اي انها طريقة تتابعية)، في كل مرحلة يتم إدخال متغير خارج الأساس و الذي يمثل هنا الخلية غير مشحونة (الفارغة) عوض متغير في الأساس و الذي يمثل الخلية المملوئة وهو نفس المنهج الذي تقوم عليه طريقة السمبلكس لإيجاد الحل الأمثل[3].

تستخدم في هذه الطريقة المسارات المغلقة لتغيير الشحنات من المربعات المملوئة الى المربعات الخالية و ذلك بموجب قواعد معينة ، و المسار المغلق هو مجموعة من مربعات الجدول عددها زوجي و تكون متتابعة أفقيا و عموديا و يحتوي المسار المغلق على خلية واحدة فارغة (غير مشغولة) كما انه يجب :

– ان يبدأ المسار المغلق و ينتهي عند الخلية الفارغة المراد تقييمها.

– كل خليتين متتابعتين في المسار تنتميان الى نفس السطر***(i)***او العمود***(j)*** في الجدول (لايسمح بالحركة القطرية بين الخلايا).

– يتألف المسار المغلق من مجموعة من المستقيمات العمودية و الأفقية بحيث تقع الخلايا المشغولة عند زوايا القائمة للمسار المغلق. الأشكال التالية توضح بعض المسارات :

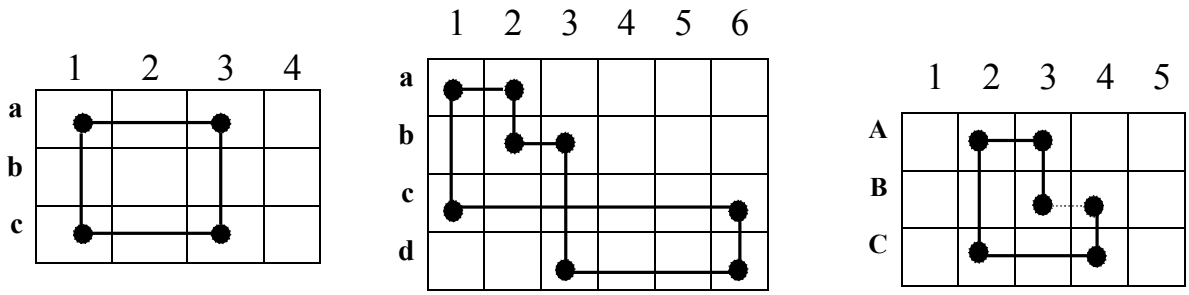
---

[1] حسن علي مشرقي ، دكتور عبد الكريم القاضي .**بحوث العمليات – تحليل كمي في الإدارة** .مرجع سبق ذكره. ص128.

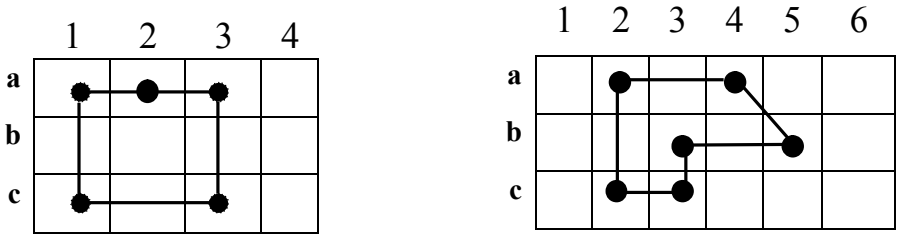
[2] الدكتور محمد الفياض، عيسى قدادة . **بحوث العمليات** .مرجع سبق ذكره. ص 212.

[3] Jean pierre Védrine, Elisabeth bringuier &Alain brisard. **Techniques quantitatives de gestion**. p76.

الشكل2-4 "المسارات في الطريقة المباشرة".



تمثل الأشكال **مسارات مغلقة** (تحقق الشروط السابقة الذكر).



الأشكال لا تمثل مسارات مغلقة (لاتحقق الشروط).

Source : Gerald baillargon .**programmation lineaire appliquée -outile d'aide a la décession.** Op cit. p325.

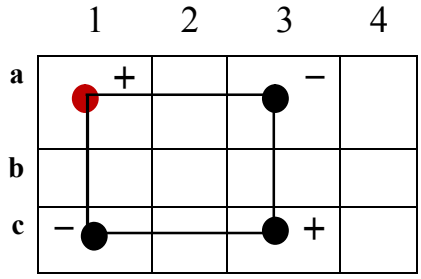
بعد هذا الإيضاح للمسارات المغلقة سيتم توضيح خطوات طريقة المباشرة على جدول الحل المبدئي المتوصل إليه بإحدى الطرق الثلاثة المذكورة سابقا :

- تحديد الخلايا الفارغة(غير مشغولة)التي سيتم تقييمها لمعرفة اثر استخدام كل خلية فارغة على مجموع التكاليف.
- تحديد المسار المغلق الذي تنتمي اليه كل خلية (مربع)من الخلايا غير مشحونة.
- إعداد وحساب مؤشر لكل مسار من المسارات المغلقة التي تم تحديدها و المؤشر عبارة عن مجموع تكلفة تنقل الوحدة الواحدة عبر مربعات المسار المغلق الخاضع للتقييم مع أخد بالاعتبار الإشارات حيث تاخد الخلية الفارغة إشارة (+) ثم تتغير الإشارة في كل خطوة من خطوات المسار من (+) الى (-) وهكذا...

- يستبد المؤشر ذو القيمة الموجبة لان تنفيذه على ارض الواقع سوف يزيد تكلفة النقل بمقدار حاصل ضرب المؤشر في عدد الوحدات التي سيتم نقلها الى الخلية الفارغة اما المؤشر ذو القيمة السالبة فيعني انه سيؤدي الى خفض التكلفة الإجمالية بمقدار حاصل ضرب المؤشر في عدد الوحدات التي سيتم نقلها ،

اما اذا تبين وجود مؤشرين سالبين او اكثر فانه يتم تنفيذ المسار المغلق ذي العدد السالب الاقل(اكبر قيمة مطلقة).

وفيما يلي مثال عن حساب مؤشر مسار المغلق



$$\mathbf{C} = C_{a1} - C_{a3} + C_{c3} - C_{c1}$$

اذا كان المؤشر **C** موجب تماما فانه لا يمكن تعديل المسار.

اما اذا كان هذا المؤشر سالب في هذه الحالة نقوم بنقل القيم بين خلايا المسار و هذا بمراعاة إشارات الخلايا المكونة له حيث يتم إضافة عدد من الوحدات الى الخلية الفارغة مساوية لأقل عدد من الوحدات في الخلايا الموالية لها سواءا في السطر او العمود ثم إضافة او طرح نفس القيمة للخلايا الأخرى حسب إشارة كل منها و يتمثل الهدف من نقل القيم بين خلايا المسار المغلق هو مراعاة قيود القدرة الاستيعابية المفروضة على المشكلة و عدم تجاوزها اذا ان تجاوز القيود يؤدي الى خلق طلب جديد او خلق قدرة إنتاجية جديدة غير تلك التي تم تحديدها في المسالة.

- بعد تعديل المسارات المغلقة ذات المؤشرات السالبة يتم إعادة رسم الجدول بالتوزيع الجديد للشحنات المتوصل اليه من عملية نقل القيم بين خلايا هذه المسارات ثم إعادة الخطوات السابقة إلى أن نصل الى مؤشرات موجبة لكل المسارات المغلقة وهذا مايدل على أننا وصلنا إلى الحل الأمثل للمشكلة.

- **طريقة التوزيع المعدلة** *(MODI) :*

تعتبر هذه الطريقة مرادفة لطريقة *(SSM)* ولكنها تستخدم أسلوبا اكثر سهولة و يسرا في تقييم المربعات (الخلايا) ويتم في هذه الطريقة إيجاد مؤشرات بشكل أسرع وأسهل وبوقت اقل مما هو عليه في الطريقة السابقة [1] وتعتمد هذه الطريقة أساسا على خوارزمية النموذج المرافق/الأصلي لأسلوب النقل ، لذلك فان دراسة النموذج المرافق غاية في الأهمية في تقنية البرمجة الخطية و قبل ان نتطرق إلى خطوات هذه الطريقة نستعرض النموذج المرافق لمسالة النقل[2].

النموذج الأصلي لمشكلة النقل يكتب كمايلي : هدف تدنئة تكاليف النقل

$$MinC = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j}^{n} c_{ij}x_{ij}$$

في حدود القيود التالية :

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i \quad \ldots. \quad \text{قيود متعلقة بالكميات الناتجة}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j \quad \ldots. \quad \text{قيود بالكميات متعلقة المطلوبة}$$

$$x_{ij} \geq 0 \ldots\ldots \text{شرط عدم السلبية}$$

لإيجاد النموذج المرافق نقوم بـــ:

- كل قيد من قيود النموذج يرفق بمتغير حيث :
- المتغير v_i متعلق بالقيود ***(i)*** اي القيود متعلقة بالمصادر***(i)*** .
- المتغير w_j متعلق بالقيود ***(j)*** اي القيود متعلقة بالوجهات***(j)***.
- هذف تعظيم دالة الهذف في النموذج المرافق حيث انها دالة خطية لمجموع ***m*** متغير (v_i) و ***n*** متغير (w_j) وتكتب**:**

$$MaxZ = \sum_{i=1}^{m} a_i v_i + \sum_{j=1}^{n} b_j w_j$$

[1] الدكتور محمد الفياض، عيسى قدادة **.بحوث العمليات.** .مرجع سبق ذكره. ص 225.

[2] Jean pierre védrine , Elisabeth bringuier & Alain brisard .**techniques quantitatives de gestion**.p 121.

- وتكون معاملات الاقتصادية لدالة الهدف هي :

(a_i) (الكميات المتاحة) معاملات (v_i) في دالة الهدف.

(b_j) (الكميات المطلوبة) معاملات (w_j) في دالة الهدف.

- مصفوفة المعاملات التقنية للمتغيرات في النموذج المرافق هي مرافق مصفوفة المعاملات النموذج الأصلي.

- يمكن التعبير عن قيود النموذج المرافق كمايلي :

$$v_i + w_j \leq c_{ij}$$

وبالتالي تكون صيغة النموذج المرافق كمايلي :

$$f(v_i, w_j) = MaxZ = \sum_{i=1}^{m} a_i v_i + \sum_{j=1}^{n} b_j w_j$$

تحت القيود :

$$v_i + w_j \leq c_{ij}$$

ان خصائص العلاقة بين النموذج **الأصلي/المرافق** في البرمجة الخطية تتوفر في مسائل النقل باعتبارها حالة خاصة من البرامج الخطية :

- إذا كان لأحد النموذجين حل فان النموذج الأخر (مرافق/الأصلي) له أيضا حل وتكون قيمة دالة الهدف هي نفسها في المثولية (الحل الأمثل) للنموذجين الأصلي/المرافق

أي :

$$MinC = C^* = MaxZ = Z^*$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j}^{n} c_{ij}x_{ij}^* = \sum_{i=1}^{m} a_i v_i^* + \sum_{j=1}^{n} b_j w_j^* \ldots . (1)$$

- اذا كان القيد ***(ij)*** للنموذج المرافق غير مشبع في المثولية أي انه اصغر تماما من c_{ij} فان المتغير x_{ij} يكون معدوم في الحل المثالي للنموذج الأصلي.

$$v_i^* + w_j^* < c_{ij} \Rightarrow x_{ij}^* = 0 \ \ldots . (2)$$

- أما إذا كان القيد ***(ij)*** للنموذج المرافق مشبع في المثولية أي أن هذا القيد مساوي لـــ c_{ij} فان المتغير x_{ij} يكون موجب تماما في الحل المثالي للنموذج الأصلي.

$$v_i^* + w_j^* = c_{ij} \Rightarrow x_{ij}^* > 0 \ldots . (3)$$

العلاقة (2) و(3) تم استنتاجها انطلاقا من العلاقة (1) كمايلي :

في الحل الأمثل تتحقق العلاقة (1)[1]

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j}^{n} c_{ij}x_{ij}^{*} = \sum_{i=1}^{m} a_i\, v_i^{*} + \sum_{j=1}^{n} b_j\, w_j^{*}$$

بتعويض a_i و b_j تصبح العلاقة :

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j}^{n} c_{ij}x_{ij}^{*} = \sum_{i=1}^{m}(\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^{*})v_i^{*} + \sum_{j=1}^{n}(\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^{*})w_j^{*}$$

و منه :

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j}^{n}(v_i^{*} + w_j^{*} - c_{ij})x_{ij}^{*} = 0 \ldots\ldots (*)$$

العلاقة إذن (*) تتحقق في **المثولية** و نستنتج منها الخصائص التالية :

$$v_i^{*} + w_j^{*} < c_{ij} \ldots\ldots si \ldots\ldots x_{ij}^{*} = 0$$
$$v_i^{*} + w_j^{*} = c_{ij} \ldots\ldots si \ldots\ldots x_{ij}^{*} > 0$$

- تبين العلاقات الأخيرة انه في الحل الأمثل[2] يجب ان تحقق أي خلية x_{ij} مشغولة

(مشحونة بحمولة من المصدر i إلى الوجهة j) مساواة لجموع متغيرات النموذج المرافق (v_i, w_j) مع التكلفة c_{ij} لهذه الخلية.

أما الخلية الفارغة (غير مشغولة) فيجب أن تحقق شرط ان مجموع متغيرات النموذج المرافق(v_i, w_j) اصغر تماما من التكلفة c_{ij} لهذه الخلية.

ان طريقة توزيع المعدلة *Modi* تقوم على أساس النتائج السابقة و تتمثل خطواتها فيما يلي :

[1] Mohammed Aidene . Brahim Okacha . **Recherche opérationnelle-programmation linéaire**. rééditons des plages blues .Algérie.2007.page 127.

[2] Boualem Benmazouz .**recherche opérationnelle de gestion** .op cit .page150.

✓ تحديد (v_i, w_j) من اجل الخلايا الممتلئة (المشغولة) وذلك من خلال المعادلة التالية :

$$v_i + w_j = c_{ij}$$

هذه المعادلة هي معادلة ذات مجهولين إذن لذينا حلول غير منتهية حيث نقوم بإعطاء أي قيمة لـــ v_i نجد w_j ومن اجل التبسيط نعطي v_i قيمة **0** وتكون مرافقة للسطر (i) الذي يحتوي على الخلية الممتلئة ذات اكبر تكلفة وحدية تم نقوم بحساب بقية القيم (v_i, w_j).

✓اختبار الخلايا الفارغة (الغير مشحونة) حيث إذا تحقق الشرط :

$$(v_i + w_j) - c_{ij} < 0$$

من اجل كل الخلايا الفارغة في الجدول فان هذا يدل على أن الحل المتوصل إليه هو الأمثل (أي ان التكلفة المتوصل إليها تمثل أدنى تكلفة لنقل الشحنات من المصادر إلى الوجهات).

اما في حالة العكس أي :

$$(v_i + w_j) - c_{ij} \geq 0$$

فان هذا يدل على ان الحل المتوصل إليه غير امثل ويمكن استخدام الخلية (ij) اي القيام بشحنها وذلك لأنها توفر في التكاليف الإجمالية للنقل ويتم شحن هذه الخلية من خلال المسار المغلق الذي تنتمي إليه بأقل عدد من الوحدات في الخلايا السالبة التي تقع في صف أو عمود هذه الخلية وهذا بنفس المراحل السابقة (الموضحة في الطريقة المباشرة *SSM*)

✓ بعد تعديل أي خلية فارغة نعاود الخطوات السابقة إلا أن نصل إلى الحل الأمثل أي تحقق الشرط :

$(v_i + w_j) - c_{ij} < 0$ ..... من اجل كل الخلايا غير مشحونة.

حالة خاصة [1]: في بعض الحالات لا يتحقق شرط ان عدد الخلايا المشغولة يكون مساوي لمجموع عدد الصفوف و عدد الاعمدة ناقص واحد (حالة التفكك):

عدد الخلايا المشغولة=عدد الصفوف+عددالاعمدة−1.

عدد الخلايا المشغولة=(m+n-1).

حيث يمكن أن يظهر هذا المشكل إما في جدول الحل الابتدائي الأول او خلال عملية تعديل الحل للوصول إلى حل امثل بإحدى الطريقتين السابقتين في هذه الحالة نضيف أصفار إلى الخلايا الفارغة (**0**) وتعني أن الشحنات معدومة بها بحيث يتم تحقيق الشرط السابق (تخلص من حالة التفكك).(في حالة مصادفة هذا المشكل خلال مراحل تعديل الحل فانه يتم إضافة أصفار إلى الخلايا التي كانت مشغولة في المرحلة السابقة).

* Boualem Benmazouz .**recherche opérationnelle de gestion**. Op cit .page 153.

II -2 نظرية الشبكات :

1- لمحة تاريخية :

لاشك أن تحليل شبكات النقل على جانب كبير من الأهمية فهي انعكاس للتطور الاقتصادي و يعبر **فيتز جيرالد** عن ذلك بقوله" ان التباين في خصائص شبكات النقل هو انعكاس للمظاهر الاقتصادية و الاجتماعية"[1]، وأول خطوة لتحليل ودراسة شبكات النقل هي تحويلها إلى بيان يتكون من مجموعة من العقد و تمثل محطات في شبكة النقل و الأقواس هي الطرق المباشرة بين هذه العقد و الأسلوب الذي يدرس مثل هذه الأنماط للعقد و الوصلات يعرف بـــ نظرية الشبكات أو نظرية البيانات (***Graphs Teory***).

تعتبر نظرية الشبكات إحدى الفروع الرياضيات والتي عرفت تطورا ملحوظا في السنوات الأخيرة حيث في البداية كانت امتدادا لنظرية المجموعات ولكن مع مرور الزمن تمكنت من اكتساب مصطلحات غنية خاصة بها نظرا لأهميتها واتساع مجالات تطبيقاتها و منها [2]: مسائل المرور و النقل،الحواسب(الإعلام الآلي)،الكيمياء العضوية ، علوم اجتماعية (نمدجة العلاقات) ، جدولة المشاريع.....الخ.

في سنة 1822 تم إدخال مصطلح "الشبكة"من طرف الانجليزي ***J.J.Sylvester*** غير ان المراجع لم تظهر إلا بعد الحرب العالمية الأولى حيث اصدر في سنة 1936 أول كتاب حول نظرية الشبكات[3] من طرف الرياضي المجري **د.كوينيج *Denis Konig*** ولقد ظهرت بعد المسائل الهامة في نظرية الشبكات أول ما ظهرت كلعبة***puzzeles*** غير ان أول دراسة ظهرت بلاشك هي مسالة جسور مدينة ***Koenigsborg*** (قد تمت إعادة تسمية هذه المدينة وأصبحت تسمى كالينجراد ***(Kalingrad)***) حيث أن نهر بريجل (***Pergel***) يشق هذه المدينة إلى أربعة أجزاء و هناك سبعة جسور تربط بين هذه الأجزاء من المدينة فالإشكال الذي كان مطروح يتمثل في إيجاد مسار تجوال في المدينة بحيث لا يتم عبور الجسر الواحد إلا مرة واحدة وقام بدراسة هذا المشكل الرياضي الألماني ***L.Euler*** (1707/1783) وذلك في سنة 1736 غير انه اثبت أن هذا مستحيل (أي لا يوجد حل للإشكال المطروح).

---

[1] سعيد عبده . **أسس جغرافية النقل**.مكتبة انجلو المصرية للطباعة و النشر. ص 72.

[2] الدكتور السعدي رجال . **بحوث العمليات في الإدارة،المالية،التجارة**. مرجع سبق ذكره.ص67.

[3] Nadia Belharrat&collectif. **les manuels de l'étudient-Théorie des graphes –Recherche opérationnelle**. Edition les pages blues internationales, juillet 2005 Algérie. Page09.

و خلال الحرب العالمية الثانية(1936-1945) بدأت دراسات و بحوث في الميدان العسكري أدت إلى نشأت علم بحوث العمليات ممأدى إلى تطور نظرية الشبكات كنموذج لحل بعض المشاكل الملموسة[1]في تلك الفترة و في السنوات الموالية للحرب ازدادت أهمية هذا الأسلوب من بحوث العمليات وهذا بعد التطورات الذي حدثت في إدارة الأعمال و من ابرز المختصين في هذه الفترة نذكر[2] :

Kohn(1955) - Dantzig – Ford&Fulkerson(1956)- Ghouila –Houry – harary - Bellman - Berge son ouvrage "théorie des graphs et des applications " publie en 1958 – Roy – Faure - Kanfmann…….ect.

ومع تطور الحاسبات الآلية و زيادة الاهتمام بمجال الإعلام الآلي و الاتصالات في سنوات 1960 قام مجموعة من الخبراء في الإعلام الآلي مثل :

Djikastra - Knuth- Wirth – Sarharovitch - Goudran…..

وآخرون بالمساهمة في تطوير خوارزميات الشبكات حيث ساعدت على نمدجة وحل المشاكل عن طريق الحاسبات الآلية مما أدى إلى الاختصار في الوقت و سهولة الوصول إلى نتائج الحل الخاصة بالمشاكل المعقدة.

[1] Didier Maquin. **Élément de théorie des graphes**. Institut national de polytechnique de Loraine.2003.p5

[2] Jean Hélary. **Algorithmique des graphes**. infic .juin.2004.page 09.

2- مفاهيم عامة حول الشبكات :

- **البيان (الشبكة) :**[1] لنفرض انه لدينا ***n*** نقطة و المسماة رؤوس او قمم *(sommets ou nœuds)* والتي نرمز لهاب $x_1, x_2 \ldots . x_n$ أو ***(a,b,c…)*** و لنرمز ب ***X*** لمجموعة هذه النقاط :

$$X = \{x_1, x_2 \ldots . x_n\}$$

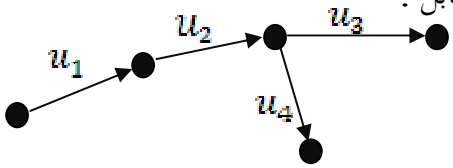
ليكن **U** مجموعة جزئية من الجداء الديكارتي **X.X** (مجموعة الثنائيات $\{x_i, x_j\}$) و التي يمكن تشكيلها انطلاقا من عناصر المجموعة X بعض هذه العناصر يرتبط فيما بينها بخطوط موجهة تسمى أقواس*(arcs)* او بخطوط غير موجهة تسمى أضلع أو أحرف*(arête)*والتي نرمز لها بـــ $u_1, u_2 \ldots . u_k$ نقول ان المجموعتين **X** و**U** حيث :

$$U = \{u_1, u_2 \ldots . u_k\}, \quad X = \{x_1, x_2 \ldots . x_n\}$$

تعرفان بيان*(**graph**)* والذي نرمز له ب **G** حيث أن الرؤوس هي عناصر المجموعة **X** (مجموعة منتهية غير خالية) وحيث أن الأقواس هي عناصر المجموعة **U** (مجموعة ثنائيات الرؤوس) ،

هذا البيان يعبر عنه كمايلي : $\mathbf{G = \{X, U\}}$

- **الرؤوس أو القمم** *(sommets , nœuds)* : هي تلك النقاط التي ينطلق منها أو يصل إليها الخط (موجه او غير موجه).
- **الأقواس***(arcs)* : هي أسهم او خطوط موجهة تمتلك حدا ابتدائيا و حدا نهائيا فالقوس معرف بالزوج (الثنائي) من الرؤوس التي تربطه.
  - الأقواس المتجاورة *(arcs –adjacents)*[2]: نقول عن قوسين أنهما متجاورين إذا كان لهما حد مشترك نلاحظ مثلا في الشكل المقابل :



u_1, u_2: هما قوسان متمايزان و متجاوران.

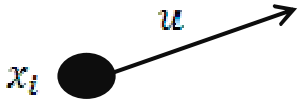
u_1, u_4: هما قوسان متمايزان و غير متجاوران.

[1] الدكتور السعدي رجال .**بحوث العمليات في الإدارة، المالية، التجارة**. مرجع سبق ذكره.ص68.

[2] F.Droesbeke , M.hallin, CL.Lefevre .**les graphes par l'exemple** .Edition ellipes.p12.

- الأقواس الساقطة *(arcs incidents)* :القوس يكون ساقطا إلى أي رأس (قمة) نحو الداخل او نحو الخارج[1].

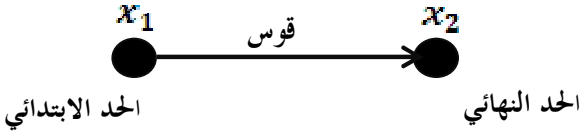
أ- قوس ساقط إلى الرأس x_i نحو الخارج : نقول عن قوس انه ساقط إلى الرأس نحو الخارج إذا كان هو الحد الابتدائي للقوس علما انه رأس متميز عن الحد النهائي للقوس



في هذه الحالة فان الحدود النهائية للقوس u تسمى لواحق الرأس x_i .

ب- القوس ساقط إلى الرأس x_i نحو الداخل: نقول عن القوس u انه ساقط إلى الرأس x_i نحو الداخل إذا كان هو الحد النهائي للقوس و إذا كان الحد الابتدائي متميز عنه يسمى في هذه الحالة سابقة الرأس او مجموعة السوابق اذا كان هناك أكثر من سابقة.

- **الحدود** *(extrémités)* : حدي القوس هما الرأسين الذين يربطهما القوس و في هذه الحالة يمكن القول ان هما رؤوس متجاورة*(sommets adjacents)*.



- **الأضلع أو الأحرف** *(arêtes)* : هي خطوط ولكن غير موجهة تمتلك حد ابتدائي و حد نهائي و يعرف الضلع (يسمى أيضا حرف) بالرأسين الذين يربط بينهما.

  - إذا كانت الخطوط موجهة فإننا نقول لذينا أقواس و ياخد اسم بيان موجه (***graph orienté***) .
  - إذا كانت الخطوط غير موجهة فإننا نقول أن لذينا أضلع وياخد اسم بيان غير موجه (***non orienté***) .

كل بيان غير موجه يمكن ان نقابله ببيان موجه و ذلك من خلال تعويض كل ضلع بقوسين متعاكسين في الاتجاه.

[1] Jean-Claude Fournier. **Théorie des graphes et applications avec exercices et problèmes**. Edition Lavoisier, Paris 2006.

2-1. مفاهيم موجهة *(concept orienté)* :

يقصد بالمفاهيم الموجهة كل المفاهيم التي تستخدم اتجاه الأقواس*(arcs)* في تعريفها.

- **بيان موجه** *(graphs orienté)*: [1]هو نظام مكون مجموعة منتهية من العقد ($x_1, x_2 \ldots . x_n$) مرتبطة فيما بينها بمجموعة منتهية من الخطوط في شكل أسهم نسميها أقواس*(arcs)* حيث ان :

$$(x_i, x_j) \neq (x_j, x_i)$$

- **المسار** *(chemin)*: المسار هو تعاقب لأقواس متجاورة تمكننا من الانتقال بصورة مستمرة من قمة لأخرى و يتم التعبير عن المسار من خلال ذكر أقواسه او الرؤوس التي تكونه [2](القمم) أما طوله فهو عبارة عن عدد الأقواس التي يتكون منها.

  - المسار البسيط *(chemin simple)* :إذا كان لا يمر إلا مرة واحدة بالأقواس التي يتكون منها و في الحالة العكسية نقول إن المسار مركب.
  - المسار الأولي *(chemin élémentaire)* [3]: إذا كان لا يلتقي أكثر من مرة بكل قمة في الحالة العكسية نقول ان المسار غير أولي.
  - المسار الهاملطوني *(chemin hamiltonien)*: نقول عن مسار انه هاملطوني إذا مر بكل رؤوس البيان مرة واحدة و واحدة فقط.
  - المسار ما قبل الهاملطوني *(pré-hamiltonien)* :هو كل مسار يستخدم على الأقل مرة كل رأس من رؤوس البيان.
  - المسار الألرياني*(chemin Eulérien)* : هو كل مسار يمر مرة واحدة وواحدة فقط على كل حرف من أحرف البيان.
  - المسار ماقبل الالرياني*(pré-Eulérien)* : هو كل مسار يمر على الأقل مرة على كل حرف من أحرف البيان.

---

[1] Jean-Claude Fournier**. Théorie des graphes et applications avec exercices et problèmes**. Op cit.p81

[2] Nadia Belharrat & collectif .**les manuels de l'étudient-Théorie des graphes–Recherche opérationnelle**. Op cit page 75

[3] الدكتور السعدي رحال .**بحوث العمليات في الإدارة،المالية،التجارة** . مرجع سبق ذكره.ص71.

- **الدارة** (*circuit*): هي مسار مغلق على نفسه أي أن نقطة الانطلاق و نقطة الوصول متطابقتين لهذا المسار.
  - الدارة البسيطة (*circuit simple*) : نقول عن دارة أنها بسيطة إذا لم تستخدم مرتين نفس القوس في الحالة العكسية نقول أن الدارة مركبة[1].
  - الدارة الأولية (*circuit élémentaire*): نقول عن دارة أنها أولية إذا لم تستخدم مرتين نفس الرأس باستثناء رأس (قمة) الانطلاق و الوصول الذين يتطابقان بالتعريف للدارة.
  - الدارة الالريانية (*circuit Eulérien*) : هي كل دارة تمر مرة واحدة و واحدة فقط بكل أحرف البيان.
  - الدارة الهاملطونية (*circuit hamiltonien*): هي كل دارة تمر مرة واحدة و واحدة فقط بكل رؤوس البيان (باستثناء الرأس الذي انطلقنا منه اذا يجب الرجوع اليه حتى تكون لذينا دارة).
- **الحلقة أو العقدة** (*boucle*): هي خط موجه يعود إلى نقطة الانطلاق و بعبارة أخرى الحلقة هي قوس ينطبق فيه الحد الابتدائي مع الحد النهائي[2].
- **طول المسار او الدارة** : طول المسار $u_1, u_2 \dots u_k$ (أو الدارة) هو عدد الأقواس التي يتكون منها هذا المسار او الدارة ، لنفرض ان لدينا المسار :

$\mu = (u_1, u_2 \dots u_k)$ يرمز إلى طول هذا المسار كمايلي $L(\mu) = k$ حيث k يمثل عدد الأقواس هذا المسار.

[1] Nadia Belharrat & collectif **. les manuels de l'etudient-Théorie des graphes –Recherche opérationnelle.** Op cit page .71

[2] الدكتور محمد راتول .**بحوث العمليات**. مرجع سبق ذكره.ص251

2-2. مفاهيم غير موجهة *(concepts non orienté)* :

يقصد بالمفاهيم الغير موجهة كل المفاهيم التي لا تعتمد في تعريفها على اتجاه القوس (مفاهيم لا تاخد في الحسبان اتجاه الأقواس) في هذه الحالة نعوض : [1]

-القوس بالحرف او الضلع.

-المسار بالسلسلة.

-الدارة بالدورة.

- **الضلع** (الحرف) : في البيان نقصد بالحرف مجموعة الرأسين x_i, x_j بحيث ان :

$$\forall i,j / i \neq j \quad (x_i, x_j) \epsilon U \quad , (x_j, x_i) \epsilon U$$

أي انه يكافئ قوسين متعاكسين.

- **سلسلة** (*chaine*) : السلسلة هي تتابع من الأحرف يكون الطرف النهائي لكل حرف هو الطرف الابتدائي للحرف الموالي باستثناء الطرف النهائي لحرف النهائي.

  - السلسلة البسيطة : سلسلة ذات طول اكبر من واحد حيث أن كل الأحرف (x_i, x_{i+1}) هي متمايزة تسمى سلسلة بسيطة.
  - السلسلة الهاملطونية : نقول عن سلسلة أنها هاملطونية كل سلسلة مستقلة ذات طول ***(n-1)*** حيث ***n*** عدد القمم او الرؤوس، يمثل طول السلسلة عدد الأحرف التي تكون هذه السلسلة.

- **الدورة** (*cycle*) : الدورة هي سلسلة بسيطة تغلق على نفسها و بعبارة أخرى هي مجموعة من الأحرف بحيث كل حرف هو متجاور لحرفين من المجموعة [2].

  - الدورة الهاملطونية : هي كل دورة تمر مرة واحدة و واحدة فقط عبر كل ضلع.
  - الدورة الأولية : هي كل دورة لا تمر عبر نفس الرأس مرتين باستثناء رأس الانطلاق و الوصول الذين يتطابقان.

- **الشجرة** (*arbre*) : بيان مترابط غير موجه بدون دارة أو حلقة.

---

[1] الدكتور السعدي رحال.**بحوث العمليات في الإدارة، المالية، التجارة**. مرجع سبق ذكره.ص79.

[2] F.Droesbeke, M.hallin, CL.Lefevre .**les graphes par l'exemple**. Op cit .page 16.

3- أنواع البيانات (الشبكات) :

- **بيان متناظر** (*graphe symétrique*) [1]:

نقول عن البيان $G = \{X, U\}$ بانه متناظر إذا كان :

$$(x_i, x_j) \in U \Rightarrow (x_j, x_i) \in U \ , \ \forall x_i, x_j \in X$$

- **بيان ضد تناظري** (*graphe anti symétrique*):

نقول عن بيان انه ضد تناظري اذا كان بالبيان قوس لا يوجد له نظير اي :

$$(x_i, x_j) \in U \Rightarrow (x_i, x_j) \in U \ , \ \forall x_i, x_j \in X \ , x_i \neq x_j$$

- **بيان تام** (*graphe complet*):

نقول عن البيان $G = \{X, U\}$ انه بيان تام اذا :

$$(x_i, x_j) \in U \Rightarrow (x_i, x_j) \in U \ , \ \forall x_i, x_j \in X \ , x_i \neq x_j$$

بتعبير أخر اذا كان بين القمتين مختلفتين يوجد على الأقل قوس في احد الاتجاهين نقول عن هذا البيان انه تام.

- **بيان مقيم** *graphe valué* [2] نقول عن بيان انه مقيم إذا كان لكل قوس موجود بالبيان قيمة عددية هذه القيمة تعبر عن العديد من الوقائع منها :
  - المسافة بين قمتين x_i, x_j.
  - قدرة التدفق بين القمتين x_i, x_j.
- **بيان بيبارتي** (*graphe biparti*) [3] نقول عن البيان انه بيبارتي إذا أمكن تجزئة قممه إلى مجموعتين اثنين X_1 و X_2 حيث ان الروابط تكون بين قمم المجموعتين(أي لايمكن أن ترتبط عناصر المجموعة الواحدة فيما بينها) ويعبر عنه ب $G = \{X_1, X_2, U\}$ حيث ان

$$X_1 \cup X_2 = X \quad et \ X_1 \cap X_2 = \emptyset$$

ابرز مثال عن هذا النوع مسائل النقل (مثلا عناصر المجموعة X_1 تمثل مراكز انتاج والمجموعة الثانيةX_2 مراكز التوزيع).

---

[1] الدكتور السعدي رحال .**بحوث العمليات في الإدارة، المالية، التجارة**. مرجع سبق ذكره.ص79.

[2] F.Droesbeke , M.hallin, CL.Lefevre **.les graphes par l'exemple** . op cit .page 54.

[3] Nadia Belharrat & collectif. **Les manuels de l'etudient-Théorie des graphes –Recherche opérationnelle**. op cit.page23.

4- تطبيقات نظرية الشبكات في النقل (نظرية التدفق الاعظمي) :

إحدى التطبيقات الهامة لنظرية الشبكات تتجلى في تمثيل و حل مسائل المرور و النقل (*Circulation*)

فالمسالة التقليدية هي تنظيم عملية نقل البضائع بين المخازن و محلات البيع و ذلك من خلال تصريف اكبر عدد من الكميات المخزنة في عدة نقاط نحو عدد كبير من محطات الاستقبال وهذا النوع من المشاكل التي تعترض مؤسسات النقل او الشركات الكبرى التي تود تمويل محلاتها تاخد بعين الاعتبار المعطيات الأساسية الثلاثة التالية [1]:

- القدرات الإنتاجية لكل وحدة.
- حاجيات كل مخزن.
- قدرات النقل المتاحة بين الوحدات الإنتاجية (المعامل...) والمخازن (محلات البيع...).

إن البضائع المنقولة يمكن ان تكون بضائع تنقل من مناطق مختلفة على متن بواخر طاقة نقلها محدودة إلى مناطق الى مناطق أخرى تكون فيها أيضا طاقة استقبالها محدودة، وقد تكون المادة المنقولة سوائل عبر أنابيب طاقة تصريفها محدودة إلى خزانات رئيسية او مناطق استهلاكية طاقة استقبالها أيضا محدودة....الخ.

إن نمدجة مشكلة التدفق الاعظمي تتطلب قبل كل شئ توضيح مفهومين [2]:

- **التدفق في البيان** (او الشبكة): هو التدفق الممكن في البيان من مجموعة المنابع (وحدات إنتاجية مثلا) الى مجموعة من المصبات(مخازن مثلا). و الذي نهدف إلى إيجاد أعظم قيمة له في البيان تحت قيد محدودية طاقة نقل الأقواس في البيان.
- **شبكة النقل** : نقصد بشبكة النقل كل بيان بدون دارة يحتوي على مدخل (قمة ابتدائية) نسميه (O) و مخرج (القمة النهائية) نسميها (S) مثلا وتكون الأقواس فيه مقيمة بأرقام تدل على طاقة كل منها بحيث ان القمة O تنطلق منها جميع الأقواس ولا يصل إليها اي قوس بينما القمة S تصل إليها الأقواس ولاينطلق منها أي قوس، الأقواس يمكن ان تكون أنابيب لنقل المواد السائلة او الغازية (ماء،بترول،غاز طبيعي.....)كما يمكن ان تكون أسلاك ربط كهربائي او هاتفي كما يمكن ان تعبر عن حمولة و سائل النقل المستخدمة (بواخر، طائرات،شاحنات او غير ذلك).

[1] الدكتور السعدي رجال.**بحوث العمليات في الإدارة، المالية، التجارة**. مرجع سبق ذكره.ص80.

[2] Jean pierre védrine, Elisabeth bringuier&Alain brisard. **Techniques quantitatives de gestion.**p 177.

- **صياغة مشكلة التدفق الاعظمي :**

ليكن لذينا البيان الموجه و الغير متماثل $G(X,U)$ يحتوي على n قمة ، x_1 تمثل مدخل البيان و القمة x_n مخرج البيان ، نرفق كل قوس $(x_i,x_j) \in U$ بالكمية الصحيحة وغير سالبة (c_{ij}) والتي تمثل قدرات هذا القوس، يشكل لنا هذا البيان شبكة نقل مقيمة بقدرات مختلفة ونرمز لها بـــ $T(X,U,C)$ حيث :

$C = \{c_{ij}, (x_i,x_j) \in U\}$ ، نسمي تدفق في الشبكة $T(X,U,C)$ مجموع التدفقات غير سالبة (φ)

$\varphi = \{\varphi_{ij}, (x_i,x_j) \in U\}$، هذا التدفق ممكن يحقق الشروط التالية : [1]

$$(1) \dots\dots \varphi_{ij} \leq c_{ij} \quad ,(x_i,x_j) \in U$$

$$(2) \dots\dots \begin{cases} \sum_{x_j \in U_{x_i}^+} \varphi_{ij} = \sum_{x_j \in U_{x_i}^-} \varphi_{ji} \\ \sum_{x_j \in U_{x_1}^+} \varphi_{1j} = \sum_{x_j \in U_{x_n}^-} \varphi_{jn} = \varphi(\varphi) \end{cases}$$

- القيد (1) متعلق بتحقيق شروط عدم تجاوز قدرات الأقواس (x_i,x_j).
- القيد(2) متعلق بتحقيق **قاعدة كيرشوف**(***loi Kirchoff***) و المتمثلة في تساوي كمية التدفقات الداخلة إلى كل قمة مع كمية التدفقات التي تخرج منها إضافة إلى شرط أن كمية تدفقات التي تخرج من القمة x_1 مساوية لكمية التدفقات التي تدخل القمة x_n .

تتمثل المشكلة في إيجاد أعظم تدفق في الشبكة $\varphi(\varphi)$، و يمكن صياغة هذه المشكلة في نموذج برمجة خطية وحلها بطريقة السمبلكس غير أن هناك طرق أكثر كفاءة و سهلة التطبيق وأكثرها استخداما هي خوارزمية فورد فولكرسن.

[1] F.Droesbeke , M.hallin, CL.Lefevre .**les graphes par l'exemple** . Op cit .page 181.

- **خوارزمية فورد فولكرسون**(*Ford-Fulkerson*) **لإيجاد التدفق الاعظمي (الصياغة الأولى) :**

تتكون خوارزمية فورد فولكرسون من ثلاثة مراحل :

المرحلة الاولى : " تمرير الجريان او التدفق حسب المعقول "

نمرر في الشبكة G(U ,X) جريان (عدد المارين، التعبئة ،تدفق سلعي...) بصورة معقولة متطابقا مع الخصائص التالية : [1]

- الخاصية **1** : أن التدفق عبر الأقواس لا يجب أن يكون عدد سالب

$$\varphi(u) \geq 0 \quad , u \in U$$

- الخاصية**2**: كمية التدفقات الداخلة مساوية لكمية التدفقات الخارجة عند كل قمة (قاعدةكرشوف) أي[2]:

$$\sum_{u \in U_x^-} \varphi(u) - \sum_{u \in U_x^+} \varphi(u) = 0$$

U_x^- : **تمثل الأقواس الساقطة نحو داخل القمة x**

U_x^+ : **تمثل الأقواس الساقطة نحو خارج القمة x**

- الخاصية**3** :كمية التدفق $\varphi(u)$ في كل قوس (u) لا يجب ان تتجاوز قدرته (طاقته) $C(u)$.

$$\varphi(u) \leq c(u)$$

يمثل هذا التدفق حلا أساسيا أوليا و الذي سوف نقوم بتحسينه وتكون قيمته φ:

$$\varphi = \sum_{u \in U_E^+} \varphi(u) = \sum_{u \in U_S^-} \varphi(u)$$

U_E^+ : تمثل الأقواس الساقطة نحو خارج القمة E والتي تمثل قمة الانطلاق في البيان.

U_S^- : تمثل الأقواس الساقطة نحو داخل القمة S والتي تمثل قمة الوصو

المرحلة الثانية : "البحث عن جريان تام "

نقول عن جريان انه تام إذا كان كل مسار ينطلق من المدخل البيان E و يصل الى المخرج S يحتوي على الاقل على قوس (u) مشبع[3] ونقصد بقوس مشبع كل قوس (u) يحقق مايلي $\varphi(u) = c(u)$

نقوم بتحسين التدفق (الجريان) حتى يكون كل مسار من مدخل البيان إلى المخرج يحتوي على الأقل قوس مشبع وذلك بإتباع منهجية المرحلة الثالثة أدناه.

ملاحظة : الجريان التام لايعني الجريان الاعظمي.

---

[1] الدكتور السعدي رحال .**بحوث العمليات في الإدارة،المالية،التجارة**. مرجع سبق ذكره.ص82.

[2] F.Droesbeke , M.hallin, CL.Lefevre .**les graphes par l'exemple** . Op cit .page 179.

[3] Boualem Benmazouz .**recherche opérationnelle de gestion**. op cit .page187.

المرحلة الثالثة : " التأشير"

ننطلق في هذه المرحلة من القمة E مدخل البيان ونقوم بمايلي [1] :

- نؤشر القمة E بالإشارة $(+)$.
- تحديد قوس غير مشبع الذي ينطلق من القمة E إلى القمة i ونقوم بتأشير القمة i بـــ $(+E)$ ونطرح السؤال التالي :

  هل يوجد قوس غير مشبع ينطلق من القمة i نحو القمة j ؟
- إذا كان الجواب "**نعم**" نضع بجوار القمة j العلامة $(+i)$ ، اذا كان الجواب "**لا**" فإننا نقوم بطرح السؤال الموالي :

هل يوجد قوس غير معدوم (قوس به حمولة) ينطلق من قمة ما j ويصل الى القمة i ؟ إذا كان الجواب بـــ "**نعم**" نضع بجوار القمة j العلامة $(-i)$

تم نعاود طرح السؤال الأول من جديد و في كل مرة نؤشر القمة التي نصل إليها ب (+) أو (−) القوس السابق أو اللاحق حسب الحالة دون إعادة تأشير القيم التي تم تأشيرها من قبل.

- إذا استحالت الإجابة و كنا لم نصل إلى تأشير القمة S مخرج البيان فان التدفق يكون أعظمي و الحل هو الحل الأمثل ، أما ا ذا تم تأشير قمة S نقوم بتحديد السلسلة المؤشرة و نبدأ بتحسين الحل بإضافة او إنقاص انسب كمية من الأقواس المكونة للسلسلة بحيث يجب مراعاة عدم تجاوز القيود الطاقة القصوى للأقواس و عدم إحداث أقواس بقيمة سالبة.
- نعاود من جديد الخطوات السابقة ويتم الوصول إلى الحل الأمثل (التدفق الاعظمي) لما يستحيل تأشير القمة S مخرج البيان و فق الخوارزمية المذكورة أعلاه. [2]

[1] الدكتور محمد راتول . **بحوث العمليات** . مرجع سبق ذكره.ص 274

[2] مثال توضيحي حول استخدام الطريقة يرجى مطالعة المرجع : محمد راتول. **بحوث العمليات**. ص 274

- **خوارزمية فورد فولكرسن (صياغة الثانية) :**

إن خوارزمية فورد فولكرسون تهتم بالبحث عن سلسلة مؤشرة μ من مدخل البيان x_0 إلى القمة x_n مخرج البيان و تتكون من الأقواس $\{(x_0,.),\dots\dots(x_i,x_j),\dots,(.,x_n)\}$ وذلك من خلال عملية تأشير القمم حيث :

$$(1)\dots\dots(x_i,x_j)\in\mu\dots\dots ssi\dots(r_{ij}=c_{ij}-\varphi_{ij}\geq 0)$$

القوس (x_i,x_j)...(1) غير مشبع.

$$(2)\dots(x_j,x_i)\in\mu\dots\dots ssi\dots(r_{ij}=\varphi_{ij}\geq 0)$$

القوس (x_j,x_i)...(2) به تدفق موجب (هجولة).

على أساس هذه الملاحظات يمكن إرفاق التدفق φ في كل مرحلة من مراحل البحث عن التدفق الاعظمي بالبيان $G(\varphi)=(x,u(\varphi))$ الذي يسمى "بيان الانحراف" ***graph d'écart*** [1] بحيث من اجل كل ثنائية (x_j,x_i) تنتمي إلى $G(\varphi)$ لدينا :

$$(x_i,x_j)\in u(\varphi)\dots\dots ssi\dots(c_{ij}-\varphi_{ij}>0)\dots..(1)$$

الشرط (1) يبين ان القوس (x_i,x_j) غير مشبع ويمكن زيادة التدفق عبره.

$$(x_j,x_i)\in u(\varphi)\dots\dots ssi\dots(\varphi_{ij}\geq 0)\dots.(2)$$

يبين الشرط(2) ان تدفق ذو قيمة موجبة يمر عبر القوس (x_i,x_j).

من الواضح ان كل سلسلة يمكن تأشيرها انطلاقا من القمة x_0 الى القمة x_n في البيان G تتطابق مع المسارات من x_0 الى x_n في البيان الانحراف $G(\varphi)$.

يمكن تلخيص خطوات الحل اعتمادا على مفهوم البيان الانحراف فيمايلي :

- باعتبار ان التدفق المعدوم يمثل حل أساسي ابتدائي للمشكلة، اذن بيان الانحراف $G(\varphi_0)$ في هذه الحالة هو نفسه البيان G . والقدرات المتبقية عبر الأقواس (x_i,x_j) هي نفسها طاقة الاقواس.
- تعديل التدفق :يتم تحديد مسار(μ) ينطلق من القمة x_0 إلى القمة x_n في بيان الانحراف و اختيار اقل قيمة يمكن تمريرها عبر هذا المسار ، هذا التدفق الجديد يعتبر بمثابة الحل الاساسي للمرحلة الموالية.
- إعادة رسم البيان الانحراف المرافق للتعديل الجديد $G(\varphi_1)$ و تحديد المسار الذي سوف يتم تحسينه ، نستمر في العملية الى ان نصل الى مرحلة التي لا يمكننا فيها تحديد اي مسار ينطلق من القمة الابتدائية x_0 الى القمة x_n في البيان $G(\varphi)$،يكون التدفق المحصل عليه هو التدفق الاعظمي [2] .

[1] F.Droesbeke , M.hallin, CL.Lefevre .**les graphes par l'exemple** . Op cit .page 185.

[2] مثال توضيحي حول استخدام الطريقة يرجى مطالعة المرجع السابق ص 187

- **البحث عن تدفق الأقل التكاليف**(*flot au cout minimum*) **:** [1]

ليكن لذينا البيان $G(X,U)$ مقيم بحيث نرفق كل قوس من هذا البيان بالعددين الحقيقيين c_{ij} ، d_{ij} على التوالي حيث:

c_{ij} : هي طاقة القوس (x_i,x_j) .

d_{ij} : هي تكلفة الوحدوية لنقل السلع عبر القوس (x_i,x_j) .

التكلفة الإجمالية لأي تدفق محقق φ يرمز لها ب$d(\varphi)$ وهي مجموع تكاليف تدفقات φ_{ij} عبر كل قوس (x_i,x_j) :

$$d(\varphi)=\sum_{(x_i,x_j)\in\varphi_{ij}} d_{ij}.\varphi_{ij}$$

نعتبر مجموعة من التدفقات φ التي لها نفس القيمة $\alpha(\varphi)$، نقول عن تدفق من هذه المجموعة انه تدفق الاقل تكلفة، اذا كان اجمالي تكاليف التدفقات المارة عبر اقواس هذا البيان اقل مايمكن، فيما يلي نوضح خوارزمية إيجاد تدفق الأقل تكلفة في شبكة مقيمة .

- **خوارزمية إيجاد التدفق الأقل تكلفة**[2](*Busacker-gowen*/1961)

هذه الخوارزمية هي امتداد مباشر لخوارزمية فورد فولكرسن (صياغة ثانية) حيث تقوم برسم بيان الانحراف $G(\varphi)=(x,u(\varphi))$ المرافق للبيان G في كل مرحلة من مراحل تعديل التدفق غير انه يشترط فيها تحديد المسار (μ) في كل مرحلة على أساس المسار الأقل تكاليف الذي ينطلق من x_0 و يصل الى القمة x_n، بتعبير اخر كل تكلفة d_{ij} تعتبر كمسافة بين x_i و x_j نقوم باختيار اقصر مسار من القمة x_0 الى القمة x_n.

(في حالة بيان معقد يتم اللجوء إلى خوارزمية فورد لتحديد اقصر مسار "اقل تكلفة").

بعد تحديد المسار نقوم بتعديله وذلك بتمرير اقل تدفق ممكن عبره δ.

ملاحظة : في كل مرحلة من مراحل الحل يجب :

- من اجل كل قوس(x_i,x_j) ينتمي إلى البيان الانحراف$G(\varphi)$ حيث $c_{ij}-\varphi_{ij}>0$ نرفق تكلفة $(+d_{ij})$ و تعني ان نقل وحدة واحدة عبر هذا القوس تكلف d_{ij}.
- من اجل كل قوس (x_j,x_i)ينتمي الى البيان $G(\varphi)$ حيث $\varphi_{ij}>0$ (تدفق موجب يمر عبر هذا القوس) نرفق بالعدد $(-d_{ij})$ والذي يعني ان نقل وحدة واحدة عبر هذا القوس سوف توفر لنا في التكلفة

[1] F.Droesbeke , M.hallin, CL.Lefevre .**les graphes par l'exemple** . Op cit .page 197.

[2] Pierre lopez . **Cours de graph** .laas.cnrs.octobre2000.page 173.

بمقدار d_{ij} نصل إلى الحل الأمثل أي تدفق الأقل تكلفة عندما يستحيل تحديد أي مسار ينطلق من القمة x_0 و يصل إلى القمة x_n في بيان الانحراف $G(\varphi)$.

II-3 البرمجة الدينامكية :

1- مفهوم البرمجة الدينامكية:

تفترض الطرق و التقنيات السابقة بان المسائل التي تواجهها المؤسسة لاتتطور و لاتتميز بالحركة ، لان معطيات هذا النوع من المسائل تتميز بنوع من الثبات ، و ان المؤسسة في حد ذاتها نظاما ساكن *(systéme statique)* ، و ان المؤسسة تنطلق من وضعية معينة لاتخاذ القرارات على اعتبار أن تلك الوضعية سوف تستمر مستقبلا و لا يمكن ان تتغير[1] ، لكن في الواقع فان المؤسسة نظام ديناميكي و أكثر حركة ولا تتعلق الحركة هنا بعامل الزمن فقط ففي بعض المسائل فان هذه الحركة تكون و هميه في شكل مراحل .كل هذه المسائل او غيرها و التي تتميز بالتطور و الحركة يتم حلها بكيفية تدعى البرمجة الدينامكية او البرمجة المتعددة المراحل[2] *(multistage programing)* ، وهي كيفية التي تسمح بالإيجاد أمثلية دالة قابلة للتقسيم و متكونة من عدة متغيرات مرتبطة فيما بينها ببعض القيود و بذلك فان البرمجة الدينامكية تاخد بعين الاعتبار التطورات في المعطيات سواءا كان هذا التطور كامل التقديرات او انه غير كامل ، ومهما كانت المعطيات مستمرة او انها في شكل متقطع ، تستخدم البرمجة الدينامكية لحل المسائل الدينامكية مثل مسائل النقل ، اختيار الاستثمارات ، تخطيط الإنتاج ، إدارة المخزون (يتميز بالحركة)...، .

يقترن تاريخ أسلوب البرمجة الديناميكية باسم **رتشارد بلمان** حيث يرجع له الفضل الأساسي في ابتكار الأسلوب .فقد قام بلمان بنشر مايقارب100 بحث في الموضوع أثناء قيامه بالبحث العلمي في شركة راند خلال الخمسينات من القرن الماضي وقد قام بتلخيص مساهمته في ابتكار الأسلوب في كتابه كما ترجع و الذي نشر له سنة1957 التسمية التي أطلقت على الأسلوب أيضا إلى بلمان.

لكون البرمجة الدينامكية تعتبر سلسلة مسائل جزئية متكونة من مجموعة من القرارات مرحلية فإنها تنطلق لحل مثل هذه المسائل من قاعدة مفادها ان السياسة المثلى هي التي مهما كان الوضع الأول و القرار الأول فان القرارات التالية يجب ان تشكل سياسة المثلى للوضعية الناتجة عن القرار الأول ذلك ان انتقال النظام من

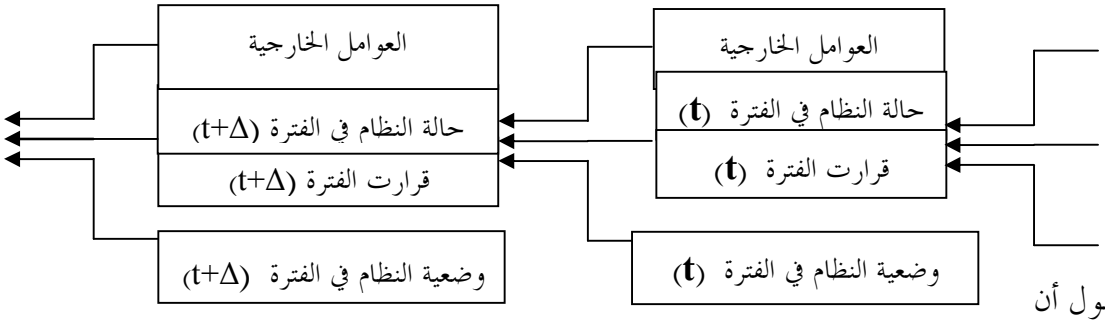
[1] اليمين فالته . **بحوث العمليات**.جامعة محمد خيضرة . بسكرة. الجزائر. 2006.ص247

[2] إسماعيل إبراهيم جمعة ، زينات محمد محرم. **المحاسبة الإدارية و نماذج بحوث العمليات في اتخاذ القرارات**.مرجع سبق ذكره.ص618 .

وضعية معينة في الفترة الى وضعية اخرى في الفترة يكون النظام أحسن مهما كان عليه الوضع قبل الانتقال هذا الأخير يتاثر بعوامل ثلاثة وهي متغيرات خارجية، حالة النظام في الفترة ، القرارات السابقة ،

ونلخص هذه العوامل في الشكل الموالي[1] :

الشكل2-5 "العوامل المؤثرة في النظام"



مما سبق يمكن القول أن

-البرمجة الديناميكية هي أسلوب تحليلي لتقرير الخطة المثلى لتحقيق أهداف معينة تخضع لقيود معينة.

- مجموعة من الإجراءات التحليلية للازمة لإيجاد الحل الأمثل للمشكلة التي يمكن صياغتها على هيئة مجموعة من القرارات يحكمها مبدأ **بلمان** للأمثلة.

2- عناصر نموذج البرمجة الدينامكية :

يتم القيام بالعمليات الحسابية للبرمجة الدينامكية على مراحل وذلك بتقسيم المشكلة الى مجموعة من المشاكل الفرعية لتخفيض حجم العمليات الحسابية ، وحيث ان المشاكل الفرعية تعتمد على بعضها البعض فلا بد من القيام ببعض العمليات الحسابية لربط حسابات تلك المشاكل بطريقة تضمن ان الحل الممكن لأي مرحلة يعد ممكنا كذلك بالنسبة للمشكلة ككل وتتمثل عناصر نموذج البرمجة الدينامكية في [2]

- المرحلة(***stage***) يقصد بالمرحلة في البرمجة الدينامكية جزء من المشكلة يرتبط به عدد من البدائل المتنافسة و التي يتعين اختيار أفضل بديل فيها.
- الحالة (***state***) حتى يمكن إبعاد تأثير اعتماد المراحل على بعضها البعض ، يتم ربط كل مرحلة بتعريف الحالة التي تكون سائدة في كل منها و تعبر الحالة عادة عن القيود الموضوعة لربط كل المراحل مع بعضها، قد تكون الحالة متعلقة بالمراحل المحددة تماما عن طريق حالة النظام و القرارات المتخدة في المرحلة الراهنة و هو مايعرف بالتأكد التام وقد لاتكون الحالة التي ستسود في المراحل التالية محددة و معروفة بالتمام عن طريق الحالة الحالية و القرار المتخذ في هذه الحالة و هو مايعرف بعدم التأكد ،

[1] اليمين فالته . **بحوث العمليات**.مرجع سبق ذكره.ص248

[2] إسماعيل إبراهيم جمعة، زينات محمد محرم .**المحاسبة الإدارية و نماذج بحوث العمليات في اتخاذ القرارات**.مرجع سبق ذكره.ص619

وهناك مؤشرين أساسيين في تعريف الحالة :

- تحديد العلاقة التي تربط المراحل فيما بينها.
- المعلومات التي نحتاجها من المراحل السابقة في سبيل اتخاذ قرارات المراحل اللاحقة.

3- طرق وخطوات الحل باستخدام البرمجة الدينامكية :

إن حل المشاكل باستعمال البرمجة الديناميكية يتضمن طريقتين[1]:

- **الطريقة الأمامية:**

حيث يعتمد هذا الأسلوب على القيم المرتبة كما يلي تصاعديا :

$$f_1 \rightarrow f_2 \rightarrow \cdots f_n$$

- **طريقة الحسابات الخلفية**

وهي معاكسة للطريقة الأولى إذ تستخدم العلاقة التكرارية في إيجاد الحل الأمثل عن طريق التحرك إلى الخلف مرحلة بمرحلة وفي كل مرحلة يتم إيجاد الخطة المثلى لكل حالة من حالات هذه المرحلة إلى أن نصل إلى المرحلة الأولى ويتم تحديد سلسلة القرارات المتخذة من المرحلة الأخيرة الى المرحلة الأولى و التي تجعل المردود الإجمالي امثلي [2] وبذلك يتم ترتيب الدوال تنازليا كالأتي:

$$f_n \rightarrow f_{n-1} \rightarrow \cdots f_1$$

يثار التساؤل لماذا نحتاج إلى الطريقة الخلفية و معادلتها و خاصة أن طريقة الأمامية تبدو منطقية و يمكن تتبعها بسهولة ! هناك حالات يكون فيها فرق بالنسبة لكفاءة العمليات الحسابية تبعا لأي طريقة يتم اختيارها و خاصة في المشاكل التي تتضمن اتخاذ القرارات على مدار فترة من الزمن[3] مثل مشاكل المخزون و تخطيط الإنتاج ، النقل..ففي مثل هذه الحالات فانه يتم تخصيص الحالات بناءا على ترتيب الزمني للفترة التي تمثلها و تزيد كفاءات العمليات الحسابية على ما إذا كانت الطريقة المستخدمة أمامية او خلفية و قد أظهرت الخبرة العملية أن الطريقة الخلفية ذات كفاءة حسابية عالية في كثير من الأحيان.

---

[1] د عبد الحي مكي . **المعلومات المحاسبية و بحوث العمليات في اتخاذ القرارات**. الدار الجامعية. إسكندرية.مصر. 1998.ص670

[2] Boualem Benmazouz. **Recherche opérationnelle de gestion.** Op cit .page177.

[3] Jean pierre védrine , Elisabeth bringuier & Alain brisard **.techniques quantitatives de gestion.** Op cit .p 316.

غير ان هناك بعض الصعوبات في استخدام البرمجة الديناميكية وتتمثل هذه الصعوبات في صياغة المشكلة وفي خوارزمية الحل إذ أن كل مشكلة لها تطبيق مميز عن الأخر وفي ضوء ذلك تعد البرمجة الديناميكية نقيضا للبرمجة الخطية لعدم وجود صياغة قياسية لها .

وتتمثل خطوات الحل باستخدام تقنية البرمجة الدينامكية [1]:

- تقسيم المشكلة الأصلية إلى عدة مشاكل فرعية يطلق عليها المراحل.
- البدء في حل المرحلة الأخيرة للمشكلة بالنسبة لكل المواقف او الحالات المحتملة.
- العمل على إتباع إجراءات من الخلف إلى الأمام و بداية من مرحلة الأخيرة ثم حل كل مرحلة وسيطية و تحديد الحلول المثلى حتى المرحلة الأخيرة و النهائية.
- التوصل الى الحل الأمثل للمشكلة الأصلية عن طريق حل كل المراحل المتعاقبة او اللاحقة.

4 – استخدام البرمجة الدينامكية في حل مشاكل النقل :

من ابرز المسائل التي يمكن حلها باستخدام تقنية البرمجة الدينامكية مشكلة النقل ، على سبيل المثال تريد مؤسسة ما نقل كمية معينة من المنتجات من المنطقة (أ) الى المنطقة (**ب**) غير انه لا يوجد خط نقل مباشر بين المنطقتين و المكلف بعملية النقل مضطر ان يمر عبر مناطق مختلفة ليصل الى المنطقة (**ب**) إذن باعتماد على البرمجة الدينامكية في حل مثل هذا النوع من المشاكل نقوم بتقسيم عملية النقل الى عدة مراحل وتحديد المخطط الذي يوضح إمكانية نقل المنتجات إلى المنطقة المستهدفة ، يتكون هذا المخطط من عدة مراحل تظم كل مرحلة عدة مناطق ، يربط بين مناطق المراحل المختلفة عدة أسهم تبين طرق النقل و نجد على كل سهم رقم يمثل تكلفة النقل عبر ذلك الطريق، بحيث تقوم المؤسسة بنقل المنتجات مرورا بإحدى مناطق المرحلة الأولى ثم تمر بإحدى مناطق المرحلة الثانية و هكذا إلى أن تصل إلى المنطقة المستهدفة وبالتالي لديها احتمالات كثيرة ويصعب تحديدها.

نقوم بتطبيق نظرية بالمان (***Bellman***) الخاصة بالبرمجة الدينامكية على هذا المثال بحيث ينظر إلى المرحلة الأخيرة فنجد خيار وحيد للوصول ، هو الوصول إلى المنطقة (**ب**) مهما تكن المنطقة التي ينطلق منها الناقل في المرحلة ماقبل الأخيرة .

[1] نبيل محمد مرسي. **أساليب التحليل الكمي– أساسيات علم الإدارة التطبيقي** . المكتب الجامعي الحديث . الإسكندرية . مصر 2006.ص379

نقوم بترجمة عملية النقل هذه رياضيا باستخدام العلاقة التتابعية الخلفية ، نرمز بـــ $f_n(i)$ الى تكلفة السياسة المثلى فيما اذا تم الانطلاق من المنطقة (i)في المرحلةn و لغاية الوصول الى المنطقة الأخيرة و إذا رمزنا بـــ c_{ij} إلى تكلفة نقل البضائع بين المنطقتين في أي رحلة كانت فان العلاقة التتابعية الخلفية لهذه المسالة تاخد الصيغة التالية [*] :

$$f_n(i) = Min\{c_{ij} + f_{n+1}(j)\}$$

II-4 محددات أساليب ونماذج بحوث العمليات:

رغم ان أساليب بحوث العمليات أثبتت انها تقنيات فعالة لاتخاذ قرارات وحل المشاكل الكبيرة والمعقدة و خاصة تلك المتعلقة بمشاكل النقل إلا أنها تواجه بعض الانتقادات والتي يمكن ذكرها فيما يلي :

- تفرض هذه التقنيات في جميع الحالات فكرة الحل الأمثل بصفة ضرورية و هذا ما لا يشجع على الحوار ما بين المحلل و متخذ القرار و الذي من شانه ان يكون مثمرا من اجل عملية اتخاذ القرار.
- تسعى هذه التقنيات الى تحقيق هدف واحد فقط و هذا ما لا ينطبق مع الواقع العملي الذي يواجهه متخذ القرار حيث يهدف في كثير من أحيان الى تحقيق عدة أهداف في ان واحد من خلال عملية نقل المنتجات كنقل اكبر كمية ممكنة إلى نقاط الطلب وذلك بأقل مايمكن من إجمالي التكاليف .
- تؤدي تقنيات بحوث العمليات في كثير من أحيان إلى فقدان جزء هام من المعلومات المتعلقة بالمسالة التي لها دور كبير في صياغة النموذج المناسب و اتخاذ أفضل قرار ممكن.
- قصور هذه الأساليب أمام المواقف المرتبطة بالسلوك الانساني لذلك فإن حل المشكلات واتخاذ القرارات يحتاج إضافة لاستخدام الأساليب الكمية إلى تفكير خلاق من متخذ القرار يعتمد بالدرجة الأولى على قدرته ومهارته في صياغة المشاكل التي تواجهه.

[*] مثال توضيحي حول استخدام البرمجة الدينامكية في حل مشكلة النقل يرجى مطالعة المرجع :
" ***Introduction à la science de gestion-methodes déterminantes . Op cit*** "

خلاصة الفصل الثاني

لم يعد لدى المؤسسات اليوم حرية الاختيار بين اتخاذ القرار في مجال تسير و ظيفة النقل على أسس ودلائل معلوماتية أو الاعتماد على الحدس الشخصي والخبرات. ولم يعد استخدام الأسس والمناهج العلمية لدعم وصنع القرار سمة تميز المؤسسات المتطورة، بقدر ما أصبحت ضرورة والتزاما على كل المؤسسات حيث أصبح النقل من أهم الأنشطة الاقتصادية في العصر الحديث بالنسبة لها ذلك لأنه يعمل على تكامل النشاط البشري في المكان من خلال تبادل المنتجات والخدمات والأنشطة الأخرى كما يعمل على تجميع الأفراد والطاقات والمنتجات وكذا توزيعهم. لذلك برزت الحاجة إلى وجود وتطوير نماذج الأساليب الكمية في إدارة وظيفة النقل ما يؤدي إلى الرفع من مستوى ونوعية الخدمة المقدمة للزبائن ، تدنئه التكاليف الإجمالية للمؤسسات التي تتبني فلسفة إدارة شبكة الإمداد إضافة إلى استمراريتها في ظل المنافسة