الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Tasdawit Akli Muḥend Ulḥag - Tubirett -
Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de Gestion
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محند أولحاج
- البويرة -
كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير

مطبوعة موجهة إلى طلبة العلوم المالية و المحاسبة

بعنوان:

محاضرات في التقنيات الكمية للتسيير

من إعداد الدكتورة:
شدري معمر سعاد

العام الجامعي: 2021/2020

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرس المحتويات

الفهرس	الصفحة
الفهرس	I.
فهرس الأشكال	II.
مقدمة	أ
المحور الأول: التقنيات الكمية واتخاذ القرار	
أولا- مفهوم اتخاذ القرارات	2
ثانيا- استخدام التقنيات الكمية في اتخاذ القرار	17
ثالثا- النظريات المفسرة للتقنيات الكمية	18
المحور الثاني: البرمجة الخطية باستخدام السمبلاكس	
أولا-مفهوم البرمجة الخطية:	27
ثانيا- الحلول البيانية للبرنامج الخطي	37
ثالثا-الطريقة المبسطة (السمبلكس Simplex Method	46
المحور الثالث: مسائل النقل	
أولا- مفاهيم نظرية عن نموذج النقل	68
ثانيا-أنواع مشاكل النقل	71
ثالثا- حل مشكلة النقل	74
المحور الرابع: نماذج التخصيص وشبكات الأعمال	
أولا-مفهوم نموذج التخصيص أو التعيين	94
ثانيا-طرق حل مشاكل التخصيص	98
ثالثا-حالات خاصة في مسألة التخصيص:	110
رابعا- شبكات الأعمال	111
الخاتمة	124
قائمة المراجع	126

قائمة الأشكال:

الرقم	اسم الشكل	الصفحة
01	موقع نموذج التخصيص ضمن نموذج البرمجة الخطية	95

مقدمة

مقدمة:

يتسم الاقتصاد العالمي اليوم بالتطور في استخدام التكنولوجيا و المعلوماتية والمعرفية، فهو اقتصاد مبني على المعرفة والمعلومات، ولكن في نفس الوقت يعاني من ندرة الموارد المستخدمة في العملية الإنتاجية، فحتى تتمكن المؤسسة تلبية احتياجات المستهلكين وضمان استمرار نشاطها فهي ملزمة بالاستخدام الأمثل للموارد المتاحة بالموازنة بين أهدافها ومواردها، لذا يتوقف ذلك على الرشادة في اتخاذ القرار، والذي يعتبر أساس العملية الإدارية في المؤسسة، ويشمل جميع أنشطة المؤسسة المختلفة والذي يساهم في الرفع من جودة الأداء داخل المؤسسة.

وبعد الثورة الصناعية وما صاحبها من تداعيات على الاقتصاد العالمي أدت إلى الاعتماد على التقنيات الكمية في مجال التسيير، خاصة وأن هذه التقنيات مستعملة في مجال الرياضيات والإعلام الآلي، لذا أصبح حل المشكلات الإدارية وخاصة في مجال الإنتاج يتطلب تطبيق النماذج الاقتصادية بصيغة رياضية، من هنا تظهر أهمية التقنيات الكمية في مجال التسيير والإدارة بتحويل مسائل إدارية إلى أرقام وحلها بالطرق الرياضية الحديثة سواء بالبرمجة الخطية والاعتماد على الطرق البيانية لحل هذه المسائل أو باستخدام simplex في مختلف الحالات التي تواجه المسير الخاصة بالتعظيم الأرباح أو الكميات المنتجة أو تدنية التكاليف أو ساعات العمل...الخ، فالتقنيات الكمية ليست مجرد أسلوب رياضي فقط وإنما وسيلة حديثة مساعدة على اتخاذ القرارات وتوجيه الإدارة للوصول إلى أمثل الحالات كأعلى إيراد في حالة تعظيم الأرباح، أو أدنى التكاليف المستعملة للوصول إلى الكميات المثلى في حالة التدنية.

وبناء على ما سبق ذكره فإن هذه المطبوعة تهدف إلى إكساب الطالب معلومات نظرية وتطبيقية عن كيفية استخدام التقنيات الكمية في المجال الاقتصادي، بداية تحديد العلاقة بين التقنيات الكمية واتخاذ القرارات من التطرق إلى القيم الكمية المساعدة على اتخاذ القرار كمعيار التشاؤم والتفاؤل والأسف وغيرهم بالإضافة إلى شجرة القرار التي تقوم التي تقوم على البدائل وحالات الطبيعة، مع التطرق كيفية استخدام التقنيات الكمية في اتخاذ القرار من خلال صياغة نماذج رياضية لحل مشكلات إدارية، وذلك بتبسيط العديد من المشاكل المعقدة وتنظيمها بشكل علمي مدروس، مع عرضنا للنظريات المفسرة للتقنيات الكمية أهمها نظرية الاحتمالات التي تقوم بالتنبؤ بالحوادث المستقبلية في المؤسسة وحساب تقديراتها لمساعدة الإدارة في اتخاذ القرار المناسب فيما يخصها، وكذا نظرية صفوف الانتظار والمحاكاة التي تقوم على إيجاد صورة طبق الأصل لمسألة رياضية بشكل مصغر، مع البرمجة الخطية التي تقوم على تبسيط مشاكل الإنتاج والنقل في شكل كمي

ومن ثم القيام بحلها، ونظرية القرار التي تقوم على تطوير قواعد إدارية عامة لكيفية اتخاذ القرار في ظل التنافس باتباع استراتيجية من كلا طرفي التنافس لزيادة الربح أو تقليل الخسارة لكل منهما.

ومن ثم قمنا بالتطرق إلى استعمال البرمجة الخطية في مجال التسيير بمختلف أشكالها سواء بالطريقة البيانية التي تستعمل في حالة وجود متغيرين فقط، أو بطريقة simplex في حالتي التعظيم والتدنية، وهذه الأخيرة تقوم على طريقتين: طريقة Big M أو طريقة المرحلتين، بغرض الوصول إلى الحل الأمثل المتمثل في تعظيم الأرباح أو تدنية التكاليف.

ثم تطرقنا إلى مسائل النقل والطرق الكمية المستعملة في حلها بعد صياغة البرنامج الرياضي لها، بداية بإيجاد الحل الأول ثم تحسينه إما بطريقة الحجر المتنقل أو التوزيع المعدل، ومن ثم التحقق من مدى الوصول إلى الحل الأمثل.

وفي المحور الأخير عرضنا كيفية استعمال الطرق الكمية في حل نماذج التخصيص من حيث التعظيم أو التدنية بالاعتماد على نموذج البرمجة الخطية/ نموذج النقل، أو الاعتماد على طريقة التوافيق المختلفة أو الطريقة الهنغارية، وكذا شبكات الأعمال من حيث احتساب الوقت الأمثل لإنجاز المشاريع أو متى بداية المشروع ومتى نهايته بالاعتماد على طريقة برت port للمساهمة في تخطيط المشاريع و الرقابة عليها، وكذا طريقة المسار الحرج CPM الذي يستخدم في تخطيط ومراقبة كل من الوقت والتكلفة.

وهذه المطبوعة موجهة لطلبة الماستر 2 في مالية المؤسسة ومختلف التخصصات الأخرى في السنوات المختلفة من الليسانس إلى الماستر في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية خاصة بالنسبة للطلبة الذين يدسون رياضيات المؤسسة وبحوث العمليات.

المحور الأول:

التقنيات الكمية واتخاذ القرار

المحور الأول: التقنيات الكمية واتخاذ القرارات

تعتبر التقنيات الكمية أسلوب رياضي، يتم من خلاله معالجة المشاكل الإدارية بالاعتماد على الموارد المتاحة من البيانات والطرق التي تستخدم من طرف متخذي القرارات، تعتمد التقنيات الكمية في اتخاذ القرار على استخدام الطرق الرياضية والإحصائية وبحوث العمليات في تحليل البيانات والمعلومات للوصول إلى القرار المناسب بعيدا عن الحدس والتخمين الشخصي من أجل الوصول إلى الحلول المثلى بغرض تجنب العشوائية وأساليب التجربة والأخطاء الناتجة عنها.

أولا– مفهوم اتخاذ القرارات:

لقد أصبحت استمرارية المؤسسة وتحقيق أرباح متزايدة هي الأساس الذي تقوم عليه الاقتصاديات الحديثة، فمتخذ القرار لا يعتمد على العشوائية عند اتخاذ القرار وإنما يعتمد على معطيات دقيقة.

1–تعريف اتخاذ القرار:

قبل عرض تعريف اتخاذ القرار سنقوم أولا بتعريف القرار والذي هو: "مجموعة من الأعمال المختارة بطريقة عقلانية من بين الإمكانيات المتاحة لتقليص من معدل عدم الملائمة المحسوس في المشكل بغرض التحقق".[1]

و بتعريف آخر فإن القرار هو: "اختيار بديل معين من عدة بدائل لمواجهة موقف معين أو لمعالجة مشكلة أو مسألة تنتظر الحل".[2]

وعليه فالقرار هو اختيار بديل معين من عدة بدائل لمواجهة موقف معين أو لمعالجة مسألة تنتظر الحل، ويمثل التصرف العقلاني في اختيار البديل الأفضل من بين البدائل المتاحة للوصول إلى الحل الأمثل.

ويتضح من التعاريف أعلاه أن القرار يخضع للاختيار بين عدة بدائل متاحة، وبالتالي فإن اتخاذ القرار هو القدرة على اختيار بديل مناسب من بين البدائل المتاحة، وعليه ينمن تعريف اتخاذ القرار بأنه: "" القدرة على اختيار الأعمال واستعمال الوسائل المتاحة لتقليص الفرق بين ما تهدف إليه المؤسسة وحالة المحيط الذي يعرض اختيارات مختلفة".[3]

وهنا يمكن النظر إلى اتخاذ القرار على أنه جزء من صناعة القرار ينقل المسير من وظيفة التخطيط إلى التنفيذ، فهو الجزء الهام في صناعة القرار الأفضل للمؤسسة، الناتجة عن القدرة في اختيار الأعمال واستعمال الوسائل المتاحة لتقليص الفجوة بين أهداف المؤسسة والظروف الاقتصادية المحيطة بها، ويتوقف على نشاط وحجم المؤسسة وعلى قدرة وكفاءة القرارات في اختيار أحسن بديل لضمان نجاحها و استمرارية نشاطها.

2-خطوات اتخاذ القرار:

إن عملية اتخاذ القرارات تمر بعدة خطوات و هي:

2-1- تحديد الهدف أو المشكلة:

إن الخطوة الأولى لاتخاذ القرار هي تحديد الهدف أو المشكلة التي تحتاج إلى اتخاذ قرار بشأنها[4]، حيث أن هناك قرارات روتينية و متكررة نتيجة حدوث نفس المشكلة من حيث طبيعتها و متغيراتها، فحين تكون غير متكررة عندما تقع المشكلة لمرة واحدة أو لعدة مرات و لكن ليس بنفس الأسلوب.[5]

ففي حالة وجود مشكلة جديدة يعني وجود اختلاف بين الموقف الحالي و الموقف المرغوب الوصول إليه و تتكون هذه المرحلة على ثلاثة مراحل فرعية و هي:

- ❖ **الاستكشاف:** هو متابعة الموقف الحالي في ضوء الظروف المتغيرة التي تؤدي إلى ظهور مشكلة؛
- ❖ **التعرف الدقيق على نوع المشكلة:** و هو تحديد دقيق لحجم الاختلاف بين الموقف الحالي و الموقف المطلوب الوصول إليه، و ترجمة ذلك بشكل كمي و نوعي؛
- ❖ **التشخيص:** هو تجميع بيانات إضافية وتحديد المتغيرات المؤثرة في المشكلة، و النتائج المترتبة على وجودها.

2-2- مرحلة جمع المعلومات اللازمة عن المشكل:

تعني البحث عن الحلول المختلفة لحل المشكلة القائمة، و يتم جمع البيانات وفق المراحل التالية:

- إعداد الجداول المتعلقة بالبيانات وفق تصنيف يتناسب و طبيعة المشكلة؛
- إجراء التحليلات الإحصائية الأولية لإيجاد الوسط الحسابي و الانحرافات المعيارية لبيانات المشكلة؛
- تحديد المتغيرات الثابتة و المستقلة وفق التحليلات السابقة.

2-3- مرحلة البحث عن البدائل:

إن وجود عدد من البدائل يمكن متخذ القرار أن يجد حلولا مختلفة لمشكلة القرار، فبواسطة خبرته السابقة يتمكن متخذ القرار من مقارنة الحلول التي يتبناها غيره في الوحدات الأخرى مع استعمال تفكيره الذاتي والمستقل، و بالتالي يقوم متخذ القرار بترشيد عملية اتخاذ القرارات و الذي يعتبر نجاحا للمؤسسة ككل.[6]

2-4- مرحلة تقييم البدائل و اختيار الحل:

في هذه المرحلة يتم تقييم البدائل عن طريق حصر مزايا و عيوب كل بديل مع إجراء بعض التعديلات الضرورية عليها لكي يتسنى اختيار الأفضل منها، بعد تقييم كل بديل على حدى يتم اختيار البديل المناسب لحل المشكلة.

2-5- مرحلة تنفيذ القرار و تقييم النتائج:

هي المرحلة الأخيرة من خطوات اتخاذ القرار حيث يتم وضع البديل أو الحل الذي تم اختياره موضع التنفيذ، فهذه المرحلة هي من أكثر مراحل اتخاذ القرار تحديا بالنسبة لمتخذ القرار فهي تستلزم تخصيص المهمات للأشخاص الذين يقومون بتنفيذ البديل المختار مع احترام الجدول الزمني اللازم لتنفيذ ذلك.

فالتنفيذ الجيد يتوقف على عدة عوامل أهمها:

- اقناع العاملين بأهمية تنفيذ الحل؛
- توفير الموارد الكافية لتنفيذ القرار الذي تم اتخاذه؛
- واقعية الحل و دقته؛
- اختيار الوقت و المكان المناسب لتنفيذ القرار.

من المهام الأساسية لمتخذ القرار في هذه المرحلة العمل على تهيئة البيئة الداخلية و الخارجية لتفعيل القرار وتنفيذه، فبعد تنفيذ البديل الممكن يتم متابعة هذا التنفيذ وفقا لما هو مخطط بتوفير الوسائل الكفيلة بإجراء عملية المتابعة هذه من خلال نظام للمعلومات.

3- أهمية نظام المعلومات في ترشيد القرارات:

تمثل المعلومة مجموعة من العناصر التي تعكس حقيقة اقتصادية، و يمكن أن تقدم معرفة مفيدة تساعد المؤسسة على ممارسة نشاطها[7]، وتتلخص في البيانات التي تمت معالجتها بشكل ملائم لتعطي معنى كاملا بالنسبة لمستخدميها بما يمكنهم من استخدامها في العمليات الجارية و المستقبلية.[8]

تتميز المعلومة بالخصائص التالية:

- **سهولة و سرعة الحصول على المعلومة**: و هي عدم وجود أية عراقيل للحصول على تلك المعلومة؛
- **الشمول و الملائمة**: و تتمثل في كمال المعلومة و ملاءمتها إلى طلب المستخدم أي يجب أن تكون ملائمة للموضوع محل البحث؛

- **الدقة و الوضوح:** و هي خلو المعلومة من أية أخطاء سواء أخطاء في النقل أو أخطاء في الحساب ويجب أن تكون خالية من الغموض و سهلة الفهم من طرف المستخدمين؛
- **المرونة و الوقت المناسب:** تعني قابلية المعلومات على التكيف للاستخدام لأكثر من مستخدم مع شروط الحصول عليها في الوقت المناسب لمتخذ القرار، فأي تأخير لا يصبح لتلك المعلومة أية قيمة؛
- **عدم التحيز و قابلية القياس:** و هو عدم وجود أي تغير أو تحريف للمعلومة بهدف التأثير على المستخدم للوصول إلى نتيجة معينة و كذا إمكانية قياسها في شكل كمي.

فالمعلومة تحدد اتجاه القرار الذي سيتم اتخاذه فهي تمثل مكونات أساسية لنظام المعلومات، ويتوقف نجاح القرار على مدى صحة هذه المعلومات ودقتها.

4– بيئة اتخاذ القرارات الإدارية:

إن القرارات الإدارية ناتجة عن تعدد الأنشطة الإدارية داخل المؤسسة و اختلافها[9]، فعملية اتخاذ القرارات الإدارية تتصف بالواقعية حيث أنها تقبل بالوصول إلى الحد المعقول و ليس إلى الحد الأقصى، كما أنها تتأثر بالعوامل البيئية المحيطة بها، فأي ظروف خارجية يمكن أن تؤثر في عملية اتخاذ القرارات الإدارية و مع ذلك فهي تتميز بالاستمرارية كونها تتم بصفة دورية في المؤسسة، فالقرارات المتكررة في المؤسسة هي القرارات التي يتم جدولتها و برمجتها.

تتمثل بيئة القرار في مجموعة العوامل و الظروف و المواقف و الأحداث التي قد يصعب السيطرة عليها و التي تؤثر على النتائج المترتبة على القرار، و التي يتم تصنيفها فيما يلي:

4–1–اتخاذ القرارات الإدارية في حالة التأكد:

حسب هذه الحالة يكون لمتخذ القرار معلومات تامة و كاملة عن النتائج الخاصة بالقرار[10]، فيكون متخذ القرار على معرفة تامة بكافة نتائج بدائل القرار، وتكون مصفوفة القرار على شكل عمودين فقط، العمود الأول يمثل بدائل القرار والعمود الثاني يمثل نتائج البدائل تحت حالة طبيعة واحدة، فإذا كان على القرار يمثل ربحا فمن الطبيعي أن يتخذ القرار والذي يحدد أقصى ربح، وإذا كان القرار تكلفة فالقرار الذي يصاحبه هو تحقيق أدنى تكلفة[11]، فمتخذ القرارات الإدارية يكون على علم بمكانة المعلومات المرتبطة بعملية اتخاذ القرار فهو بذلك يختار البديل الذي يحقق أفضل النتائج المتوقعة، و يتم اتخاذ القرار وفق هذه الحالة عن طريق اتباع الخطوات التالية:

– إعداد جدول مصفوفة القرار ذات العمود الواحد؛

– اختيار الاستراتيجية الملائمة التي تحقق أفضل النتائج.

فاتخاذ القرارات في ظل حالة التأكد يمثل الناتج النهائي الإيجابي للمجهود المتكامل من الأداء والأفكار والاتصالات التي يقوم بها متخذ القرار، و قدرته على الحصول على معلومات كاملة ومؤكدة عن الطبيعة التي ستحدث عن طريق تنبئه لنتائج كل بديل من البدائل المتاحة مسبقا قبل التنفيذ.

مثال:

مؤسسة مختصة في الاستثمار في العقارات، قامت بيع ثلاثة أنوع، وكان سعر البيع الوحدي حسب حالات الطلب التي يظهرها جدول النتائج التالي:

		طلب مرتفع	طلب متوسط	طلب منخفض
البدائل المتاحة	بيع عقارات سكنية	20000	15000	8000
	بيع عقارات تجارية	10000	9000	6000
	بيع عقارات صناعية	150000	120000	40000

المطلوب: -هل يعتبر إعداد جدول النتائج كاف لحل المشكلة، برر إجابتك؟

-ما هو الهدف الذي تسعى المؤسسة لتحقيقه، وما هي شروط تحديد حالات الطبيعة؟

-لتكن احتمالات حالات الطلب كما يلي: احتمال طلب مرتفع 0.25 احتمال طلب متوسط 0.35 واحتمال طلب ضعيف =؟. **فما هو احتمال طلب ضعيف؟**

-ففي حالة تأكد متخذ القرار بأن الحالة الطبيعية الثالثة هي التي ستحدث، **فما هو القرار الأفضل الذي يختاره؟**

– لنفرض أنه توفر للإدارة المعلومات الكاملة عن الحالة الطبيعية التي ستحدث وهي طلب مرتفع، وأن تكلفة المتر الواحد معلومة وفق الجدول التالي:

		طلب مرتفع	تكلفة المتر الواحد
البدائل المتاحة	بيع عقارات سكنية	20000	1600
	بيع عقارات تجارية	10000	1000
	بيع عقارات صناعية	150000	5000

–يطلب منك تحديد البديل الأفضل باستخدام معيار المنفعة الأعلى:

-الحل:

1- نعم بإعداد جدول النتائج فإن المشكلة أصبحت جاهزة للحل من الناحية المنهجية لأن صنع القرار يعتمد على الأساليب الكمية (الصياغة الحسابية) وهو أحسن أسلوب مستعمل لتحديد الحل وحل المشكلات، فهو يقوم بتحديد هدف المؤسسة سواء تعظيم الأرباح أو تدنية التكاليف، و يحدد القيم المشروطة (التكلفة أو الربح بالقيم)

2- الهدف الذي تسعى المؤسسة لتحقيقه هو: تحقيق أعظم ربح ممكن

-تتمثل شروط تحديد حالات الطبيعة:

-يجب أن تكون حالات الطبيعة متنافية بشكل متبادل أي أن: ظهور حالة طبيعية ينفي ظهور باقي الحالات الأخرى، مثلا: وجود طلب مرتفع ينفي طلب متوسط أو منخفض، فيرمز لحالات الطبيعة ب h ويرمز للحالات المتنافية بالرمز $p(h)$.

-يجب أن تكون حالات الطبيعة شاملة، أي أن الحالات الطبيعية المحددة تشمل جميع الحالات الطبيعية التي يمكن أن تظهر.

-مجموع حالات الطبيعة = 1

3- احتمال طلب ضعيف: مجموع حالات الطبيعة = 1 منه: $0.25 + 0.35 + x = 1$ منه: $\mathbf{x=0.40}$

4-تحديد القرار الأفضل الذي يختاره:

بما أن الحالة الطبيعية الثالثة التي ستحدث أي طلب منخفض (حالة مؤكدة) والنتائج في الجدول تمثل تحقيق أكبر ربح ممكن، فإن القرار الأمثل يتمثل في **الحالة الثالثة** (**بيع عقارات صناعية**) **لأنها تحقق أكبر ربح ممكن**.

5- **تحديد البديل الأفضل باستخدام معيار المنفعة الأعلى:**

إن القرارات في حالة التأكد يمكن أن تتخذ في حالة الهدف الواحد أو في حالة تعدد الأهداف، ففي حالة الهدف الواحد فإن المعيار المستخدم هو المنفعة القصوى (عائد أكبر أو تكلفة أقل)، وفي هذا المثال فإن القرار يمثل في حالة الهدف الواحد، والمعيار المستخدم في اختيار البديل هو المنفعة الأقصى، حيث تمثل المنفعة نسبة النتائج (قيمة المبيعات على التكاليف)، والبديل الأمثل هو تحقيق المنفعة الأعلى.

-المنفعة المحققة كنسبة = $\dfrac{\text{قيمة المبيعات لكل بديل}}{\text{التكلفة لكل بديل}}$

وبناء على قيمة المنفعة الأعلى تحدد أن البديل الأفضل هو البديل الثالث: بيع عقارات صناعية.

المنفعة المحققة للبديل الأول = $\frac{20000}{1200} = 12.5$

المنفعة المحققة للبديل الثاني = $\frac{10000}{1000} = 10$

المنفعة المحققة للبديل الثالث = $\frac{150000}{5000} = 30$

بناء على معيار المنفعة الأعلى فإن البديل الثالث (بيع عقارات صناعية) هو الذي حقق أعلى منفعة وهو القرار الأفضل.

4-2-اتخاذ القرارات الإدارية في حالة المخاطرة:

حسب هذا العنصر فإن متخذ القرار يعلم بالنتائج المحتملة ولكنه لا يعلم أيا من هذه النتائج سوف يحدث، ويكون هناك عدد متشعب من النتائج لكل بديل ولا توجد معرفة كاملة باحتمالات وقوعها، حيث أن لكل بديل عدد معتبر من الاحتمالات.[12]

فمتخذ القرار في هذه الظروف تكون لديه القدرة على تحديد المشكلة و تشخيص حلول بديلة مع تحديده احتمال بلوغ نتائج مرغوب فيها من أحد الحلول، فحالة المخاطرة تضع المشكلة و الحلول البديلة لها وفق حالتين:

- **الحالة الأولى**: وجود عدد من الحلول المعروفة لكل بديل؛
- **الحالة الثانية**: وجود حلول غامضة.

و في هذه الحالة يستعمل متخذ القرار أسلوب الاحتمال الذي يقوم على ترجيح حدوث شيء على بقية الأشياء الأخرى، فيمكن أن يكون هذا الاحتمال موضوعي و الذي يعني حدوث حل معين للبديل وفق نسبة معينة من اليقين كما يمكن أن يكون الاحتمال غير موضوعي (شخصي) و الذي يعني ترجيح أمر ما مبني على أحكام شخصية وفق معتقدات متخذ القرار.

مثال: لنحتفظ بالمثال السابق، **يطلب منك تحديد القرار الأمثل بناء على القيمة النقدية المتوقعة (حالة المخاطرة)**

الحل:

- تحديد القرار الأمثل بناء على القيمة النقدية المتوقعة (حالة المخاطرة):

القيمة النقدية المتوقعة = مجموع (القيم المشروطة لكل بديل × احتمالاتها)

المنفعة المركبة للبديل الأول (بيع عقارات سكنية) = (0.35×20000) +(0.25×15000) +(0.4×8000)

المنفعة المركبة للبديل الأول (بيع عقارات سكنية) =13450دج

المنفعة المركبة للبديل الثاني (بيع عقارات تجارية) = (0.35×10000) +(0.25×9000) +(0.4×6000)

المنفعة المركبة للبديل الثاني (بيع عقارات تجارية) =8050دج

المنفعة المركبة للبديل الثالث (بيع عقارات صناعية) = (0.35×150000) +(0.25×120000) +(0.4×40000)

المنفعة المركبة للبديل الثالث (بيع عقارات صناعية) =95500دج

منه أفضل قرار حسب المنفعة الأعلى هو البديل الثالث (بيع عقارات صناعية)

4-3-اتخاذ القرارات الإدارية في حالة عدم التأكد:

يواجه متخذ القرار في هذه الحالة عدة احتمالات للحل البديل المتوفر، و عليه يكون في موقف ليس لديه فيه المعلومات الكافية و المناسبة عن المشكلة لتحديدها و تشخيص البدائل المتاحة لحلولها، حيث أنه لا يستطيع التنبؤ بنتائج كل بديل مسبقا قبل التنفيذ.

ففي ظل ظروف عدم التأكد يصعب على متخذ القرار الإداري البحث عن الحل المناسب للمشكلة، فوجود عدد من النتائج لكل بديل دون وجود معرفة من طرف متخذ القرار باحتمال حدوث كل نتيجة من هذه النتائج تساعده على المفاضلة بين البدائل المختلفة المتاحة، فهو وفق هذه الحالة يتوفر على معلومات جزئية عن ظروف احتمال حدوثها، إضافة إلى ذلك لا توجد طرق موضوعية لاتخاذ القرار غير المؤكد و حتى لو كان هناك عدد من المعايير الشخصية التي تحدد درجات التفاؤل أو التشاؤم لديه، فكل ما يستطيع متخذ القرار القيام به في هذه الحالة هو تحكيمه حدسه و تجربته السابقة للوصول إلى نقطة الرضا و القناعة، فهو لا يستطيع تحقيق الحد الأقصى من المنفعة و المكاسب.

فصنع القرار في حالة عدم التأكد لا يعتمد على معيار سائد أو مسيطر، وإنما يعتمد على عدة معايير وهي:

4-1- معيار التشاؤم (معيار أدنى الأعظم – معيار أعظم الأدنى) Wald Criteria

ويدعى بمعيار أعظم أدنى العوائد، وهذا يعني اختيار الفعل الذي يحقق أعلى أدنى العوائد، وعلى هذا الأساس فإن متخذ القرار يكون متأكدا تماما بالنسبة لكل فعل أن ما سيحصل لن يكون أقل من أسوء ناتج مترتب عن هذا الفعل.[13]

4-1- معيار التفاؤل (معيار أدنى الأدنى – معيار أعظم الأعظم)Optim

يفترض هذا المعيار أن صانع القرار متفائل بشكل كامل، لذا سيختار البديل ذي الربح الأعلى أو التكلفة الأدنى في اختار الاستراتيجية التي تحقق أكبر عائد.

4-3-معيار هورويز Hurwiez Criteria

فإن هذا المعيار يعمل على معالجة حالة التطرف في التشاؤم والتفاؤل في المعيارين السابقين، حيث يفترض أن صانع القرار لا يكون متفائلا أو متشائما بشكل كامل، وإنما في حالة توفيق أو ربط بين الحالتين، وهو ما يطلق عليه بالقرار في حالة التجاهل، ويتم من خلاله بالاهتمام بالحالتين من خلال معامل التفاؤل الذي يتم ادخاله من طرف صانع القرار كنسبة لاحتمال النتيجة الأعظم حسب معيار التفاؤل.

فإذا كان هذا المعامل الاحتمال هو (p) فإن احتمال النتيجة الأدنى حسب معيار التشاؤم يكون (1-p)

ويكون وفق القانون التالي: $RH= p(RM) +(1-p)(RN)$

حيث: RH= نتيجة **هورويز**

RM= النتيجة الأعظم

P= الاحتمال

RN= النتيجة الأدنى.

4-4-معيار لابلاس laplace (معيار الوسط الحسابي)

يفترض هذا المعيار حدوث متساوي لجميع نتائج حالات الطبيعة، وهذا الافتراض ناتج على أساس عدم توافر معلومات لدى متخذ القرار عن تلك النتائج، لذا فإن متخذ القرار يقوم بحساب الوسط الحسابي لنتائج كل بديل تحت حالات الطبيعة المختلفة ثم بأخذ أكبرها إذا كان الهدف تحقيق أقصى الأرباح، وأقلها إذا كان يهدف إلى تحقيق أقل تكلفة.[14]

4-5-معيار الأسف أو الندم (Savage)

يقوم هذا المعيار على مقدار الأسف الذي يشعر به صانع القرار بعد اتخاذه للقرار (اختيار بديل من البدائل) وظهور الحالات الطبيعية.

ففي حالة كان القرار الذي تم اتخاذه هو القرار الأفضل في الحالة الطبيعية التي حدثت فإن مقدار الأسف يكون مساويا للصفر (=0)، أما إذا كان القرار المتخذ ليس الأفضل فإن مقدار الأسف يكون مساويا بين أفضل الحالات الطبيعية التي حدثت والنتيجة المتوقعة من القرار الذي تم اتخاذه.

مقدار الأسف عند البديل والحالة الطبيعية= النتيجة المثلى للحالة الطبيعية – النتيجة الفعلية لبديل ما والحالة الطبيعية.

فمعيار الأسف يميل إلى تقليص حالات الأسف القصوى إلى الحد الأدنى قبل أن يتم اتخاذ أي قرار (اختيار أي بديل) من خلال تنظيم جدول للأسف باستخدام الصيغة السابقة.

الأسف =الحصيلة الأعظم (المثلى) – الحصيلة الفعلية.

-إذا كان هدف مشكلة القرار الوصول إلى أقصى ربح، يختار متخذ القرار أكبر قيمة مقابله لكل بديل تحت كل حالة من حالات الطبيعة (بشكل عمودي) ويطرح النتائج الأخرى منها، أما إذا كان هدف مشكلة القرار أقل كلفة فإنه يختار وبنفس الأسلوب أعلاه أقل نتيجة ويطرحها من النتائج، وبعد ذلك نحصل على مصفوفة الندم.

-ننظر إلى مصفوفة الندم أعلاه أفقيا ونأخذ أكبر قيمة ندم مرافقة لكل بديل سواء كانت مصفوفة أرباح أو تكاليف وبعد إتمام هذه الخطوة نحصل على ما يسمى بعمود الندم.

-يتم اختيار أقل ندم من عمود الندم أعلاه بغض النظر عن هدف مشكلة القرار، والبديل الذي يقابل أقل ندم يعتبر البديل الأفضل سواء كان ربحا أو تكلفة.

مثال: ليكن جدول النتائج التالي:

		حالات الطبيعة		
		طلب عالي	**طلب ضعيف**	**عدم وجود طلب**
	الاحتمالات	**0.25**	**0.35**	**0.4**
البدائل	**بيع الآلات**	20000	17000	-17000
المتاحة	**تأجير الآلات**	7000	5000	0

المطلوب: تحديد القرار الأفضل وفق معايير عدم التأكد، علما أن معامل التفاؤل=0.4

1-تحديد أفضل قرار باستخدام معيار التفاؤل:

بما أن جدول النتائج يمثل أرباحا فإن المعيار المستعمل هو: أعظم الأعظم.

الخطوة الأول: تحديد أسوأ نتيجة لكل بديل.

البديل الأول (بيع آلات): أعظم نتيجة =20000

البديل الثاني (تأجير آلات): أعظم نتيجة = 7000

الخطوة الثانية: أعظم الأعظم = 20000 وهو أفضل قرار هو: بيع الآلات.

2-تحديد أفضل قرار باستخدام معيار التشاؤم:

المعيار المستعمل هو : أدنى الأعظم

الخطوة الأول: تحديد أسوأ نتيجة لكل بديل.

البديل الأول (بيع آلات): أعظم نتيجة =20000

البديل الثاني (تأجير آلات): أعظم نتيجة = 7000

الخطوة الثانية: أدنى الأعظم = 7000 وهو أفضل قرار هو: تأجير الآلات.

3-تحديد أفضل قرار باستخدام معيار هورويز:

$$RH= p(RM) +(1-p)(RN)$$

$$RH= 0.4\ (20000) + (0.6)\ (7000) =12200$$

4- تحديد أفضل قرار باستخدام معيار لابلاس:

بما أن عدد الحالات يساوي 3 فيتم القسمة عليه

البديل الأول (بيع الآلات) = $\frac{1}{3}(20000 + 17000 - 17000) = 6666.67$

البديل الثاني (تأجير الآلات) = $\frac{1}{3}(7000 + 5000) = 4000$

لدينا البديل الأول يحقق أكبر قيمة نقدية متوقعة فإن أفضل قرار هو بيع الآلات.

5- تحديد أفضل قرار باستخدام معيار الأسف:

لتحديد أفضل قرار باستخدام معيار الأسف نقوم بالخطوات التالية:

1-إعداد جدول الأسف (جدول الفرصة البديلة الضائعة) بطرح كل نتيجة في كل عمود من أكبر نتيجة موجبة في ذلك العمود.

-العمود1: أكبر نتيجة موجبة هي 20000

-العمود2: أكبر نتيجة موجبة هي 17000

-العمود1: أكبر نتيجة موجبة هي 0

وبطرح كل نتيجة في العمود الأول من أكبر نتيجة تكون حالات الأسف هي:

العمود الأول: 20000-20000=0

13000= 7000-20000

العمود الثاني: 17000-17000=0

12000= 5000-17000

العمود الثالث: 17000+0= 17000

0-0 =0

جدول الأسف

		حالات الأسف			
		طلب عالي	**طلب ضعيف**	**عدم وجود طلب**	**الأسف الاسوأ**
الفرص البديلة	**الاحتمالات**	**0.25**	**0.35**	**0.4**	
	بيع الآلات	0	0	17000	17000
	تأجير الآلات	13000	12000	0	13000

2-تحديد الأسف الأسوأ لكل بديل من البدائل المتاحة والذي يمثل أكبر فرص ضائعة

بالنسبة للبديل الأول: أكبر فرصة ضائعة هي: 17000

بالنسبة للبديل الثاني: أكبر فرصة ضائعة هي: 13000

3-تحديد البرنامج الأفضل الذي يكون ذو الأسف الأدنى (وفق معيار الأسف أدنى الأعظم) وعليه فإن أدنى أسف هو 13000وهو البديل الثاني هو تأجير الآلات.

5- شجرة القرار:

شجرة القرار هي أداة دعم قرار تستخدم رسما توضيحيا شبيها بالشجرة للقرارات والتبعات المتوقعة لها، متضمنا احتمال تحقق المخرجات، وكلفة الموارد، والمنفعة هي رسم باتجاه واحد لعرض الخوارزمية، تستخدم شجرة القرارات عموما في بحوث العمليات، خصوصا في تحليل القرارات للمساعدة في تحديد الاستراتيجية التي ستؤدي لتحقيق الهدف[15].

تقدم شجرة القرار تمثيل بياني الذي يظهر عملية اتخاذ القرار وما تحتويه من بدائل وحالات الطبيعة و النتائج المرتبطة بها، و تقرأ من اليمين إلى اليسار أو من اليسار إلى اليمين حسب شكل الرسم وتتكون مما يلي:[16]

- ❖ **عقدة الأداء**: يمثل بمربعات ،وهي تمثل النقطة التي عندها يجب أن يخذ القرار باختيار أحد البدائل المتاحة؛
- ❖ **عقدة الفرصة**: يرمز لها بالدائرة، و هي تمثل النقطة التي تظهر فيها الفرص أو الحالات الطبيعية التي تواجه كل بديل من البدائل المتاحة؛
- ❖ **فرع القرار**: ويرمز له عادة بخط متميز (خط مزدوج أو خط غليظ) أو حتى بخط اعتيادي ينبثق من عقدة القرار و يدون عليه البديل الذي يمثله؛
- ❖ **فرع الفرصة**: يرمز له بخط اعتيادي مختلف عن فرع القرار، ينبثق من عقدة الفرصة ويدون عليه الحالة الطبيعية التي يمثلها واحتمالها، والفروع تنتهي بها شجرة القرار.

تستعمل الخطوات التالية لتحليل شجرة القرار وهي:[17]

-تحديد المشكلة؛

-بناء أو رسم شجرة القرار؛

-تحديد الاحتمالات لحالات الطبيعة؛

-تقدير العائد لكل مكون محتمل من بدائل القرار وحالات الطبيعة؛

-حل المشكلة من خلال حساب القيمة النقدية المتوقعة لكل عقدة من حالات الطبيعة.

و يتم القيمة المتوقعة للشجرة من خلال العلاقة التالية:

القيمة المتوقعة =$\sum$ (الاحتمالات × البدائل)

مثال:

لدى مؤسسة الاستثمارين التاليين:

		حالات الطبيعة		
		السندات	الأسهم	المشتقات المالية
		0.6	**0.25**	**0.15**
البدائل	**الأسهم**	1200	1320	00

المتاحة	**السندات**	900	1090	700

المطلوب: تحديد أفضل قرار للمؤسسة باستخدام شجرة القرار

الحل:

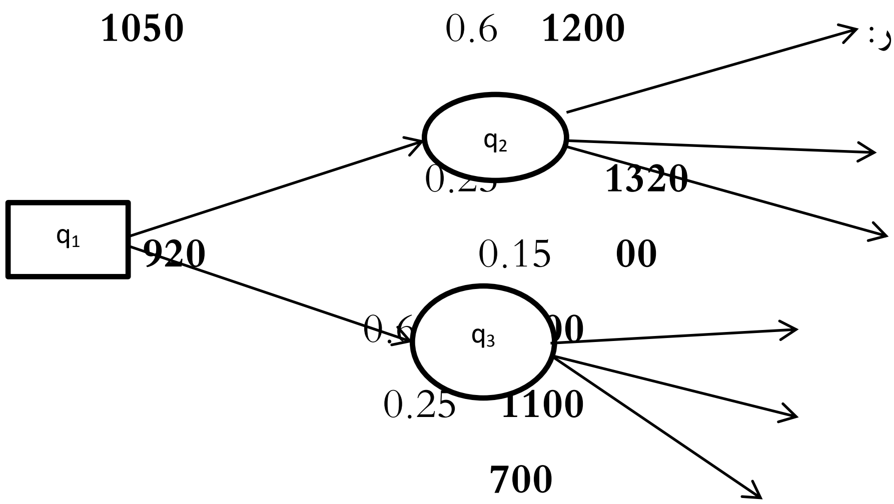
حساب القيمة المتوقعة : القيمة المتوقعة = مجموع (البدائل المتاحة ×الاحتمالات)

البديل 1: الأسهم = (1200×0.6) + (1320×0.25) + (00×0.15) =1050

البديل 2: السندات: (900×0.6) + (1100×0.25) + (700×0.15) =920

منه البديل 1 الاستثمار في الأسهم هو الأفضل

رسم شجرة القرار:



تمرين:

ترغب شركة باستثمار مبلغ من المال خلال عام، و لدى الشركة ثلاث فرص استثمارية: شركة بيع أثاث، أو شراء أسهم، أو تسويق سيارات

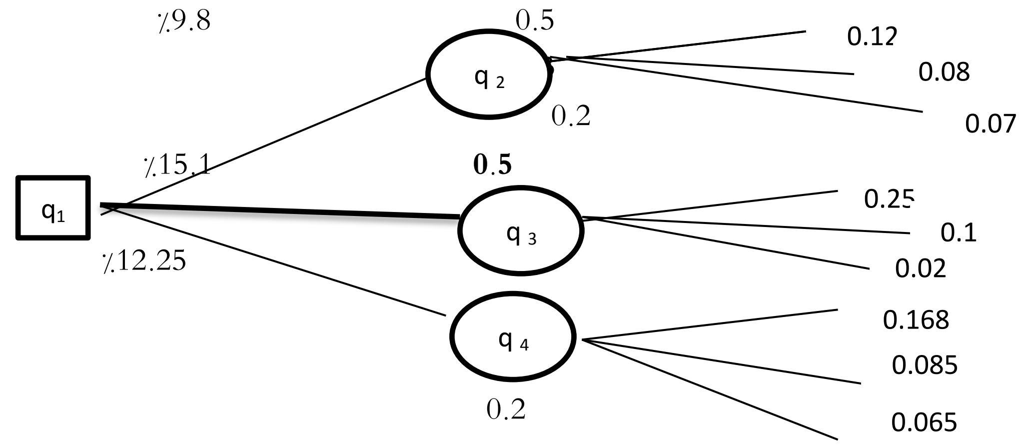
و أظهرت الدراسات الاحصائية على ان الوضع الاقتصادي في البلد يكون إما في حالة نمو بنسبة 50٪ أو في حالة ركود بنسبة 30٪ أو في حالة تضخم بنسبة 20٪ و من خلال استقراء الشركة لحالات الاقتصاد تتوقع أن تكون نسبة الأرباح من كل نشاط كالتالي:

		حالات الطبيعة		
		حالة النمو	حالة الركود	حالة التضخم
البدائل المتاحة	بيع أثاث	12٪	8٪	7٪
	بيع أسهم	25٪	10٪	-2٪
	بيع سيارات	16.8٪	8.5٪	6.5٪

المطلوب: تحديد أفضل استثمار تختاره المؤسسة وفق شجرة القرار.

حل التمرين :

1-القيم النقدية = مجموع (البدائل × الاحتمالات)



بيع الاثاث= $(0.5\times0.12) + (0.3 \times0.08) + (0.2\times0.07) = 0.098 = 9.8٪$

بيع الأسهم= $(0.5\times0.25) + (0.3 \times0.1) + (0.2\times-0.02) = 0.151 = 15.1٪$

بيع السيارات= $(0.5\times0.068) + (0.3 \times0.085) + (0.2\times0.065) = 0.1225 = 12.25٪$

منه أفضل هو بيع الاسهم (البديل الثاني) لأنه يحقق أكبر نسبة ربح ممكنة

5-نماذج اتخاذ القرارات الإدارية:

يقوم نموذج اتخاذ القرار بتحديد الطريقة التي يتم على أساسها اتخاذ القرار، و تبقى نماذج اتخاذ القرارات الإدارية تتصف بالنسبية لأنه لا يوجد نموذج مثالي كامل لاتخاذ القرار، حيث تقوم نماذج اتخاذ القرارات الإدارية على تحديد حالات الطبيعة التي تتعلق بالظواهر الخاصة بظروف البيئة التي يتم اتخاذ القرار فيها، ومن نماذج اتخاذ القرارات يوجد:

5-1-النموذج الراشد:

إن مفهوم الترشيد في عملية اتخاذ القرارات يقوم على تحديد مصطلح "**الرشد**" و الذي يعني: "إضفاء صفة العقلانية في السلوك و التصرف"[18].

فيعرف القرار الرشيد على أنه: " ذلك القرار الإداري الذي تتوفر فيه متطلبات العقلانية أو المعقولية في المضمون و المحتوى، فهو قائم على أساس مدروس".[19]

و حسب هذا النموذج فإن متخذ القرار هو إنسان يتميز بتفكير منطقي يحاول من خلاله أن يعظم ما يحصل عليه من منافع، فهو يختار بديل الحل الذي يعظم من تحقيق أهداف المؤسسة، و ذلك عن طريق:

- متابعة و رصد ما يحدث في بيئة القرار عن طريق تحديد المشكلة؛
- تحديد البديل الأمثل و تطبيقه و من ثم تقييم النتائج المتوصل إليها.

فوفق هذا النموذج فإن متخذ القرار يحاول إيجاد الحل الأمثل و الأفضل من خلال اتخاذه لقراره في ظل معرفته التامة بجميع البدائل الممكنة و نتائج كل بديل، حيث يوجد نوعين من الرشد في اتخاذ القرارات وهما:

- ❖ **الرشد الشخصي (الذاتي)**: وهو يعبر عن السلوك الذي يسعى إلى تعظيم إمكانية الحصول على النتائج المخطط لها بالاعتماد على المعلومات المتاحة بعد أخذ القيود والضغوط التي تحد من قدرة متخذ القرار على المفاضلة و الاختيار بين تلك البدائل.
- ❖ **الرشد الموضوعي**: يقوم على أساس توفر المعلومات الكافية عن البدائل المتاحة للاختيار ونتائج كل منها، فهو يعكس السلوك الصحيح الذي يسعى إلى تعظيم المنفعة؛

5-2- النموذج النظامي:

وهو النموذج الذي يقوم على أن المؤسسة هي نظام يتعامل مع البيئة التي يعمل فيها بصفة مستمرة سواء داخلية أو خارجية، فالبيئة الداخلية هي كل ما هو متعلق بالعملية الإدارية أو الإنتاجية من مكونات وعناصر داخل المؤسسة، فحين أن البيئة الخارجية تتمثل في الظروف السياسية و الاقتصادية و الاجتماعية والتكنولوجيا...الخ[20]، و هذا النموذج هو من النماذج المتبعة في اتخاذ القرارات الإدارية في مختلف المؤسسات الاقتصادية.[21]

ثانيا- استخدام التقنيات الكمية في اتخاذ القرار:

قبل عرض دور التقنيات الكمية في اتخاذ القرار سنقوم أولا بعرض مزايا و مساوئ استخدام التقنيات الكمية في اتخاذ القرار.

تتمثل المزايا فيما يلي:[22]

-تساعد الإدارة أو متخذ القرار على تبسيط الكثير من المشاكل المعقدة وتنظيمها بشكل علمي مدروس بعيدا عن الآراء الشخصية من خلال التقليل من الوقوع في الخطأ؛

-تساعد الإدارة أو متخذ القرار على تطوير نماذج وأساليب رياضية لحل المشكلات الإدارية؛

-إن النماذج والمعادلات التي يتم وضعها بصورة ملائمة كثيرا ما تساعد متخذ القرار على رؤية الحقائق واتخاذ القرار المناسب الأكثر موضوعية.

بينما تتلخص المساوئ في:

-لا يمكن اخضاع جميع المشكلات الإدارية لأساليب التحليل الكمي لأنه لا يمكن التعبير بصورة كمية من خصائصها الأساسية مثل: معنويات العاملين ورضاهم في العمل؛

-يعتبر استخدام الأساليب الكمية مكلفا من وجهة نظر الإدارة كونها تعتمد على باحثين أو شراء نماذج جاهزة وتعديلها حسب متطلبات عملهم، وهو ما يكلفهم؛

-عدم الرغبة في التجديد التي تعاني منها الكثير من الإدارات تعد من العوامل السلبية، كونها أي الإدارة تعود على اتخاذ قرار معين بناء على التفسير الشخصي.

يتمثل دور الأساليب الكمية في اتخاذ القرار في:

-استخدام الاساليب الرياضية في دراسة مشاكل الإدارة باستعمال نظرية الاحتمالات وللاستدلال الاحصائي من أجل ضبط جودة الإنتاج وتحقيق أرباح معينة.

-استخدام الرقابة على جودة المنتجات من خلال استعمال جداول التوزيعات الإحصائية؛

-استخدام العلمية في مجال بحوث العمليات في مجال بحوث التسويق والهندسة الصناعية والمحاسبة التحليلية وبحوث العمليات.

كل هذه الأساليب أصبحت تمثل قاعدة منطقية في اتخاذ القرار الإداري كونها تعمل على التقليل من الوقوع في الخطأ وليس تجنب الوقوع في الخطأ، ومن التقنيات الكمية المساعدة على اتخاذ القرار.

ثالثا-النظريات المفسرة للتقنيات الكمية:

إذا كانت التقنيات الكمية تقوم على استخدام الأساليب العلمية لحل مشاكل التسيير في الإدارة، فإنه توجد مجموعة من النظريات تفسر استخدام التقنيات الكمية من أهمها نجد:

1-نظرية الاحتمالات:

تعتبر من الأساليب الكمية التي تساهم في بناء النماذج الرياضية وتجربتها، وتفيد هذه النظرية في التخفيف من درجة عدم التأكد أو المخاطرة حين يتوفر قدر كاف من المعلومات، التي تظهر السلوك المتوقع للنموذج ويتوقف نجاح القرار المتخذ على قدرة الإدارة في التنبؤ للحوادث المستقبلية، وتعتبر بايز bayes theory في الاحتمالات إحدى أهم الطرق المستخدمة في اتخاذ القرار الإداري.

2-البرمجة الخطية:

هي من الأساليب الكمية الأساسية التي تساعد الإدارة في اتخاذ القرارات، حيث أن ايجاد الحل للبرنامج الرياضي يعني البحث عن القيم العظمى أو الصغرى (القيمة المثلى) لدالة الهدف تخضع لجملة قيود فإن كانت دالة الهدف وجملة القيود من الدرجة الأولى فهي تمثل البرمجة الخطية، وإذا كانت دالة الهدف وبعض أو كل القيود من الدرجة الثانية فاكثر فهي تمثل البرمجة غير الخطية

والبرمجة الخطية هي أهم الأساليب المستخدمة في اتخاذ القرارات الإدارية كونها تهدف إلى تحقيق الانتفاع الأمثل من الموارد التي تحتويها المؤسسة.

3-نظرية صفوف الانتظار:

تهدف هذه النظرية إلى دراسة وتحليل المواقف التي تستخدم بنقاط اختناق أو تشكل صفوف انتظار من خلال دراستها لمعدل الوصول العشوائي للوحدات التي تطلب الخدمة من مراكز الخدمة، ومعدل أداء الخدمة العشوائي للوحدات الواصلة إلى النظام، ومتوسط عدد الوحدات طالبي الخدمة في النظام وفي صفوف الانتظار وتكلفة الانتظار.

4-المحاكاة

إن عملية صياغة نموذج بأسلوب المحاكاة هي محاولة يتم من خلالها ايجاد صور طبق الأصل مصغرة لنظام ما دون محاولة الحصول على النظام الحقيقي نفسه، وذلك بتطوير نموذج يمثل النظام موضع الدراسة، ويظهر جميع التغيرات في الحالات الممكنة للنظام، ومن ثم تقدير أداء ذلك النظام بإجراء تجارب على عينات في النظام ويتم ذلك يتوفر المعلومات الكافية عن أجزاء النظام وخصائصها حتى تستطيع فهم النظام والتنبؤ بسلوكه.

5-التنبؤ:

هي الطريقة التي يعتمد عليها المدراء أو متخذي القرارات في تطوير الاقتراضات حول أحوال المستقبل من خلال:

-تحليل السلاسل الزمنية؛

-نماذج الانحدار؛

-نماذج الاقتصاد القياسي؛

-المؤشرات الاقتصادية؛

-سلاسل ماكروف: وهي تحليل الاتجاهات المالية لمتغير ما بغرض التنبؤ بالاتجاهات المستقبلية لهذا المتغير، أي التنبؤ بالسلوك المستقبلي للنظم الإدارية خاصة في مجال التسويق وسلوك المستهلك.

6-نظرية الألعاب:

تتمثل في ايجاد وتطوير قواعد رياضية عامة لكيفية اتخاذ القرارات في ظل التنافس من قبل الأطراف والأنظمة المتنافسة من خلال اختيار أمثل خطة أو استراتيجية لزيادة ربح أو تقليل خسارة كل منهم.

يشترط لاستخدام نظرية المباراة في اتخاذ القرار توفر الشروط التالية:[23]

-ضرورة توفر اثنين من المتنافسين (الخصوم) وعادة ما يطلق على الخصم مصطلح اللاعب؛

-أن يكون لكل متنافس مجموعة من الاستراتيجيات التي يمكنه الاختيار من بينها، ولا يشترط أن تكون هذه الاستراتيجيات مماثلة ومطابقة ومتوافقة مع اللاعب الآخر؛

-يفترض أن يكون كل متنافس على معرفة ودراية بالتحركات المرتقبة المتاحة لباقي المنافسين مسبقا، ولكنه ليس متأكدا بالاستراتيجية التي سيختارها المتنافس إلا بعد أن يختارها، وعندما يختار المتنافس أحد هذه الاستراتيجيات فإنه يكون قدى أدى المباراة؛

-تتوقف نتيجة المباراة (عائد المباراة) التي يحققها أحد المتنافسين على الاستراتيجيات التي يختارها باقي المتنافسين، كما تتوقف على الاستراتيجيات التي يختارها هذا المتنافس؛

-تؤدى كل مجموعة التي يختارها المتنافسون (استراتيجية لكل متنافس) إلى تحقيق نتيجة أو حصيلة معروفة ومحددة تسمى حصيلة المباراة؛

-امكانية تقدير جميع النتائج المحتملة لكل استراتيجية، وتعبر قيمة المباراة عن متوسط العائد الذي يمكن ان يحققه أحد الخصوم إذا اختار المتنافسون الآخرون أفضل استراتيجياتهم؛

-تمثل الاستراتيجية التي يختارها أحد المتنافسون قاعدة القرار التي يستخدمها المتنافس عند اقراره للإجراء الذي يتخذه.

فالأساس الفعال الذي تقوم عليه نظرية القرار هو وجود الخصم الفعال الذي يتصرف برشد عال لتحقيق أقصى المنافع (الأرباح) التي تعني في نفس الوقت أقصى التكاليف (الخسائر) بالنسبة للطرف الآخر (يدعى في نظرية المباراة باللاعب)، وحالات المباراة في حالة الصراع تكون كالآتي:

6-1-مباراة الشخصين (المجموع الصفري)

هي أبسط نماذج نظرية المباراة، وهي عبارة عن مباراة بشخصين لمجموع الصفري، وفيها يوجد متنافسا اللاعبان، حيث **تكون مكاسب اللاعب الأول تساوي خسائر اللاعب الثاني**، أي أن مجموع المكاسب والخسائر= 0.

تمرين: لتكن مصفوفة المباراة التالية:

		الشركة		
		الخطة 1	الخطة 2	الخطة 3
المنافس	الخطة 1	12	16	12
	الخطة 2	14	15	10
	الخطة 3	11	17	12

يطلب منك حل المصفوفة باستخدام نظرية المباراة

الحل:

المنافس: اذا اعتمد الخطة 1 فإنه يربح: (12، 16، 12) أي يكسب 12 بغض النظر عن تأثير الشركة

إذا اعتمد الخطة 2 فإنه يربح: (14، 15، 10) أي يكسب 10 بغض النظر عن تأثير الشركة

إذا اعتمد الخطة 3 فإنه يربح: (11، 17، 12) أي يكسب 11 بغض النظر عن تأثير الشركة

فالكسب المضمون هو (12، 10، 11) حيث يحدد أعلاه وفق معيار **أعلى الأدنى أي 12**.

الشركة: إذا اعتمدت الخطة 1 فإنها تخسر (12، 14، 11) و من أجل خفض تكاليفها فإنها لا تخسر ما هو أعلى من 14 بغض النظر عن تأثير المنافس.

إذا اعتمدت الخطة 2 فإنها تخسر (16، 15، 17) و من أجل خفض تكاليفها فإنها لا تخسر ما هو أعلى من 17 بغض النظر عن تأثير المنافس.

إذا اعتمدت الخطة 3 فإنها تخسر (12، 10، 12) و من أجل خفض تكاليفها فإنها لا تخسر ما هو أعلى من 12 بغض النظر عن تأثير المنافس.

فالكسب المضمون هو (14، 17، 12) حيث يحدد أعلاه وفق معيار **أدنى الأعظم أي 12**.

ومنه لدينا : أعلى الأدنى = أدنى الأعظم = 12 وهي نقطة التوازن.

6-2-الخطة المجردة والمزيجة:

إن الخطة المجردة تعتمد على خيار واحد، ويمكن هذا الخيار أن يتحقق في نظرية المباراة إذا كان في المباراة نقطة توازن وهو وفق التمرين السابق، وفي حالة عدم وجود توازن فإن الخطة المزيجة تصبح ضرورة في المباراة.

6-2-1-المصفوفة من النوع (2×2)

عند عدم وجود تعادل في المصفوفة من الشكل (2×2) فإن كل لاعب يطبق استراتيجية معينة، ونبث عن القيم V، حيث تكون مصورة بين أعظم الأدنى ≤V≤ أدنى الأعظم.

وفق القانون التالي:

$$X_1= \frac{a22-a21}{(a11+a22)+(a12+a21)}$$

$$X_2= 1-X_1 = \frac{a11-a12}{(a11+a22)+(a12+a21)}$$

$$V^* =\frac{a11.a22-a12.a21}{(a11+a22)-(a12+a21)}$$

مثال: لتكن المصفوفة التالية:

	Y_1	Y_2	الأدنى
X_1	12	6	6
X_2	3	30	3
الأعظم	12	30	

أعظم الأدنى = (6-3) =6 ، أدنى الأعظم (12، 30) =12

عدم وجود نقطة توازن منه نطبق الاستراتيجية (6-12)

$$6\leq V^*\leq 12$$

وعليه: A سيلعب الاستراتيجية الأولى باحتمال X_1 والاستراتيجية الثانية ل Y باحتمال X_2

$$X_1= \frac{a22-a21}{(a11+a22)-(a12+a21)} = \frac{30-3}{(30+3)-(6+3)}=\frac{9}{11}$$

$X_2= 1-X_1 = \frac{a11-a12}{(a11+a22)-(a12+a21)} = 1-\frac{9}{11} = \frac{2}{11}$

$V^* = \frac{a11.a22-a12.a21}{(a11+a22)-(a12+a21)} = \frac{(12*30)-(6*3)}{(30+3)-(6+3)} = 10.36$

وعليه اللاعب B سيلعب الاستراتيجية الأولى باحتمال Y_1 والاستراتيجية الثانية ل Y باحتمال Y_2

$Y_1= \frac{a22-a21}{(a11+a22)-(a12+a21)} = \frac{30-6}{(30+3)-(6+3)} = \frac{8}{11}$

$Y_2= 1-X_1 = \frac{a11-a12}{(a11+a22)-(a12+a21)} = 1-\frac{8}{11} = \frac{3}{11}$

$V^* = \frac{a11.a22-a12.a21}{(a11+a22)-(a12+a21)} = \frac{(12*30)-(6*3)}{(30+3)-(6+3)} = 10.36$

6-2-2-المصفوفة من النوع (m×n)

لحل هذا النوع من المصفوفات المختلطة نستعمل ما يسمى بمبدأ السيطرة، ونولها إلى المصفوفة من الشكل (2×2) و نقوم بحلها وعندما لا نجد نقطة توازن نواصل الحل باستراتيجية كل لاعب.

مثال: لتكن المصفوفة التالية:

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
X_1	20	15	10	35
X_2	252	14	8	10
X_3	40	2	12	5
X_4	50	4	6	0

نقارن بين قيم X مع بعضها مثنى مثنى ثم نقارن قيم Y مع بعضها مثنى مثنى.

نلاحظ أن X_1 تسيطر على X_4 فتلغى X_4

نلاحظ أن Y_2 تسيطر على Y_1 فتلغى Y_1

فتصبح المصفوفة

	Y_2	Y_3	Y_4
X_1	15	10	35
X_2	20	8	10
X_3	4	12	5

نلاحظ أن X_1 تسيطر على X_2 فتلغى X_2

نلاحظ أن Y_2 تسيطر علىY_4 فتلغى Y_4

فتصبح المصفوفة

	Y_2	Y_3	الأدنى
X_1	15	10	10
X_3	2	12	12
الأعظم	15	12	

أعظم الادنى = 12 و أدنى الأعظم = 12 وهي نقطة توازن.

الهوامش والاحالات:

[1] Chardon J . L, Separi. S, **Organisation et Gestion de l'entreprise,** édition Dunod, paris, 1998, p284.

[2] محمد عبد الفتاح ياغي، **اتخاذ القرارات التنظيمية**، دار وائل للنشر و التوزيع، الطبعة الثانية، الأردن، 2010، ص15

[3] Auriacj. M, all BTS, **Economie de l'entreprise,** édition Tectiniplus, paris, 1995, p272.

[4] جمال الدين لعويسات، **الإدارة و عملية اتخاذ القرار**، دار هومة، الطبعة الرابعة، الجزائر، 2009، ص29.

[5] محمد عبد حسين الطائي، **نظم مساندة القرارات باعتماد البرمجة الجاهزة**، دار وائل للنشر و النشر، الأردن، 2009، ص18.

[6] منعم زمزير الموسوي، **اتخاذ القرارات الإدارية: مدخل كمي**، دار زهران للنشر و التوزيع، الأردن، 2013، ص16

[7] Christophe Brasseur, **Data Managent,** Lavoisier, paris, 2005, p23.

[8] Romney et Steinhart, **Accounting information Systems,** GTH edition per entice Hall, London, 2003, p213.

[9] مؤيد الفضل، **الأساليب الكمية و النوعية في دعم قرارات المنظمة**، مؤسسة الوراق، الأردن، 2008، ص 24.

[10] محمد عبد الفتاح ياغي، **اتخاذ القرارات التنظيمية**، دار وائل للنشر و التوزيع، الطبعة الثانية، الأردن، 2010، ص21

[11] منعم زمزير الموسوي، **اتخاذ القرارات الإدارية: مدخل كمي**، دار زهران للنشر والتوزيع، الأردن، 2013، ص24.

[12] محمد عبد الفتاح ياغي، مرجع سبق ذكره، ص21.

[13] ابراهيم نائب، انعام باقية، **نظرية القرارات: نماذج وأساليب كمية محوسبة**، الطبعة الثانية، دار وائل للنشر والتوزيع، الأردن، 2015، ص56.

[14] منعم زمزير، مرجع سبق ذكره، ص390.

[15] https://ar.wikipedia.org/wiki consulté le 01/12/2020.

[16] نجم عبود نجم، **مدخل إلى الأساليب الكمية نماذج وتطبيقات**، مؤسسة الوراق للنشر و التوزيع، الأردن، 2004، 99.

[17] أصفاد مرتضي سعيد الحديثي، لؤي ناصر جبر الخفاجي، **المفاضلة بين قرارات الطاقة باستخدام شجرة القرارات**، مجلة التقي، المجلد السادس والعشرون، العدد السابع، العراق، 2013، ص63.

[18] سليم بطرس جلدة، **أساسيات اتخاذ القرارات الإدارية الفعالة**، دار الراية للنشر و التوزيع، الأردن، 2009، ص 33.

[19] مؤيد الفضل، مرجع سبق ذكره، ص 35.

[20] محمد عبد العال النعيمي، مؤيد الفضل، **الإحصاء المتقدم في دعم القرار بالتركيز على منظمات الأعمال الإنتاجية**، مؤسسة الوراق للنشر و التوزيع الأردن، 2007، ص49.

[21] سليم بطرس جلدة، مرجع سبق ذكره، ص 90.

[22] ابراهيم نائب، انعام باقية، مرجع سبق ذكره، ص29

[23] عبد المنعم فليح عبد الله وآخرون، **بحوث العمليات في المحاسبة**، الطبعة الثانية، جهاز الكتب، جامعة القاهرة، مصر، 2018، ص281.

المحور الثاني:

البرمجة الخطية باستخدام أسلوب

simplex

المحور الثاني: البرمجة الخطية باستخدام أسلوب السمبلاكس (Simplexe)

تستعمل البرمجة الخطية التي تضم طريقة السمبلاكس والطريقة البيانية في تحديد الحجم الأمثل من الإنتاج في ظل الموارد المتاحة كما يجب دراسة مختلف القيود الإنتاجية وذلك وفق إعداد موازنة المواد الأولية التي تقتضي تقدير كميات وأسعار المواد الأولية اللازمة، وموازنة اليد العاملة المباشرة التي تتعلق بتقدير الوقت اللازم لتنفيذ برنامج الإنتاج، بالإضافة إل موازنة التي تتعلق بالمصاريف الصناعية الغير مباشرة كالاهتلاكات والإيجار وغيرها من المصاريف التي تمن من تحسين الإنتاج.

أولا–مفهوم البرمجة الخطية:

تستعمل البرمجة الخطية أسلوب السمبلاكس لحل مشكلة الإنتاج مجموعة من الخطوات الجبرية التي تؤدي إلى الوصول إلى الحل الأمثل في حالة وجود حل، وذلك في عدة مراحل متتابعة و محددة، و يتم تحقيق ذلك عن طريق تقييم النقط الركنية للمنطقة الممكنة في خطوات متتابعة تؤدي إلى الوصول إلى حلا أفضل في كل مرحلة، وذلك إلى الحد الذي لا يمكن معه تحقيق تحسين في الحل، عندئذ نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل.

1–تعريف البرمجة الخطية:

تعرف البرمجة الخطية بأنها: "صيغة رياضية مشتقة من واقع معين، هدفها البحث عن أمثلية الاستخدام عن طريق دالة رياضية تتكون من مجموعة من المتغيرات من الدرجة الأولى، تسمى بدالة الهدف أو الدالة الاقتصادية، في وجود مجموعة من القيود تكون في شكل معادلات أو متراجحات أو هما معا من الدرجة الأولى".[1]

وتعرف البرمجة الخطية بأنها: "هي أسلوب أو أداة أو طريقة تسهم في مساعدة المدراء على اتخاذ قرارات إدارية سليمة تتعلق بالاستخدامات المتاحة للمواردبهدف تحقيق أقصى (أعلى–أكبر) عائد ممكن أو بهدف تحقيق أدنى (أقل) تكلفة ممكنة".[2]

ومنه تعتبر مشكلة البرمجة الخطية كل شيء يكون الهدف منه جعل الأمثلية حالة خطية متكونة من عدة متغيرات (للتعبير عن وضعية معينة) مستمرة ترتبط فيما بينها بعلاقة خطية.

فالأمثلية تعني تحقيق أعظم قيمة للدالة الاقتصادية في حالة تعظيم الأرباح أو أدنى دالة للقيمة الاقتصادية في حالة تدنية التكاليف في ظل مجموعة من القيود، ويكون البرنامج خطيا عند تكون القيود من الدرجة الأولى، وغير خطي إذا كانت القيود من الدرجة الثانية أو أكثر.

ومنه يمكننا تعريف البرمجة الخطية بأنها: "أسلوب رياضي يهدف إلى تقرير الوضع الأمثل لاستخدامات موارد المؤسسة المحدودة بحيث تحقق أقصى ربح ممكن أو أدنى تكلفة ممكنة".

ومن التعريف يتضح أن البرمجة تتمثل في البحث عن البرنامج الذي يحققه الهدف المطلوب بطريقة رياضية، فحين تعني الخطية أن جميع متغيرات النموذج الرياضي خطية بشكل خط مستقيم.

2-استخدامات البرمجة الخطية:

تستخدم البرمجة الخطية فيما يلي:[3]

2-1-مشاكل الإنتاج:

وذلك بتحديد عدد الوحدات التي يجب إنتاجها من كل نوع من المنتجات، التي ينتجها المشروع بالشكل الذي يعظم الأرباح، وذلك في ظل امكانيات مختلفة.

2-2-المزيج الإنتاجي:

في كثير من الصناعات هناك عدد من المكونات أو العناصر التي تخلط مع بعضها البعض وبنسب معينة لتعطي منتجا آخرا جديدا كصناعة الأعلاف والأدوية و الأسمدة...الخ، حيث يجب تحديد الكميات التي يجب استخدامها من كل عنصر و ذلك لصنع المنتج الجديد بأقل تكلفة ممكنة مع ضمان وجود خصائص إنتاجية معينة في ذلك المنتج.

2-3-تخطيط الاستثمارات:

عندما تريد المؤسسة تحديد مقدار ما ينفق على عدد من البدائل الاستثمارية تقوم بتحديد مبلغ معين وذلك لجعل مجموع العوائد السنوية أكبر ما يمكن علما أن المشروع ليس لديه أية أموال أخرى، عدا هذا المبلغ يمكن علاج هذا النوع من المشاكل باستخدام البرمجة الخطية.

2-4-التخطيط للدعاية والإعلان:

تفي هذا النوع من المشاكل يكون الهدف هو تحديد حجم الأموال التي يجب صرفها على مجموعة مختلفة من وسائل الإعلان، من أجل ترويج السلعة المنتجة بفعالية مثلى، وذلك تحت عدد من القيود مثل: قدرة السوق الاستيعابية، والحدود المفروضة على استخدام كل وسيلة من تلك الوسائل الإعلانية.

2-5-مشاكل الشحن:

تقوم بتحديد عدد الوحدات التي يجب شحنها من عدد المنتجات المختلفة وذلك باستخدام وسيلة نقل معينة ذات طاقة تحميلية محدودة لتعظيم الأرباح في الوقت المناسب الذي يراد فيه نقل كميات معينة مطلوبة من السلعة المنتجة.

3-تحديد تعريف مصطلحات البرمجة الخطية:

ونجد بعض المصطلحات المرتبطة بحل البرمجة الخطية منها:[4]

- ❖ **الحل الممكن**: هو مجموعة القيم التي تأخذها متغيرات القرار بحيث تحقق جميع القيود، ويكون البرنامج الخطي ممكنا إذا وجد له حل ممكن؛
- ❖ **الحل الأمثل**: هو حل ممكن يحقق أكبر قيمة عظمى لدالة الهدف في حالة تعظيم الأرباح، وأدنى قيمة لدالة الهدف في حالة تدنية التكاليف.

تعالج البرمجة الخطية مشاكل توزيع الموارد المحددة على الأنشطة المتنافسة داخل المؤسسة، وتبرز هذه المشاكل بصورة جلية في شركات الإنتاج و النقل بأنواعها المختلفة[5].

وهناك مصطلحات أخرى للبرمجة الخطية نوجزها فيما يلي:[6]

- ❖ **المتغيرات**: ويقصد بالمتغير الذي يرمز له بالرمز: $x_i =$ $(j = 1,2,3\ldots n)$؛
- ❖ **المتغير المتحكم فيه**: هو متغير تحت تصرف من يتخذ القرار؛
- ❖ **المتغير المستمر**: هو متغير ذو قيمة محصور بين حدود عظمى ودنيا؛
- ❖ **المتغير المتقطع**: هو المتغير الذي يأخذ موصوفة بدرجات معلومة مثل: x يمكن أن تأخذ القيم.... , $\frac{5}{2}$, 0.1؛
- ❖ **المتغير المتقطع**: هي الدوال أو المعادلات التي لا تأخذ في أسسها إلا واحدا فقط مثل: x_1+x_2 وليس $x_1 \log x_2$؛
- ❖ **الدوال غير الخطية**: وهي عكس الدوال الخطية يمكن أن يكون أسها أقل أو أكبر من الواحد وتعتبر هذه الدوال من الدوال ذات المتغير المتقطع؛
- ❖ **النمط الرياضي**: هو نمط يحدد العلاقة بين متغيرات وثابت تحاكي واقع أي نظام، والنمط الرياضي الخطي هو الذي يحوي على معادلات خطية فقط؛

- **المعادلات**: ويمكن تمثيلها كما يلي: $F(x) = b$، ويعني هذا أن بعض الدوال تحتوي على متغيرات في الطرف الشمالي، $x= x_1,x_2, x_3...x_n$، وطرف اليمين يساوي b؛
- **الغير متعادلات**: والتي يقصد المعادلات التي طرفها الشمالي لا يساوي الطرف الأيمن فقط، بل يزيد أو يقل عنه، ويمكن التعبير عنه رياضيا: $F(x)\leq b$ أو $F(b)\geq b$؛
- **الأهداف**: ويمكن تمثيلها رياضيا بواسطة العلاقة التالية: Minimize $f(x)$ or Maximize $f(x)$، وهو تعبير عن تصغير التكاليف أو المسافات أو تعظيم الربح أو الإنتاج؛
- **القيود**: هي عبارة عن معادلات يجب أن تحقق رياضيا في ظل الهدف ويمكن أن يعبر عنها رياضيا كما يلي: $F(x) = b$, $F(x)\leq b$، أو $F(b)\geq b$.

وحتى نتمكن من صياغة برنامج البرمجة الخطية هناك افتراضات تقوم عليها كما يلي:[7]

- **التناسبية**: يجب أن تكون دالة الهدف متناسبة خطية مع مستوى استخدام متغيرات القرار، إن شرط الخطية تجعل هذا النموذج مختلفا عن النماذج الأخرى ويخضع لمجموعة القيود، حيث تتمثل في دالة خطية تعطى بالعلاقة التالية: $y=ax+b$؛
- **الإضافية**: فكل نشاط يضاف بالعلاقة مع الموارد يتحد بمجموعة القيود، ففي حالة انتاج نوعين أو أكثر من المنتجات فإن ربحية أحد هذه المنتجات لا تتأثر بالكميات المنتجة من الأنواع الأخرى، والعكس صحيح؛
- **قابلية القسمة**: إن هذا الافتراض يشير إلى أن متغيرات القرار يمكن أن تأخذ شكل قيم كسرية فيمكن أن تكون متغيرات القرار لمختلف العمليات الإنتاجية عبارة عن مواد أولية أو ساعات عمل وبالتالي يمكن أن قيمتها على شكل كسر؛
- **شرط عدم السلبية**: فمن المستحيل أن تكون في قسم الإنتاج كميات سالبة أي: $(x_1, x_2...x_n \geq 0)$؛

يعالج نموذج البرمجة الخطية حالات التأكد التام، فجميع قيم القيود هي قيم معروفة تساهم في صياغة هذا النموذج.[8]

4-مجالات تطبيق البرمجة الخطية:

أهم المجالات لاستخدام البرمجة الخطية هي:[9]

4-1-الصناعة:

لوضع جدول إنتاج وسياسة مخزون لمقابلة الطلب مستقبلا، فالحالة المثلى تتمثل في أن يقابل كل من الجدول والسياسة والطلب تخفيض تكاليف الإنتاج والمخزون إلى أقصى ما يمكن.

4-2-التحليل المالي:

يحتاج المحلل المالي إلى اختيار سياسة استثمارية من بين عدة اختيارات التي تساعده على تحقيق أقصى عائد من الاستثمار.

4-3-التسويق:

يحتاج مدير التسويق إلى معرفة ما هي افضل طريقة لتوزيع ميزانية الإعلان بين وسائل الإعلان المختلفة: الإذاعة والتلفزيون، الصحف والمجلات، لتحديد المزيج الإعلاني الذي يحقق أعلى عائد من الإعلان.

4-4-توزيع البضائع ونقلها:

البرمجة الخطية تساعد المؤسسة على معرفة كمية البضائع الواجب شحنها من كل مستودع إلى كل زبون بحيث تكون تكاليف النقل أقل ما يمكن.

4-5-قياس الكفاءة النسبية للوحدات الإدارية المتماثلة الأهداف:

تقوم البرمجة الخطية مقارنة أداء فروع المؤسسة بتشخيص المدخلات مقارنة بالمخرجات.

وحتى تطبق البرمجة الخطية في المؤسسة يجب أن يكون هناك هدف تعمل على تحقيقه، وعلى العموم يكون الهدف سواء بتخفيض التكلفة أو تعظيم الربح، مع وجود بدائل مختلفة للوصول إلى الهدف، كما أن الموارد المستخدمة تكون محدودة مع وجود علاقة بين متغيرات المشكلة والتعبير عنها كدالة هدف وكقيود بصورة متباينة.

5-شروط البرمجة الخطية:

هناك مجموعة من الشروط يجب توفرها في البرمجة الخطية وهي:[10]

-وجود هدف يجب تحقيقه، قد يكون الهدف تعظيم الربح أو قد يكون تخفيض التكلفة؛

-وجود بدائل مختلفة للوصول للهدف، فوجود بديل واحد لا يتطلب استعمال البرمجة الخطية؛

-الموارد المستخدمة يجب أن تكون محدودة سواء البشرية أو المالية أو المادية؛

-وجود علاقة بين متغيرات المشكلة و التعبير عنها كدالة هدف، وكقيود بصورة متباينة أو معادلات خطية، وهذه العلاقة يجب أن تكون خطية، فزيادة أحد متغيرات هذه العلاقة (الإنتاج مثلا) يجب أن يؤدي إلى زيادة الأرباح أو تقليل التكاليف بشكل طردي معه، كما يجب أن تنفذ الموارد مع زيادة الإنتاج؛

-يجب أن تكون القيود غير سالبة فلا يتوقع أن تكون كميات الإنتاج مثلا سالبة.

-إمكانية التعبير عن المتغيرات موضوع البرمجة بطريقة كمية، مثلا التعبير عن رأس المال بالنقود أو الأيدي العاملة بعدد العمال، أو الطاقة الإنتاجية المتاحة بعدد الساعات خلال مدة زمنية (أسبوع، شهر...الخ)

6-مشاكل البرمجة الخطية:

هناك بعض الحالات التي يمكن أن تظهر عليها البرمجة الخطية وهي:

-يمكن أن تظهر مشكلة البرمجة الخطية في دالة الهدف، وذلك في جعل أقل ما يمكن أو مشكل التدنية:

ونكتب: $Min : z=c_1x_1+ c_2x_2 ....+c_jx_j......+c_nx_n$

-يمكن أن يظهر أحد القيود في شكل معادلة:

$$a_1x_1+ a_2x_2 ....+a_jx_j......+a_nx_n =b_i$$

-يمكن أن يظهر أحد القيود في شكل متراجحة

$$a_1x_1+ a_2x_2 ....+a_jx_j......+a_nx_n \leq b_i$$

-متغيرات القرار يجب أن تكون موجبة أو معدومة لكن قد يظهر أحيانا أحد المتغيرات سالبا أو غير محدد الإشارة مثلا $xj\leq-4$

فدالة الهدف هي التي تعبر عن الهدف الذي تسعى المؤسسة للوصول إليه كتعظيم الإنتاج أو تعظيم الايرادات، أو تدنية التكاليف أو تدنية ساعات العمل، لذا حتى يتم حل البرمجة الخطية يجب أن يتجنب المشكلات السابقة.

7-خطوات صياغة برامج البرمجة الخطية:

إن تشكيل البرنامج هو من أهم الأمور المتعلقة بالحل الصحيح للمشكلة فالبرنامج الخطي سواء كان في حالة تعظيم أو تدنية يكتب من مسائل واقعية، وطرق حل هذا البرنامج و الوصول إلى الحل الأمثل هي

الموضوعات التي تدرسها البرمجة الخطية من أهم الأشياء هو صياغة المشكلة بشكل رياضي و يمكننا ذلك وفق الخطوات التالية:[11]

-حدد الكميات أو القيم التي تحتاج إلى القيم المثلى(الدالة الاقتصادية) وعبر عنها بشكل رياضي وفي هذه الخطوة تكون قد حددت المتغيرات المؤثرة في دالة الهدف(الدالة الاقتصادية)؛

-أدرس المطالب والقيود وجميع الشروط المؤثرة وعبر عنها رياضيا إما بمعادلات أو متراجحات؛

-ادرس المطالب و القيود و جميع الشروط المؤثرة و عبر عنها رياضياً إما بمعادلات أو متراجحات؛

-حدد شروط عدم السلبية للمتغيرات التي يجب أن تكون موجبة.

و يمكن تحديد البرامج الخطية في المجال الاقتصادي في حال التعظيم في:

-تعظيم الأرباح؛

-تعظيم الإنتاج؛

-تعظيم طاقات التخزين؛

-تعظيم استخدام رؤوس الأموال؛

-تعظيم استخدام اليد العاملة.

و في بعض الأمور الواقعية التي يكون هدفها الرئيسي التعظيم.

أما البرامج الخطية في حال التدنية في المجال الاقتصادي فتستخدم في مجالات:

-تدنية التكاليف؛

-تدنية الخسائر؛

-تدنية عدد الموظفين؛

-تدنية الأجور؛

و العديد من الأماكن الاقتصادية المتعلقة بتدنية استخدام الموارد.

8-الصياغة الرياضية للبرمجة الخطية:

تتمثل الصياغة الرياضية للبرمجة الخطية التي تتضمنها طريقة السمبلكس في الخطوات الخمس التالية :

- ضع مشكلة البرمجة الخطية في الصيغة المعيارية (النمطية)؛

- اختيار حل مبدئي ممكن و هو عبارة عن نقطة ركنية في المنطقة الممكنة؛

- تقييم إمكانية تحسين الحل القائم؛

– إذا كان التحسين ممكنا يتم العمل الخطوات التالية :

- ❖ حدد المتغير الغير أساسي الغير موجود في الحل الحالي و الواجب إدخاله في الحل، و اعتباره متغيرا أساسيا؛
- ❖ حدد المتغير الأساسي الموجود في الحل الحالي و الواجب خروجه من الحل، و اعتباره متغيرا غير أساسي؛
- ❖ حدد قيم المتغيرات الموجودة في الحل الجديد، وهو يعبر عن نقطة ركنية في المنطقة الممكنة، و ذلك حدد قيم المعاملات الجديدة في معادلات القيود؛
- ❖ أرجع إلى الخطوة الرابعة وكرر عملية التقويم.

– إذا كان التحسين غير ممكن فإن الحل الذي توصلت إليه يكون هو الحل الأمثل.

يتكون نموذج البرمجة الخطية من العناصر الأساسية التالية:[12]

1–المتغيرات:

وتسمى متغيرات القرار بتحديد قيمها نصل إلى الهدف المنشود أكبر ربح أو أقل تكلفة للمسألة المدروسة ويشترط أن تكون غير سالبة، تخضع هذه المتغيرات لنوع معين من القياس أي يعبر عنها بصورة كمية، ونرمز لهذه المتغيرات بـ $X_1, X_2, X_3, ..., X_n$

حيث n عدد المتغيرات في المسألة المدروسة، كما أن هذه المتغيرات تعبر عن أحد المفاهيم التالية :

–كميات إنتاج لمنتجات معينة؛

–ساعات عمل في أقسام معينة من مصنع أو شركة أو مؤسسة؛

–مبالغ من المال المخصص لأنشطة أو فعاليات معينة؛

–مقدار من القطع الأجنبي المخصص لاستراد أصناف من السلع؛

–كميات من المواد منقولة على طريق معينة أو بوسائل نقل معينة؛

–كمية المواد الأولية اللازمة لتصنيع منتج معين.

2–دالة الهدف :

هي دالة رياضية تمثل الهدف الذي نريد الوصول إليه وتحقيقه، كتحقيق أكبر ربح أو أدنى تكلفة ممكنة ويكون الشكل العام لهذه الدالـة:

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + ... + C_nX_n$$

أي بالشكل المختصر.

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

حيث C_J : أعداد حقيقية تدعى بمعاملات مساهمة المتغيرات في دالة الهدف، و تصنف الأهداف التي تعالجها البرمجة الخطية إلى مجموعتين:

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

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

أي بالشكل المختصر.

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

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

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

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

أي بالشكل المختصر.

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

حيث X_J : متغيرات القرار، و C_J التكلفة الوحدوية لـ X_J.

وبذلك تتكون دالة الهدف من المتغيرات التي تشير مثلا إلى المنتجات المختلفة التي يمكن إنتاجها ، على أن يكون المعامل الخاص بكل متغير هو ربح الوحدة الواحدة من المنتجات في دالة تعظيم الربح ، أو يكون عبارة عن تكلفة الوحدة الواحدة في حالة تخفيض دالة التكلفة .

3-القيود:

هي عبارة عن وجود علاقة تأثير بين المتغيرات، ويعبر عنها رياضيا بمتباينات تدعى الشروط الخطية، وتأخذ الأشكال التالية:

3-1- الشكل الأول: $i = 1,2,.........,m.$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i$$

إذا كانت دالة الهدف من نوع تعظيم MAX.

3 -2- الشكل الثاني: $i = 1,2,.........,m.$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \ge b_i$$

إذا كانت دالة الهدف من نوع تدنية MIN.

ومنه الشكل الأول و الثاني يطلق عليه الشكل القانوني لنموذج البرمجة الخطية.

3-3- الشكل الثالث : $i = 1,2,.........,m.$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j = b_i$$

سواء كانت دالة الهدف تعظيم MAX أو تدنية MIN ، والشكل الثالث يطلق عليه الشكل المعياري لنموذج البرمجة الخطية .

3-4- الشكل الرابع : $i = 1,2,.........,m.$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \begin{Bmatrix} \le \\ = \\ \ge \end{Bmatrix} b_i$$

سواء كانت دالة الهدف تعظيم MAX أو تدنية MIN ، والشكل الرابع يطلق عليه الشكل المختلط لنموذج البرمجة الخطية .

حيث أنه في كلا الأشكال:

n : عدد المتغيرات في النموذج الخطي؛

m : عدد قيود المسألة (عدد الشروط الخطية)؛

a_{ij} : أعداد حقيقية (معاملات)؛

b_i : أعداد حقيقية تعبر عن الموارد المتاحة أو المتطلبات اللازمة لكل قيد من قيود المشكلة و يجب أن تكون موجبة.

4-شرط عدم السلبية:

يشترط على المتغيرات أن تكون غير سالبة أي $x_j \geq 0$ وهذا ما يجب فرضه على جميع النماذج لأنها جميعها تعبر عن كميات إنتاج، و الكميات لا يمكن أن تكون سالبة.

ثانيا- الحلول البيانية للبرنامج الخطي:

يتمثل حل البرنامج الخطي في ايجاد المتغيرات التي تجعل دالة الهدف في أفضل قيمة لها مع الاحتفاظ بشرط القيود وعدم تجاوزها، ويتم ايجاد حل البرنامج الخطي بطريقتين: بالطريقة البيانية وطريقة السامبلكس.

الطريقة البيانية في الحل شائعة الاستخدام و بشكل كبير فقط في البرامج التي تحوي على متغيرين فقط وذلك لاعتمادها على الرسم البياني، والذي يصعب استخدامه في حال كان المتغيرات أكثر من اثنين ويمكننا استخدام الطريقة البيانية في حال التعظيم أو في حال التدنية، وتستخدم هذه الطريقة بشكل واسع في توضيح المفاهيم الخاصة بالبرمجة الخطية: كدالة الهدف، القيود، منطقة الحلول الممكنة و الحل الأمثل، ولحل مسألة البرمجة الخطية بالطريقة البيانية يكون وفق ما يلي:[13]

-رسم المستقيمات وإيجاد منطقة الحلول الممكنة (المنطقة التي تحقق فيها متغيرات القرار جميع القيود في آن واحد)؛

-تحديد نقاط الأركان لمنطقة الحلول الممكنة (ايجاد احداثيات هذه النقطة)؛

-التعويض بنقاط الأركان في دالة الهدف واختيار النقطة التي تعطي الحل الأمثل (أكبر قيمة لدالة الهدف أو أصغر قيمة).

فإذا وجد حل أمثل لبرنامج خطي ذي متغيرين فإن هذا الحل يوجد عند أحد رؤوس مضلع منطقة الحل الممكن.

1-حالة التعظيم max:

وتتكون عملية الحل البياني في حالة التعظيم من عدد من الخطوات للوصول إلى الحل الأمثل كما يلي:[14]

أ-تحويل كل متراجحات القيود إلى معادلات؛

ب-رسم الخطوط المستقيمة لمعادلات الخطوة أ على معلم متعامد، وتسمى المستقيمات المتحصل عليها بالمستقيمات المولدة وهي تشكل لها مضلع متعدد الرؤوس؛

ج-شطب المناطق التي لا تحقق القيود وهي توجد إلى يمين المستقيم في حالة كون القيد أقل وإلى يسار المستقيم في حالة القيد أكبر؛

د-تحديد المنطقة التي تحدد جميع القيود وهي في الغالب تشكل مضلع متعدد الرؤوس؛

ه-جعل دالة الهدف معدومة أي تساوي إلى الصفر، ورسم مستقيمها على نفس المعلم، يمر هذا المستقيم من نقطة المبدأ، يسمى هذا المستقيم بالمستقيم Δ؛

و- يحرك المستقيم Δ بصفة متوازية باتجاه رؤوس المضلع المحصل عليه من المستقيمات المولدة بموجب الخطوة د، وتكون النقطة التي تحقق أكبر قيمة للدالة الاقتصادية (دالة الهدف) هي آخر نقطة يصل إليها المستقيم Δ عند سحبه إلى الاعلى بشكل مواز لأصله، وهي نقطة حاصلة من تقاطع عدة مستقيمات مولدة؛

ل-ايجاد قيم الأزواج المرتبة لهذه النقطة وذلك إما هندسيا بإنزال شاقول من هذه النقطة على المحور الأفقي فحصل على قيمة المتغيرة الأولى، ونمد من هذه النقطة أيضا مستقيما موازيا للمحور الأفقي فيتقاطع مع المحور العمودي عند نقطة هي قيمة المتغيرة الثابتة، أو جبريا بإيجاد الحل المشترك لمعادلات المستقيمات المتقاطعة فنحصل على قيمة المتغيرتين؛

م- في حالة ما إذا لم يتم التمكن من تعيين هذه النقطة بدقة لوجود عدد من النقاط المتجاورة أو المتوازية التي يقترب منها المستقيم Δ فإنه يتم إيجاد الأزواج المرتبة لكل تلك النقاط وتعوض في دالة الهدف وتأخذ النقطة التي تعطي اكبر قيمة لها؛

ن- تعويض قيمتي المتغيرتين المحصل عليهما في دالة الهدف فيتم الحصول على القيمة العظمى لهذه الدالة.

وفي حالة عدم التمكن من تحديد آخر نقطة يصل إليها المستقيم، بسبب عدم التمكن من تمييزها يتم إيجاد قيم المتغيرات عند النقاط المشتبه فيها، وتعوض في دالة الهدف مع أخذ القيمة التي تعطي أعظم قيمة للدالة الاقتصادية.

مثال: ليكن لديك الدالة التالية:

$$MAX : Z = 50x + 30y$$

$$s/c : 2x + y \leq 200$$

$$x + 3y \leq 540$$

$$4x + 3y \leq 480$$

$$(x, y) \geq 0$$

المطلوب: يطلب منك ايجاد بيانيا الحل الأمثل لهذا الشكل.

الحل:

أ-نستخرج المستقيمات المولدة وذلك بتحويل المتراجحات إلى معادلات كما يلي:

$c : 2x+y=200$

$x+3y=540$

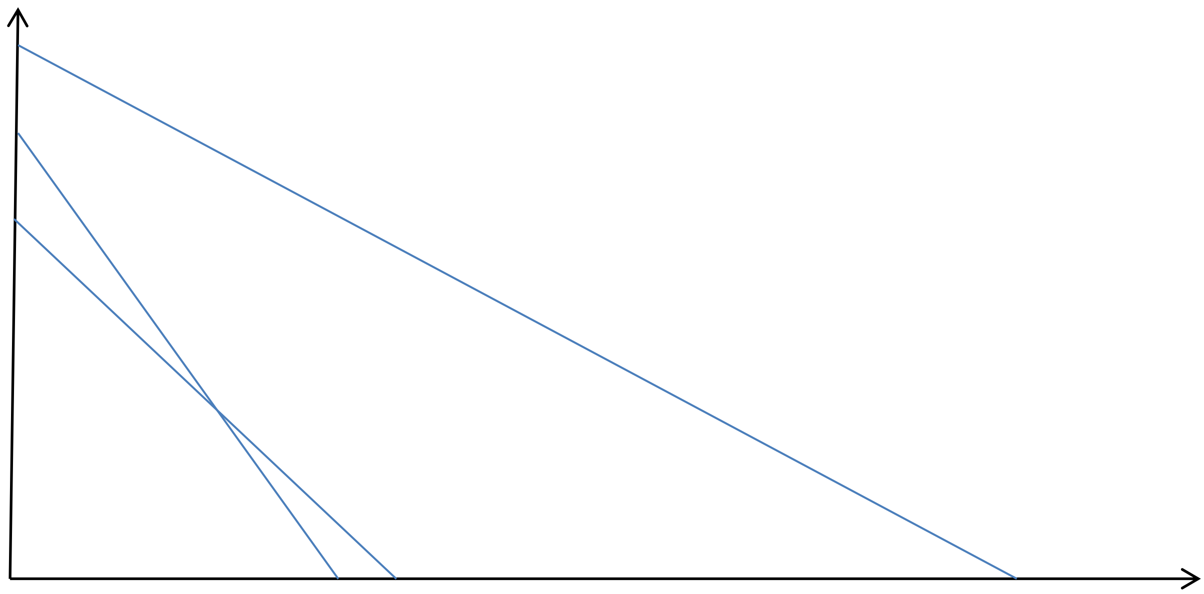
$4x+3y=480$

ب-على معلم متعامد ومتجانس نرسم هذه المستقيمات و يكفي لذلك تعيين نقطتين كما يلي:

4x+3y=48	
X	Y
0	16
12	0

x+3y =54	
X	Y
0	18
54	0

2x+y=20	
X	Y
0	20
10	0



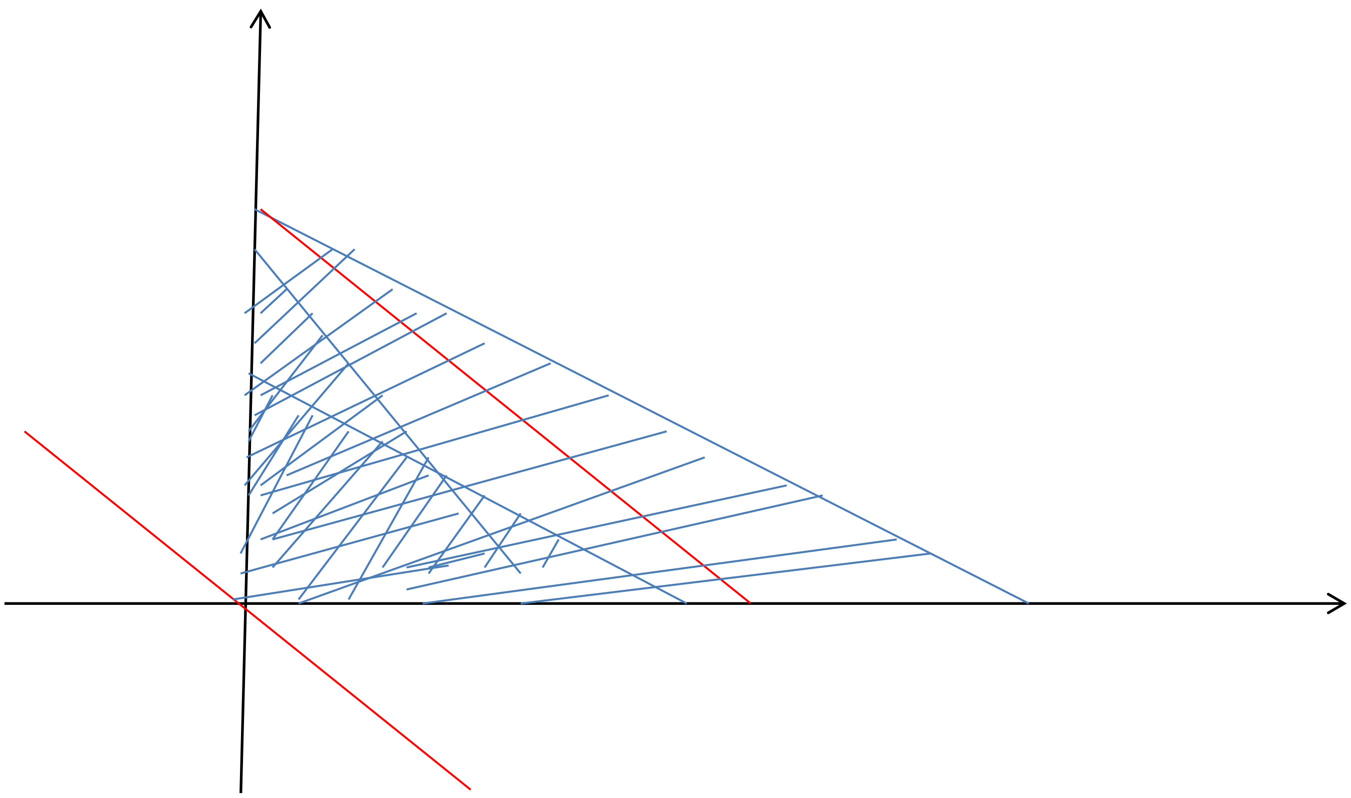
ج-نرسم المستقيم على نفس المعلم، وهو المستقيم المحصل عليه عند وضع دالة الهدف تساوي الصفر أي:

$Z= 50x +30y=0$

50x +30y=0

X	Y
3	-5
-3	5

وهو يمر من نقطة المبدأ



القيد 1: كل النقاط التي تقع تحت المستقيم 1 تحقق المتراجحة 1 ونفس الشيء بالنسبة للقيدين 2 و3.

منطقة الحلول الممكنة: هي المنطقة التي تحقق القيود الثلاثة: تسمى النقاط التي تحد منطقة الحلول الممكنة بالنقاط القصوى وهي تعطينا أحسن القيم.

دالة الهدف: نفرض z=900

Z= 50x+ 30y =900

X=0 y=300 (0.300)

Y=0 x=180 (180.0)

Z = 50(70) +30(75) =5750

التفسير الاقتصادي:

نفترض أن x et y هما منتوجان تقوم مؤسسة معينة بإنتاجها في ظل قيود إنتاج معينة فإن الحل الأمثل الذي يمكن تحقيقه هو إنتاج 70 وحدة من المنتوج الأول x، و إنتاج 75 وحدة من المنتوج الثاني y وتحقيق ربح أقصى 5750 وحدة نقدية.

لنفرض أنه تغيرت دالة الهدف لتصبح: $z' = 40x + 60y$ فما هو الحل الأمثل الجديد، ماذا تستنتج؟

الحل:

بوضع $z=12000$

$Z = 40x + 60y = 12000$

$X=0 \quad y=200 \quad (0.200)$

$Y=0 \quad x=300 \quad (300.0)$

لما قمنا بتغيير دالة الهدف تغير الحل الأمثل إلى (110. 30)

$Z' = 40(30) + 60(110) = 7800$

اقتصاديا: عند تغيير دالة الهدف يصبح الحل الأمثل الجديد $x=30, y=110$ و تحقيق ربح أقصى $z'=7800$

النتيجة: نستنتج أنه عندما تتغير دالة الهدف دون تغير القيود فإن منطقة الحلول الممكنة تبقى نفسها الذي يتغير هو نقطة الحل الأمثل.

وعليه فالحل الأمثل يوجد أو يمكن أن يوجد على أحد النقط القصوى لمنطقة الحلول الممكنة.

2-حالة التدنية MIN:

وتتكون عملية الحل البياني في حالة التدنية من عدد من الخطوات للوصول إلى الحل الأمثل كما يلي:[15]

أ-تحويل كل متراجحات القيود إلى معادلات؛

ب-رسم الخطوط المستقيمة لمعادلات الخطوة أ على معلم متعامد، وتسمى المستقيمات المتحصل عليها بالمستقيمات المولدة وهي تشكل لها مضلع متعدد الرؤوس؛

ج-شطب المناطق التي لا تحقق القيود وهي توجد إلى يمين المستقيم في حالة كون القيد أقل وإلى يسار المستقيم في حالة القيد أكبر؛

د–تحديد المنطقة التي تحدد جميع القيود وهي في الغالب توجد إلى يمين المستقيمات المولدة، وتسمى بمنطقة الحلول الممكنة أو حيز الإمكان؛

هـ–جعل دالة الهدف معدومة أي تساوي إلى الصفر، ورسم مستقيمها على نفس المعلم، يمر هذا المستقيم من نقطة المبدأ، يسمى هذا المستقيم بالمستقيم Δ؛

و– يحرك المستقيم Δ بصفة متوازية باتجاه رؤوس المضلع المحصل عليه من المستقيمات المولدة بموجب الخطوة د، وتكون النقطة التي تحقق أقل قيمة للدالة الاقتصادية (دالة الهدف) هي أول نقطة يصل إليها المستقيم Δ عند سحبه إلى الأعلى بشكل مواز لأصله، وهي نقطة حاصلة من تقاطع عدة مستقيمات مولدة؛

ل–إيجاد احداثيات لهذه النقطة وذلك إما هندسيا بإنزال شاقول من هذه النقطة على المحور الأفقي فحصل على قيمة المتغيرة الأولى، ونمد من هذه النقطة أيضا مستقيما موازيا للمحور الأفقي فيتقاطع مع المحور العمودي عند النقطة التي تدني القيمة الاقتصادية؛

م–بعد تعويض قيم المتغيرات المتحصل عليها في دالة الهدف فنحصل على القيمة الدنيا لها.

وفي حالة عدم التمكن من تحديد أول نقطة يصل إليها المستقيم، بسبب عدم التمكن من تمييزها يتم إيجاد قيم المتغيرات عند النقاط المشتبه فيها، وتعوض في دالة الهدف مع أخذ القيمة التي تعطي أقل قيمة للدالة الاقتصادية.

مثال: ليكن لديك الدالة التالية:

$$MIN : Z= 5x +10y$$

$$s/c : 3x+5y\geq 5$$

$$5x+2y \geq 540$$

$$(x,y)\geq 0$$

القيد الأول: $3x+5y=5$

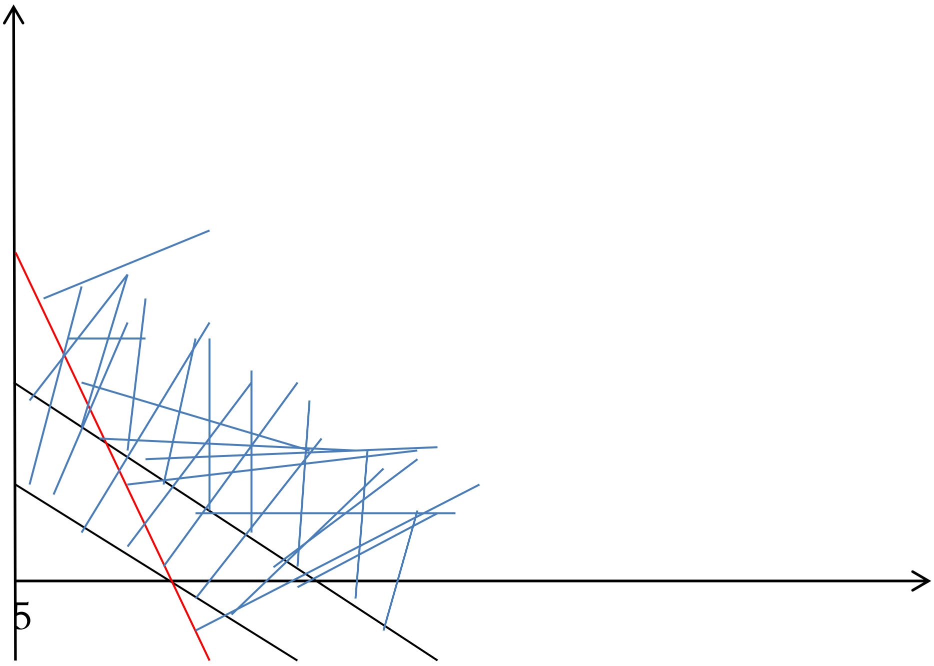
$X=0 \quad Y=1 \quad (0.1)$

$Y = 0 \quad x=\frac{5}{3} \quad (1.66. 0)$

القيد الثاني: $5x+2y=3$

$X=0 \quad Y=\frac{3}{2} \quad (0.1.5)$

$Y = 0 \quad x=\frac{3}{5} \quad (1.6. 0)$



$5x+10y=5$

$X=0 \quad y=\frac{1}{2}$

$Z_a= 5(0) +10(1.5) =15$

$Z_b= 5(0.25)+ 10(0.75) =8.75$

$Z_c= 5(1.66) +10(0) =8.30$

ومنه نقطة الحل الأمثل هي $c(0.66.1)$، $z= 8.3 , x=1.66, y=0$

3-الحالات الخاصة بمشاكل البرمجة الخطية للحلول البيانية:

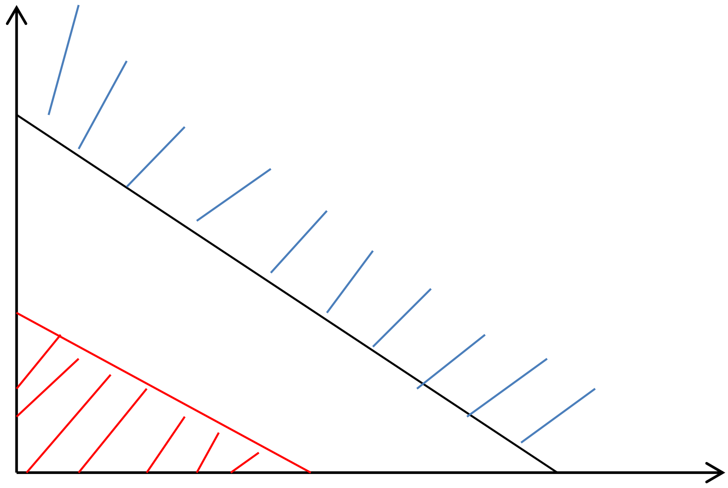
3-1-حالة الحل غير الممكن:

يكون البرنامج الخطي غير ممكن الحل عند عدم وجود حلول ممكنة تحقق جميع القيود، وبيانيا نلاحظ ذلك عندما لا توجد منطقة مشتركة بين القيود، وتكون منطقة الحلول الممكنة للقيد الأول والثاني منفصلة عن بعضها البعض.

مثال:

$2x+2y \leq 10$

$X+y \geq 8$



3-2- حالة الحل غير المحدود:

يكون للبرنامج الخطي حل غير محدود عندما تكون منطقة الحلول الممكنة غير محدودة، ودالة الهدف تؤول نحو ما لا نهاية $z \longrightarrow \infty$

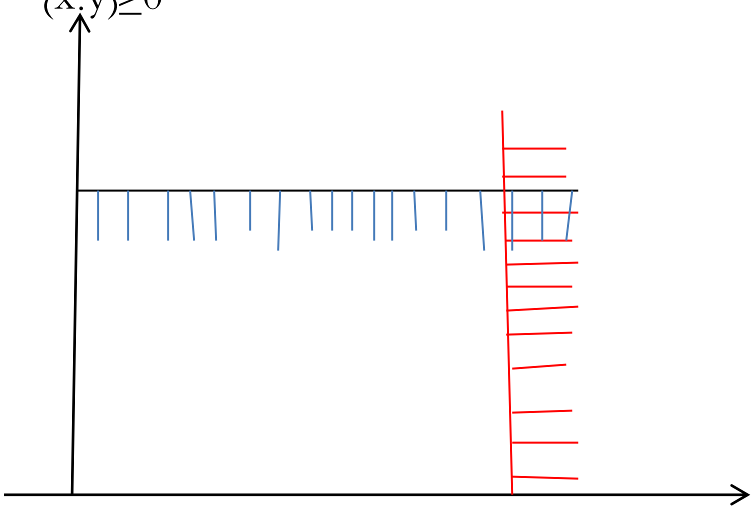
عمليا هذه الحالة غير ممكنة وغير موجودة لأنه لا يمكن زيادة الربح إلى ما لا نهاية، وبيانيا تظهر هذه الحالة بامتداد منطقة الحلول الممكنة إلى ما لا نهاية

مثال:

$MAX : z=3x+2y$

$x \geq 4 \quad y \geq 5$

$(x,y) \geq 0$

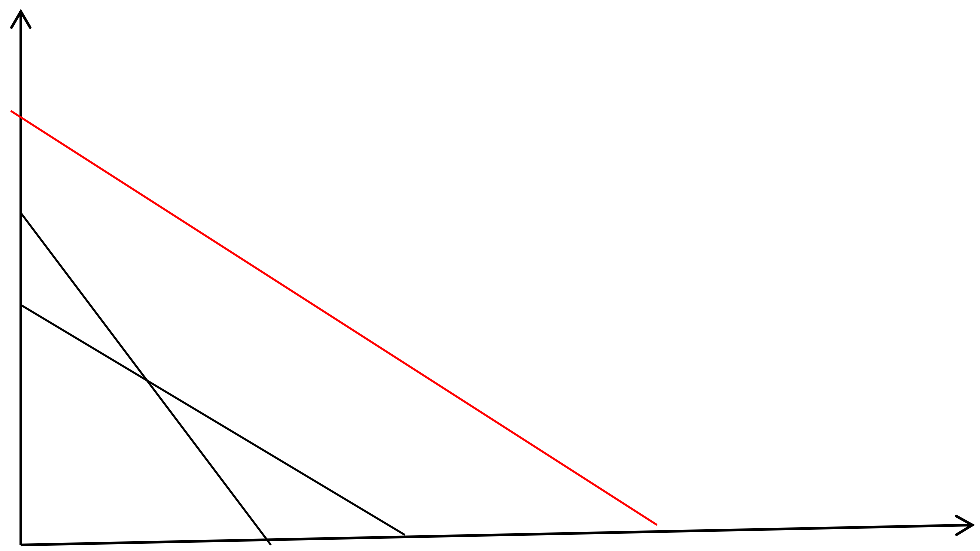


3–حالة الحلول المتعددة:

يكون للبرنامج حلولا متعددة عندما تكون نقطة الحل الأمثل عبارة عن قطعة مستقيمة، حيث تأخذ متغيرات القرار عدة قيم مختلفة فيما بينها لكنها تعطي لنا نفس القيمة لدالة الهدف Z، مثل هذه الحالة جد مهمة عمليا لأنها تعطي لمتخذي القرار الخيار في اتخاذ القرار الذي يناسبه من بين مجموعة من البدائل التي تعطي نفس الربح، وبيانيا الحل الأمثل هو القطعة المستقيمة التي بالأحمر

4–القيد الزائد:

يعتبر أحد قيود البرنامج الخطي قيدا زائدا عندما لا يدخل في تحديد منطقة الحلول الممكنة ولا نقطة الحل الأمثل، وفي هذه الحالة لا يكون لحذفه من البيان أي تأثير على منطقة الحلول الممكنة، وبيانيا يظهر القيد الزائد باللون الأحمر كما يلي:



ثالثا–الطريقة المبسطة (السمبلكس) Simplex Method

تعتبر هذه الطريقة وسيلة لمعالجة المشاكل في الواقع العملي، وتستعمل عندما تكون عدد المتغيرات اثنين فأكثر، ويتم حلها باستخدام جدول رياضي (simplex table)، وتعتمد على العمليات الحسابية والجبرية حتى الحصول على الحل الأمثل.[16]

وتمثل الطريقة البسيطة لحل المشاكل الإدارية أهم طريقة للحصول على الحلول المثلى باستخدام الحلول الرياضية، وهي تقوم على ايجاد الحل المثالي لدالة الهدف وفق قيود معينة، وهي تعتمد على إجراءات نظامية محددة وسهلة، وتجعل إمكانية الوصول إلى الحل الأمثل واضحا، واتباعها لأسلوب تحسين الحل مما يحقق امكانية الوصول إلى حل أفضل.[17]

1–النماذج الرياضية الأساسية للبرمجة الخطية وفق أسلوب Simplex:

تتلخص هذه النماذج فيما يلي:[18]

1–1–النموذج العام للبرمجة الخطية:

تمثل هذه الصياغة الرياضية القاعدة الأساسية لتقديم كافة العلاقات والصيغ الرياضية الأخرى في البرمجة الخطية، وتتلخص كما يلي:

X_j s_i	X1	X2	…….	S1	……	Bi
X_j s_i	مصفوفة الأساس			مصفوفة خارج الأساس		
z_j						

1–2–الصيغة القانونية:

إن هذه الصيغة يتم اشتقاقها من الصيغة السابقة حيث أن العلامة الرياضية للقيود هي $\geq$أكبر أو يساوي أو $\leq$ أقل أو يساوي وهناك حالات تكون فيها العلامتين معا، وعلى افتراض أن هناك نوع واحد من العلامات في النموذج نجد:

$$MAX.\ Z=c1x1+c2x2+\ldots.+cnxn$$

$$A_{11}x_{11}+a_{12}x_{12}+\ldots+a_{1n}x_n\leq b_1$$

$$A_{21}x_{21}+a_{22}x_{22}+\ldots+a_{2n}x_n\leq b_2$$

$$. \quad . \quad . \quad .$$

$$. \quad . \quad . \quad .$$

$$A_{m1}x_{m1}+a_{m2}x_{m2}+\ldots+a_{mn}x_n\leq b_m$$

1-3-الصيغة القياسية:

وتسمى أيضا بالصيغة المستقرة كونها تظهر بالعلامة (=) وذلك بعد دخول المتغيرات (المتمم الرياضي) على القيود، وهي تعتمد على الصياغة القانونية كما يلي:

$$MAX.\ Z=c1x1+c2x2+\ldots.+cnxn$$

$$A_{11}x_{11}+a_{12}x_{12}+\ldots+a_{1n}x_n\leq b_1$$

$$A_{21}x_{21}+a_{22}x_{22}+\ldots+a_{2n}x_n\leq b_2$$

$$. \quad . \quad . \quad .$$

$$. \quad . \quad . \quad .$$

$$A_{m1}x_{m1}+a_{m2}x_{m2}+\ldots+a_{mn}x_n\leq b_m$$

$$X_1,\ x_2\ldots x_n\geq 0 \quad s_1,\ s_2\ldots.s_n\geq 0$$

ويظهر هذا أن هذه الطريقة تقوم بتحويل المتراجحات إلى معادلات، وذلك بإضافة متغير مكمل (فائض) في حالة كون أن المشكلة تهدف إلى ايجاد أكبر عائد ممكن، أما في حالة المشاكل تهدف إلى تحقيق أقل تكلفة ممكنة (عندما متراجحاتها تحتوي على العلامة $\geq$ فيتم أولا طرح متغير مكمل (فائض) وبعدها إضافة متغير اصطناعي إلى النموذج.[19]

2-مبدأ Simplex لحل البرامج الخطية بالطريقة الجبرية:

يقوم مبدأ Simplex على ايجاد قيم المجاهيل التي تحقق متراجحات الشروط الخطية للبرنامج الخطي وتعطي دالة الهدف قيمة مثلى، وهي القيمة العظمى في حالة التعظيم وقيمة دنيا في حالة التدنية، وتقوم على مبادئ دانتزيغ dantzing والذي يلخصها في تحويل البرنامج الخطي إلى جدول (مصفوفة) ويعالج بأسلوب معين للوصول بعدد من التكرارات مبتدئين بحل ابتدائي ممكن الوصول وصولا إلى حل أمثل وممكن.[20]

وتتمثل خطوات الطريقة المبسطة فيما يلي:[21]

-الخطوة الأولى: تحويل النموذج الرياضي إلى الشكل المعياري (القياسي) أي تحويل كل القيود من متراجحات إلى معادلات كما يلي:

-إذا كانت إشارة القيد أقل أو تساوي (≤) يتم إضافة متغير الفجوة (المتغير الراكد) إلى الطرف الايسر للقيد ويرمز له بالرمز (s=1.2.3....m)؛

-إذا كانت إشارة القيد أكبر أو تساوي (≥) يتم طرح متغير الفجوة (المتغير الفائض) إلى الطرف الايسر للقيد ويرمز له بالرمز (s=1.2.3....m)، و نظيف متغير وهمي (متغير اصطناعي) إلى الطرف الأيسر ويرمز له بالرمز (e=1.2.3....m)؛

--إذا كانت إشارة القيد تساوي (=) يتم إضافة متغير الفجوة (المتغير الراكد) إلى الطرف الأيسر للقيد ويرمز له بالرمز (e =1.2.3....m)؛

-إعادة كتابة دالة الهدف في ضوء المتغيرات الجديدة، حيث تظهر متغيرات الفجوة بمعامل (0)، وتظهر المتغيرات الاصطناعية بمعامل (M) والتي ترمز لعدد كبير جدا إذا كانت دالة الهدف التدنية.

-الخطوة الثانية: تكوين جدول الحل الابتدائي للوصول إلى حل أولي ممكن والذي يناظر الحل الأول عند نقطة الأصل في الحل البياني كما يلي:

s_i	X_j	X1	X2	....	S1	......	b_i
s_i	X_j	مصفوفة الأساس			مصفوفة خارج الأساس		
z_j							

وفي هذا الحل لما نجد جميع قيم z_j موجبة أو معدومة في حالة التعظيم نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل أما في حالة وجود قيمة لz_j سالبة أو أكثر لم نصل بعد للحل الأمثل وعليه نواصل الحل باتباع الخطوة الموالية، و لما نجد جميع قيم z_j سالبة أو معدومة في حالة التدنية نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل أما في حالة وجود قيمة لz_j موجبة أو أكثر لم نصل بعد للحل الأمثل وعليه نواصل الحل باتباع الخطوة الموالية.

حيث تحسب z_j كما يلي:

$Z_{jaij}= \sum(c_j.a_{ij})$-معاملات دالة الهدف

$Z_{jbi}= \sum(c_j.b_i)$

-الخطوة الثالثة: نقوم من خلال هذه الخطوة بتحديد المتغيرة الداخلة وفق القانون التالي: المتغيرة الداخلة هي أكبر قيمة موجبة بالقيمة الموجبة بين المتغيرات السالبة لz_j في حالة التعظيم، وأكبر قيمة موجبة بين القيم الموجبة ل z_j في حالة التدنية، ثم نقوم بتحديد المتغيرة الخارجة وفق القانون التالي: المتغيرة الداخلة $=\frac{\text{أقل ناتج قسمة } bi}{\text{عمود المتغيرة الداخلة}}$، ومن ثم نحدد المحور pv والذي يمثل قيمة تقاطع المتغيرة الداخلة مع المتغيرة الخارجية؛

-الخطوة الرابعة: إعادة تشكيل جدول السمبلكس وفق المراحل التالي:

- قيمة المحور الجديد = $\frac{\text{القيمة القديمة}}{pv}$P
- عمود المحور الجديد= $\frac{\text{القيمة القديمة}-\text{نفسها}}{pv}$؛
- سطر المحور الجديد: $\frac{\text{القيمة القديمة}}{pv}$؛
- باقي العناصر =$\frac{(\text{القيمة القديمة}\times pv)(\text{جداء الزاويتين المتبقيتين})}{pv}$.

و من ثم نقوم بإعادة حساب z_j من جديد وبنفس الطريقة وفي هذا الحل لما نجد جميع قيم z_j موجبة أو معدومة في حالة التعظيم نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل أما في حالة وجود قيمة لz_j سالبة أو أكثر لم نصل بعد للحل الأمثل وعليه نواصل الحل باتباع الخطوة الموالية، و لما نجد جميع قيم z_j سالبة أو معدومة في حالة التدنية نكون قد وصلنا إلى الحل الأمثل أما في حالة وجود قيمة لz_j موجبة أو أكثر لم نصل بعد للحل الأمثل وعليه نواصل بإعادة الخطوتين الثالثة والرابعة حتى نصل إلى الحل الأمثل.

3-حلول Simplex في حالة التعظيم (MAX):

تتمثل طريقة Simplex في هذه الحالة شرط وجود الموارد المتاحة من أجل البحث عن موارد معينة تحت قيود كثيرة.

مثال:

$$z = \max\ \{500\,x + 300y\}$$

$$^{s}/_{c}:\begin{cases} 4x + y \le 900 \\ 2x + 3y \le 700 \end{cases}$$

$$x\ ,\ y \ge 0$$

الحل:

1- تقوم لتعديل النموذج إدخال المتغيرات الاصطناعية

$$z = \max \ \{500\,x + 300y + 0s1 + 0s2\}$$

$$^{s}/_{c}: \begin{cases} 4x + y + s1 = 900 \\ 2x + 3y + s2 = 700 \end{cases}$$

$$x\,,\,y \geq 0$$

أول بداية لسمبلاكس هو عدم الإنتاج (عدم القرار) وهو أسهل قرار

2- جدول السيلاكس:

لدينا v_j متغيرات دالة الهدف

c_j معاملات هذه المتغيرات

v_j	C_v	500	300	0	0	b_i
		X	Y	S1	S2	
0	S_1	4	1	1	0	900
0	S2	2	3	0	1	700
z_j		500-	300-	0	0	0

هذا الحل معناه أننا لا ننتج حيث z=o (الربح) وضياع ربح 5000 لكل وحدة من المنتوج x و 300 لكل وحدة من المنتوج y.

3- تحسين الحل:

المرحلة 01: تحديد المتغيرة الداخلة: تحدد المتغيرة الداخلة بأكبر قيمة مطلقة بين قيم Z_j^+ السالبة حيث:

$$Z = \Sigma(\mathbf{C_v}.\mathbf{bj})$$

أي: $\mathbf{Z_j}^+$ فيتم حسابها كما يلي:

$$Z = (0.900) + (0.700) = 0$$

أما قيم

$$Z_j^+ = \mathbf{\Sigma(C_v.a_{ij}) - Cj}$$

$$(0.4)+(0.2)-500 = -500$$

(0.1)+(0.3)-300=-300

(0.1)+(0.0)-0=0

(0.0)+(0.1)-1=0

أي $|-500|$ و $|-300|$ منه 500 أكبر قيمة مطلقة و هي x و عليه x هي المتغيرة الداخلة (يعني في الحل القادم سنجد المتغيرة xهي الداخلة.

المرحلة 02: تحديد المتغيرة الخارجة:

و هي أصغر ناتج لتقييم قيم b_j على معاملات المتغيرة الداخلة أي: نقوم بتقسيم مختلف عناصر عمود b_j على عناصر عمود xأي:

$\frac{900}{4}$**=225**

$\frac{700}{2}$**=350** **S1** ***المتغيرة الخارجة التي تقابل***

المرحلة 03: تحديد المحور (PV):

بعد تحديد المتغيرة الداخلة و الخارجة يحدد مباشرة المحور، و هو العنصر الذي تتقاطع فيه المتغيرتان (تتقاطع عند 4) و الذي يوضع في دائرة أو مربع.

المرحلة 04: كتابة الحل الجديد:

مع كتابة المتغيرة الداخلة.

1-حساب سطر المحور: يتم تقسيم كل عناصر هذا السطر على المحور فيجب أن **يساوي المحور 1**

أي: السطر الأول: $\frac{4}{4}=1$

السطر الثاني: $\frac{1}{4}=\frac{1}{4}$

السطر الثالث: $\frac{1}{4}=\frac{1}{4}$

السطر الرابع: $\frac{0}{4}=0$

السطر b_i: $\frac{900}{4}=225$

2-كتابة عناصر عمود المحور:

تساوي دائما الصفر لأنها تحسب وفق العلاقة التالية:

العنصر الجديد = السطر الأول: $\frac{\text{العنصر القديم}-\text{العنصر نفسه}}{\text{المحور}} = \frac{2-2}{4} = 0$

3-كتابة العناصر المتبقية في الجدول:

حيث تشكل العناصر المتبقية مربعا مع المحور، و تكون في الزاوية المقابلة للمحور نفسه و تحسب كما يلي:

العنصر الجديد = $\frac{(\text{العنصر القديم}\times\text{المحور})-\text{ناتج جداء الزاويتين المتبقيتين}}{\text{المحور}}$

$$a_{22}= \frac{(3\times4)-(1\times2)}{4} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$$

$$a_{23}= \frac{(0\times4)-(1\times2)}{4} = \frac{-2}{4} = \frac{-1}{2}$$

$$a_{24}= \frac{(1\times4)-(0\times2)}{4} = \frac{4}{4} = 1$$

$$b_2= \frac{(700\times4)-(900\times2)}{4} = 250$$

منه يصبح جدول simplex كما يلي:

v_j	C_v	500	300	0	0	b_i
		x	Y	S_1	S_2	
500	X	1	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0	900
0	S2	0	$\frac{5}{2}$	$\frac{-1}{2}$	1	700
z_j		0	175-	125	0	112500

$Z= (5000\times225)+ (0\times250) =112500$

$Z_j= \boldsymbol{\Sigma}(\mathbf{cv} \,.\, \mathbf{a_{ij}})-\mathbf{c_j}$

$(500\times1) +(0\times0)- 500 =0$

$(500\times\frac{1}{4}) +(0\times\frac{5}{2})- 300 =-175$

$(500\times\frac{1}{4}) +(0\times\frac{-1}{4})- 0= 125$

$(500\times0) +(0\times1)- 0 =0$

معناه الربح في حالة **x= 125** يكون مساويا ل 112500دج ز تبقى 250 من المورد S_2 غير مستغلة لذا نواصل بتحسين الحل:

تحسين الحل:

المرحلة 01: تحديد المتغيرة الداخلة:

لدينا قيمة سالبة واحدة فقط و هي التي تقابل y منه y هي المتغيرة الداخلة.

المرحلة 02: تحديد المتغيرة الخارجة:

$$\frac{225}{\frac{1}{4}} = 900$$

$$\frac{250}{\frac{5}{2}} = 100 \rightarrow$$

S_2التي تقابل المتغيرة الخارجة

المرحلة 03: تحديد المحور (PV):

بعد تحديد المتغيرة الداخلة و الخارجة يحدد مباشرة المحور، و هو العنصر الذي تتقاطع فيه المتغيرتان (تتقاطع عند $\frac{5}{2}$) والذي يوضع في دائرة أو مربع.

المرحلة 04: كتابة الحل الجديد:

مع كتابة المتغيرة الداخلة.

1–حساب سطر المحور: يتم تقسيم كل عناصر هذا السطر على المحور فيجب أن **يساوي المحور 1**

أي: السطر الأول: $0\times \frac{2}{5} = 0$

السطر الثاني: $\frac{2}{5} \times \frac{5}{2} = 1$

السطر الثالث: $\frac{2}{5} \times \frac{-1}{2} = \frac{-1}{5}$

السطر الرابع: $1 \times \frac{2}{5} = \frac{2}{5}$

السطر b_i: $250 \, \frac{2}{5} = 100$

2–كتابة عناصر عمود المحور:

تساوي دائما الصفر لأنها تحسب وفق العلاقة التالية:

العنصر الجديد = السطر الأول: $\frac{\text{العنصر القديم} - \text{العنصر نفسه}}{\text{المحور}} = \frac{\frac{1}{4}-\frac{1}{4}}{\frac{2}{5}} = 0$

3-كتابة العناصر المتبقية في الجدول:

حيث تشكل العناصر المتبقية مربعا مع المحور، و تكون في الزاوية المقابلة للمحور نفسه و تحسب كما يلي:

العنصر الجديد = $\frac{(\text{العنصر القديم} \times \text{المحور}) - \text{ناتج جداء الزاويتين المتبقيتين}}{\text{المحور}}$

$$A_{11}= \frac{\left(1\times\frac{5}{2}\right)-\left(0\times\frac{1}{4}\right)}{\frac{5}{2}} = 1$$

$$A_{13}= \frac{\left(\frac{1}{4}\times\frac{5}{2}\right)-\left(\frac{1}{4}\times\frac{-1}{2}\right)}{\frac{5}{2}} = \frac{3}{10}$$

$$A_{14}= \frac{\left(0\times\frac{5}{2}\right)-\left(1\times\frac{1}{4}\right)}{\frac{5}{2}} = \frac{-1}{10}$$

$$B_{1}= \frac{\left(225\times\frac{5}{2}\right)-\left(250\times\frac{1}{4}\right)}{\frac{5}{2}} =200$$

منه يصبح جدول simplex كما يلي:

v_j	C_v	500	300	0	0	b_i
		x	Y	S_1	S_2	
500	X	1	0	$\frac{3}{10}$	$\frac{-1}{10}$	200
300	Y	0	1	$\frac{-1}{5}$	$\frac{5}{2}$	100
z_j		0	0	90	70	130000

بما كل قيم Zj موجبة أو منعدمة وصلنا إلى الحل الأمثل

الربح = 130000دج مع انتاج 200 وحدة من x و انتاج 100 وحدة من y

كل الكميات المتوفرة مستهلكة ($S_2= 0$, $S_2= 0$)

4- حلول Simplex في حالة التدنية (MIN)

يمكن للمؤسسة معالجة مشكلة الإنتاج عن طريق تدنية التكاليف باستعمال البرمجة الخطية وفق نفس خطوات التعظيم مع بعض الاختلافات، ونجد حالتين هما:

❖ طريقة Big M؛

❖ طريقة المرحلتين.

4-1-طريقة Big M:

في حالة التدنية تكون الإشارة في القيود أكبر من أو تساوي (≥) ما يجعلها تؤول لما لا نهاية الأمر الذي يتطلب طرح متغيرات الفجوة $e_1, e_2 \ldots e_n$ من الطرف الأيسر للقيود عند القيام بإعداد البرنامج المعياري وذلك حتى نتمكن من حل المعادلة بطريقة Simplex، كما يتم الاستعانة بمتغيرات اصطناعية للمساعدة على الحل والحصول على الممكن $S_1, S_2 \ldots S_n$ وبعد الحصول على الحل يتم ابعاد هذه المتغيرات، وحالات الوصول إلى الحل الأمثل في حالة التدنية هي:

-يجب ان تكون جميع $Z_J \leq 0$ وفي حالة وجود أحد القيم أكبر من الصفر فيجب أن نواصل الحل بإعداد جدول Simplex جديد؛

-المتغيرة الداخلة هي أكبر قيمة بين القيم الموجبة لـZ_J ؛

-كل متغيرة فجوة تخرج لا يمكن إعادتها للحل؛

-تأخذ معاملات الدالة الهدف لمتغيرات الفجوة $e_1, e_2 \ldots e_n$ قيمة M العظمى والتي نعتمد عليها في الحل، والمثال الموالي يشرح كيفية الحل.

مثال:

لتكن لدينا التالية كما يلي:

$$z = \min \{900x + 700y\}$$

$$^{s}/_{c} : \begin{cases} 4x + 2y \leq 500 \\ x + 3y \leq 300 \end{cases}$$

$$x , y \geq 0$$

الحل:

1- نقوم بتعديل النموذج بإدخال المتغيرات الاصطناعية

يجب الانتباه على العناصر التالية في حالة التدنية، إذا أدخلنا متغيرات الفوارق في المتراجحات لتعويضها بمعادلات سنلجأ إلى عوامل سالبة أي:

$$: \begin{cases} 4x + 2y - e1 = 500 \\ x + 3y - e2 = 300 \end{cases}$$

و بما أن هذه المعاملات السالبة قد تعطينا قيم سالبة في الحل فلا بد من ادخال متغيرات اصطناعية موجبة كما يلي:

$$:\begin{cases} 4x + 2y - e1 + s1 = 500 \\ x + 3y - e2 + s2 = 300 \end{cases}$$

لإخراج معاملات الفوارق في الحل نعطيها معاملات كبيرة جدا في دالة الهدف و يرمز لها بالرمز: M حيث يصبح النموذج المعدل كما يلي:

$$z = \min \ \{900\,x + 700y + Me1 + Me2 + \ 0s1 + 0s2\}$$

$$^{s}/_{c} :\begin{cases} 4x + 2y - e1 + s1 = 500 \\ x + 3y - e2 + s2 = 300 \end{cases}$$

$$x\ ,\ y \geq 0$$

2- جدول السيلاكس:

يجب علينا مراعاة الملاحظات التالية:

-**المتغيرة الداخلة:** هي التي تتميز بأكبر قيمة مطلقة من بين قيم Z_j^+ الموجبةP

-كلما خرجت معاملة فوارق من الحل نتوقف عن أخذها في الحسبان في الجدول؛

-الحل الأمثل هو الذي تكون فيه كل قيم Z^* **سالبة أو منعدمة**.

و منه يصبح جدول السمبلاكس كما يلي:

v_j	C_v	900	700	M	M	b_i
		x	Y	e_1	e_2	
M	e_1	4	2	-1	0	200
M	e_2	1	3	0	-1	100
z_j		5M-900	5M-700	-2M	-2M	800M

$\mathbf{Z= \Sigma(C_v.bj)}$ = M(500) +M(300) =**800M**

$\mathbf{Z_j^+= \Sigma(C_v.a_{ij})-Cj}$

(M.4)+(M.1)-900 =5M-900

(M.2)+(M.3)-700= 5M-700

(M.0)+(M.-1)-M =-M

$(M.0)+(M.0)-M= -M$

$(M.1)+(M.0)-0 =M$

$(M.0)+(M.1)-0= M$

3- تحسين الحل:

المرحلة 01: تحديد المتغيرة الداخلة: تحدد المتغيرة الداخلة بأكبر قيمة بين قيم Z_j^+ الموجبة هي $5M-700$ منه المتغيرة الداخلة هي Y.

المرحلة 02: تحديد المتغيرة الخارجة:

و هي أصغر ناتج لتقييم قيم b_j على معاملات المتغيرة الداخلة أي: نقوم بتقسيم مختلف عناصر عمود b_j على عناصر عمود xأي:

$$\frac{500}{42}=250$$

$$\frac{300}{3}=100 \longrightarrow e_2$$ ***المتغيرة الخارجة التي تقابل***

المرحلة 03: تحديد المحور (PV):

بعد تحديد المتغيرة الداخلة و الخارجة يحدد مباشرة المحور، و هو العنصر الذي تتقاطع فيه المتغيرتان (تتقاطع عند 3) و الذي يوضع في دائرة أو مربع.

المرحلة 04: كتابة الحل الجديد:

1-حساب سطر المحور: يتم تقسيم كل عناصر هذا السطر على المحور فيجب أن يساوي المحور 1

أي: $\frac{1}{3}=\frac{1}{3}$

$\frac{3}{3}=1$

$\frac{0}{3}=0$

$\frac{-1}{3}=\frac{-1}{3}$

$\frac{0}{3}=0$

$\frac{1}{3}=\frac{1}{3}$

السطر b_i: $\frac{300}{3}=100$

2-كتابة عناصر عمود المحور:

تساوي دائما الصفر لأنها تحسب وفق العلاقة التالية:

$$\textbf{العنصر الجديد} = \frac{\text{العنصر القديم} - \text{العنصر نفسه}}{\text{المحور}} = \frac{-1+1}{3} = 0$$

3-كتابة العناصر المتبقية في الجدول:

حيث تشكل العناصر المتبقية مربعا مع المحور، و تكون في الزاية المقابلة للمحور نفسه و تحسب كما يلي:

$$\textbf{العنصر الجديد} = \frac{(\text{العنصر القديم} \times \text{المحور}) - \text{ناتج جداء الزاويتين المتبقيتين}}{\text{المحور}}$$

$$a_{11} = \frac{(3\times4)-(1\times2)}{3} = \frac{10}{3}$$

$$a_{13} = \frac{(-1\times3)-(0\times2)}{3} = -1$$

$$a_{14} = \frac{(0\times3)-(-1\times2)}{3} = \frac{2}{3}$$

$$a_{15} = \frac{(3\times1)-(0\times2)}{3} = 1$$

$$a_{16} = \frac{(0\times3)-(1\times2)}{3} = \frac{-2}{3}$$

$$b_1 = \frac{(500\times3)-(300\times2)}{3} = 300$$

منه يصبح جدول السمبلاكس كما يلي:

v_j	C_v	900	700	M	M	b_i
		x	Y	e_1	e_2	
M	e_1	$\frac{10}{3}$	0	-1	$\frac{2}{3}$	300
700	Y	$\frac{1}{3}$	1	0	$\frac{-1}{3}$	100
z_j		$\frac{10}{3}M-\frac{2000}{3}$	0	-2M	$\frac{-M}{3}-\frac{700}{3}$	300M+70000

$\mathbf{Z = \Sigma(C_v.bj)} = (M.300) + (700)(100) = \mathbf{300M+70000}$

بما أنه توجد قيم موجبة نواصل الحل بنفس الخطوات السابقة الذكر حتى نتحصل على الجدول التالي:

منه يصبح جدول simplex كما يلي:

v_j	C_v	900	700	M	M	b_i
		x	Y	e_1	e_2	
900	X	1	0	$\frac{-3}{10}$	$\frac{1}{5}$	90
700	Y	0	1	$\frac{1}{10}$	$\frac{-2}{5}$	70
z_j		0	0	-200-M	-100-M	130000

بما كل قيم Zj موجبة أو منعدمة وصلنا إلى الحل الأمثل

الربح = 130000دج مع انتاج 09 وحدة من x و انتاج 07 وحدة من y

كل الكميات المتوفرة مستهلكة (**S_2= 0 , S_2= 0**)

4-2-الحل بطريقة المرحلتين:

يمكن حل المسائل الثنائية بطريقة تسمى **طريقة المرحلتين** عن طريق ابعاد المعاملات الاصطناعية و يتم استعمال هذه الطريقة كالتالي:

- **المرحلة الأولى**: توضع معاملات المتغيرات الأساسية في دالة الهدف مساوية للصفر و معاملات متغيرات الفوارق مساوية للواحد؛
- **المرحلة الثانية**: تدخل المعاملات الأصلية لمتغيرات الفوارق لتحسب القيمة لدالة الهدف

تستعمل طريقة المرحلتين في حالة التدنية، و تستعمل نفس الخطوات السابقة في حل السمبلاكس

مثال:

لنستعمل نفس المثال السابق يطلب منك حلها بطريقة المرحلتين:

الحل:

المرحلة الأولى:

C_V	C_J	0	0	1	1	b_i
		x	y	e_1	e_2	
1	e_1	$\boxed{4}$	2	1	0	500
1	e_2	1	3	0	1	300
Z_j^+		5	5	0	0	800
0	x	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	0	125
1	e_2	0	$\boxed{\frac{1}{2}}$	$\frac{-1}{4}$	1	175
Z_j^+		0	5	0	0	175
0	x	1	0	$\frac{3}{10}$	$\frac{-1}{5}$	90
0	y	0	1	$\frac{-1}{10}$	$\frac{2}{5}$	70
Z_j^+		0	0	-1	-1	0

المرحلة الثانية:

تعطى متغيرات الأساسية معاملاتها الأصلية لتحقيق دالة الهدف وفق مايلي:

$$900x+700y = 900(90) + 700(70) =130000da$$

يعتبر الجدول النهائي لبرنامج Simplex مصدر لمعلومات مثل: قيمة مضافة من مورد معين و نجد المعلومات في zj .

5-بعض الحالات الخاصة في طريقة Simplex

هناك بعض الحالات الخاصة في Simplex تتلخص في:

1-الطرف الثاني سالب $(bi\leq 0)$ ؛

2-القيود المرفقة بإشارة أكبر أو تساوي:

$$a_{11}x_1+a_{12}x_2+ \ldots\ldots+a_{1n}x_n\geq bi$$

$$a_{11}x_1+a_{12}x_2+ \ldots\ldots+a_{1n}x_n-e_1+s_1=bi$$

المتغير الاصطناعيs ليس له تفسير اقتصادي لأنه يمثل إنتاجا مصطنعا (وهمي) ونستعمله فقط لمساعدتنا في الحصول على الأساس الأولي، قيمة المتغير الاصطناعي عند الحل الأمثل معدومة، وفي حالة وجود حالة أخرى تعني مشكل ليس له الحل.

حالة Min فإن معامل e كبير جدا وهو M وهو يعبر عن تكلفة كبيرة جدا يجب اخراجها من الأساس الأخير

مثال:

ليكن لدينا البرنامج الخطي التالي:

$\text{Min} : z= 3x+2y$

s/c :

$x+3y\geq 60$

$2x+\frac{1}{2}y \geq 18$

$y\geq 6$

$(x.y)\geq 0$

$\text{Min} : z= 3x+2y+ Me_1+Me_2 +Me_3+s_1+0s_2+0s_3$

s/c :

$x+3y -e_1 +s_1=160$

$2x+\frac{1}{2}y -e_2 +s_2 =18$

$Y -e_3 +s_3 =6$

$(x.y)\geq 0$

v_j	C_v	3	2	M	M	M	b_i
		X	Y	e_1	e_2	e_3	
M	e_1	1	3	-1	0	0	60
M	e_2	2	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	18
M	e_3	0	1	0	0	-1	6
z_j		3M-3	$\frac{9}{2}$M-2	-2M	-2M	-2M	74M

بما أنه ليست جميع قيم ZJسالبة او معدومة نواصل الحل.

v_j	C_v	3	2	M	M	M	b_i
		x	Y	e_1	e_2	e_3	
M	e_1	-11	0	-1	6	0	-48
18	Y	4	1	0	2	0	36
M	e_3	-4	0	0	2	-1	-30

بما أنه توصلنا إلى قيم bi سالبة فهذا النموذج ليس له حل.

6-الحلول الخاصة في طريقة Simplex:

6-1- حالة الحل الوحيد: نقول أن للبرنامج الخطي حل وحيد إذا كان جميع zj بالنسبة للمتغيرات خارج الأساس معدومة في حالة .Max

6-2-حالة الحلول الممكنة: نقول أن للبرنامج الخطي حلول متعددة إذا كان جميع zj بالنسبة للمتغيرات خارج الأساس معدومة، وإذا دخلنا هذا المتغير إلى الأساس نحصل على نفس قيمة دالة الهدف ضمن أساس جديد.

6-3-حالة الحل غير المحدد: نقول أن البرنامج الخطي له حل غير محدد في مشكل التعظيم (Max) إذا كانت المعاملات $aij \leq 0$ في العمود j مع وجود المتغير xj مرشح للدخول إلى الأساس

6-4-حالة عدم وجود حل ممكن: نقول أن البرنامج الخطي ليس له حل ممكن إذا ظهر أحد المتغيرات الاصطناعية في الأساس عند الأمثل

6-5-حالة التفسخ أو التكرار: تكون حالة التفسخ أو التكرار عندما تكون $\frac{}{aij}$ لمتغيرين داخل الأساس متساويين أي يصبح المتغيرين مرشحين للخروج من الأساس، نجد هذه الحالة عادة عندما يكون عدد المتغيرات الموجبة في الأساس أقل من عدد القيود.

مثال:

ليكن البرنامج الخطي التالي:

Max : z= 4x+3y

s/c :

$4x+2y \leq 10$

$2x+\frac{8}{3}y \leq 8$

$y \geq 1.8$

$(x.y) \geq 0$

الحل: نقوم بكتابة البرنامج المعياري:

Max : $z= 4x+3y+ -Me+s_1+0s_2+0s_3$

$4x+2y+s_1=10$

$2x+\frac{8}{3}y+s_2=8$

$Y-e+s_3=1.8$

$(x.y) \geq 0$

v_j	C_v	4	3	0	0	0	-M	b_i
		x	Y	S_1	S_2	S_3	e	
0	s_1	4	2	1	0	0	0	10
0	s_2	2	$\frac{8}{3}$	0	1	0	0	8
-M	E	0	1	0	0	1	-1	1.8
z_j		-4	$-M+3$	0	0	-M	0	74M
0	s_1	4	0	1	0	2	-2	6.4
0	s_2	2	0	0	1	$\frac{8}{3}$	$\frac{-8}{3}$	3.2
3	Y	0	1	0	0	-1	1	1.8
z_j		4	0	0	0	3	3+M	5.4

نلاحظ أننا في حالة تفسخ ويمكننا اختيار الصف s_1 أو s_2 للخروج من الأساس للوصول إلى الحل الأمثل.

-نختار s1:

v_j	C_v	4	3	0	0	0	-M	b_i
		X	Y	S_1	S_2	S_3	e	
4	X	1	2	$\frac{1}{4}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{-1}{2}$	1.6
0	s_2	0	0	$\frac{-1}{2}$	1	$\frac{5}{3}$	$\frac{-5}{3}$	0
3	y	0	1	0	0	-1	0	1.8
z_j		0	**0**	1	0	-1	M-2	11.8
4	X	1	0	$\frac{2}{5}$	$\frac{-3}{10}$	0	0	1.8
0	S_3	0	**0**	$\frac{-3}{10}$	$\frac{3}{5}$	1	-1	0
3	Y	0	1	$\frac{-3}{10}$	$\frac{3}{5}$	0	0	1.6
z_j		0	**0**	$\frac{+7}{10}$	$\frac{3}{5}$	0	M	11.8

بما أن جميع قيم $ZJ\geq0$ وصلنا إلى الحل الأمثل.

-نختار s2:

v_j	C_v	4	3	0	0	0	-M	b_i
		X	Y	S_1	S_2	S_3	E	
0	S1	0	0	**1**	-2	$\frac{-10}{3}$	$\frac{10}{3}$	0
4	X	1	0	0	1	$\frac{4}{3}$	$\frac{-4}{3}$	1.6
3	Y	0	1	0	0	-1	1	1.8
z_j		0	**0**	0	2	$\frac{7}{3}$	$M+\frac{7}{3}$	11.8

بما أن جميع قيم $ZJ\geq0$ وصلنا إلى الحل الأمثل

7- البرنامج الثنائي (الثنائية في البرمجة الخطية):

ما من مسألة تعظيم لمعيار في الاقتصاد إلا و كانت في نفس الوقت مسألة تقليل لمعيار آخر فمثلا تعظيم الربح هو في نفس الوقت تدنية للتكاليف.

فالمسألة الثنائية لمسألة ثنائية هي المسألة الأولية.

للانتقال من المسألة الاولية إلى المسألة الثنائية نتبع الخطوات التالية:

-تعكس طبيعة دالة الهدف من max إلى min أو من min إلى max

-تستبدل تكاليف دالة الهدف C_j بالموارد b_i و تحل هذه الأخير محل C_j؛

-تحول الأعمدة إلى الأسطر و الأسطر إلى أعمدة.

مثال: ليكن لديك البرنامج الخطي التالي:

$$z = \max\ \{500\,x + 300y\}$$

$$^{s}/_{c} : \begin{cases} 4x + y \leq 900 \\ 2x + 3y \leq 700 \end{cases}$$

$$x\ ,\ y \geq 0$$

يطلب منك كتابة البرنامج الثنائي:

الحل:

الثنائي

$$z = \min\{900\,x + 700y\}$$

$$^{s}/_{c} : \begin{cases} 4x + 2y \leq 500 \\ x + 3y \leq 300 \end{cases}$$

$$x\ ,\ y \geq 0$$

الأولي

$$z = \max\ \{500\,x + 300y\}$$

$$^{s}/_{c} : \begin{cases} 4x + y \leq 900 \\ 2x + 3y \leq 700 \end{cases}$$

$$x\ ,\ y \geq 0$$

في حالة التفسخ نجد أن الحل الأمثل هو نفسه في الحالتين ونلاحظ أن عدد المتغيرات الموجبة أقل من عدد القيود، يمكننا عند اختيار أحد الصفوف أن نلاحظ تكرار الجداول فيصبح من المستحسن لتجنب ذلك اختيار الصف الآخر.

الهوامش والاحالات:

[1] محمد راتول، **بحوث العمليات**، الطبعة الثانية، الدار الجامعية، الجزائر، 2006، ص06.

[2] زين العابدين مصطفى عالم، بحوث العمليات، الطبعة الثانية، الدار الجامعي، صنعاء، اليمن، 2012، ص12

[3] ابراهيم وصيف غدير ابراهيم، عبد الرزاق حواس، **محاضرات في رياضيات المؤسسة**، مطبوعة جامعية، جامعة الوادي، 2021/2020، ص02.

[4] Gérald Baillargeon ,"**Programmation linéaire appliquée** ", les édition SMG ,Québec Canada,1996 .p 32 .

[5] أحمد حاتم عبد الله، بحوث العمليات، منشورات الجامعة الافتراضية السورية، سوريا، 2018، ص06.

[6] أبو القاسم مسعود الشيخ، بحوث العمليات، الطبعة الثانية، المجموعة العربية للتدريب والنشر، مصر، 2009، ص 26-27

[7] ابراهيم وصيف غدير ابراهيم، عبد الرزاق حواس، مرجع سبق ذكره، ص02.

[8] علي مكيد، بحوث العمليات وتطبيقاتها الاقتصادية: دروس وتمارين، الجزء الأول، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2015، ص13.

[9] زين العابدين مصطفى عالم، مرجع سبق ذكره، ص13.

[10] ابراهيم وصيف غدير ابراهيم، عبد الرزاق حواس، مرجع سبق ذكره، ص03.

[11] أحمد حاتم عبد الله، بحوث العمليات، منشورات الجامعة العربية السورية، سوريا، 2018، ص15.

[12] صاولي مراد، محاضرات في التقنيات الكمية، مطبوعة جامعية، جامعة قالمة، ص ص 06-07.

[13] أحمد حاتم عبد الله، مرجع سبق ذكره، ص25.

[14] محمد راتول، مرجع سبق ذكره، ص ص 25-26.

[15] محمد راتول، مرجع سبق ذكره، ص ص 25-26.

[16] MICHEL Simon nard, Programmation linéaire technique de calcul économique , édition dunod paris 2002, p95.

[17] HAMDY A TAHA, operation research ; an introduction, eighth edition, edition Pearson prentice, university of Arkansas, Fayetteville; 2007, p90.

[18] مؤيد الفضل، الأساليب الكمية و النوعية في دعم قرارات المنظمة، دار الوراق للنشر والتوزيع، الأردن، 2008، 404-405.

[19] منعم زمرير الموسوي، **اتخاذ القرارات الإدارية**، دار زهران للنشر و التوزيع، الأردن، 2013، ص82.

[20] إبراهيم نائب، إنعام باقية، نظرية القرارات: نماذج وأساليب كمية محوسبة، الطبعة الثانية، دار وائل للنشر والتوزيع، الأردن، 2015، ص239.

[21] ابراهيم وصيف غدير وصيف، عبد الرزاق حواس، محاضرات في رياضيات المؤسسة، مطبوعة جامعة، جامعة الوادي، 2021/2021، ص14.

المحور الثالث

مسائل النقل

المحور الثالث: مسائل النقل

مسالة النقل أو مشكل النقل هو حالة خاصة من مشاكل البرمجة الخطية ولذلك نطبق على مسألة النقل كل الافتراضات الخاصة بالبرمجة الخطية من حيث توفر البرمجة الخطية في كل دالة الهدف والقيود، كما تقوم مسائل النقل على ايجاد أسلوب أمثل لتوزيع المواد والمنتجات من عدة مصادر للعرض إلى عدة مواقع للطلب بأقل تكلفة ممكنة أو بأكبر ربح ممكن.

أولا- مفاهيم نظرية عن نموذج النقل:

بما أن مشكلة النقل حالة خاصة من البرمجة الخطية فيمكن حلها بطريقة السمبلكس، ولكنها تستغرق وقتا نظرا للعدد الكبير من المتغيرات التي يحتويها هذا النموذج، لذا فهي تستعمل جداول تسمى بجداول النقل.

1-علاقة نموذج النقل بالبرمجة الخطية:

يعتبر نموذج النقل مشتقا من نموذج البرمجة الخطية، ويتسم بكونه يتكون من عدد كبير من المتغيرات وأن المتغير الأساسي المجهول في هذا النموذج هو Xij، في حين أن المتغير الأساسي المجهول في البرمجة الخطية هو Xj، يعالج نموذج النقل مشاكل نقل وتوزيع البضائع والخدمات بين مراكز التوزيع ومراكز الاستلام، كذلك يعالج مشاكل أكثر دقة مثل: نقل وتوزيع قطع ومكونات الإنتاج بين المكائن والمعدات.[1]

فنموذج النقل يهتم بنقل السلع من مناطق عرضها إلى مناطق الطلب عليها حيث توجد طاقة قصوى للمعروض وطلب معين على البضاعة في كل وجهة والهدف هو جدولة نقل السلع من مصادرها إلى نقاط طلبها بحث تقل تكاليف الشحن والإنتاج لأدنى مستوى.[2]

وحتى نتمكن من صياغة نموذج النقل لا بد من تحديد بعض المفاهيم:

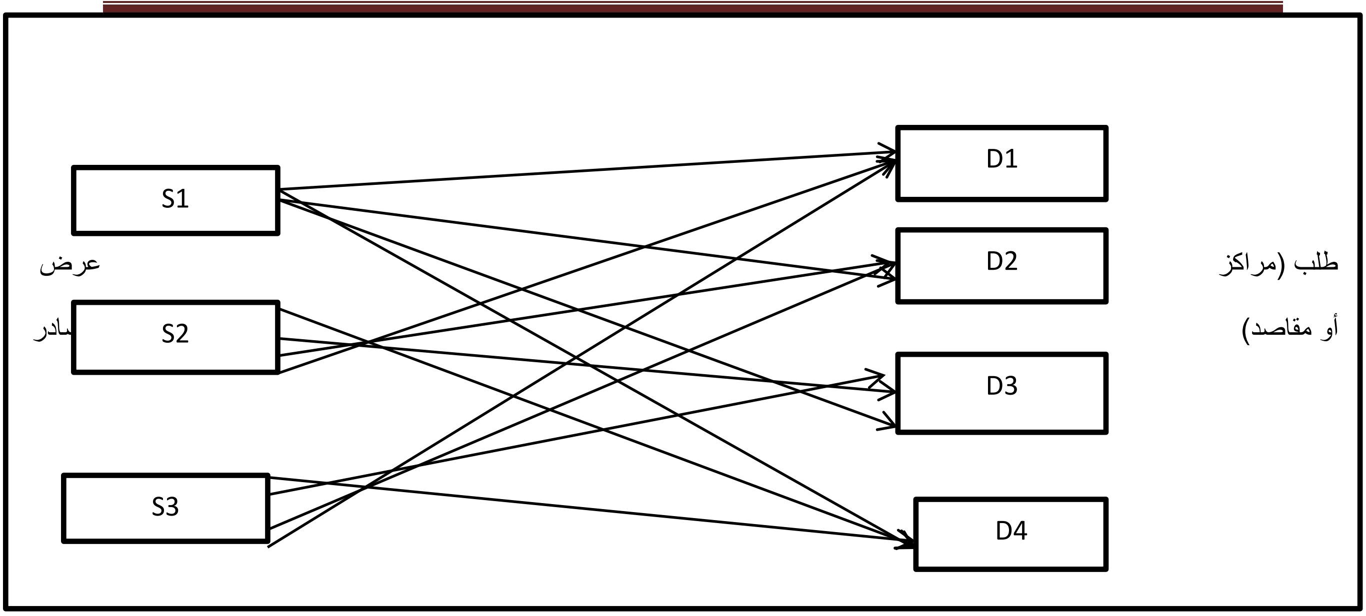
i: مراكز التوزيع للبضائع والخدمات، حيث أن:

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

j: مراكز الاستلام للبضائع والخدمات:

$$j=1,2,3,\ldots n$$

- **الهدف**: هدف مشكلة النقل هو ايجاد سياسة (طريقة) نقل مثلى بدلالة التكلفة، ويمكن استخدام مشكل النقل في جميع الميادين الاقتصادية والإدارية (الإنتاجية، التوظيف، عمليات الاسترداد والتصدير، التموين) ونلخص مشكل النقل في الشكل البياني:



❖ **القيود**: لدينا مجموعة من المصادر التي تحتوي على كميات معينة (كميات معروضة) كما يوجد لدينا مجموعة من المراكز أو المقاصد التي ستوزع عليها هذه الكميات ويستوعب كل مركز أو مقصد كمية معينة يجب استفاؤها أو تحقيقها، أي نقل الكميات المعروضة من المصادر إلى المراكز بأقل تكلفة ممكنة، وهو ما يشكل قيود وفق الجدول التالي:

المراكز المقاصد	1 2 3...........j...............M	الكميات المعروضة
1 2 3 . . i . N	C_{11} C_{12} C_{13} .... C_{1j}........... C_{1M} C_{21} C_{22} C_{23} .... C_{2j}........... C_{2M} C_{31} C_{32} C_{33} .... C_{3j}........... C_{3M} C_{i1} C_{i2} C_{i3} .... C_{ij}........... C_{iM} C_{N1} C_{N2} C_{N3} .... C_{Nj}........ C_{NM}	S1 S2 S3 Si S_M
الكميات المطلوبة	d_1 d2 d3 dj d_M	Q

S_i: الكميات المعروضة منs عند المصدر:i

d_i: الكميات المطلوبة من d عند المقصد: j

c_{ij}: هي تكلفة نقل وحدة (من السلعة المتجانسة) من المصدر i إلى المقصد j

X_{ij}: (متغيرات القرار) وهي الكمية التي يمكن نقلها من المصدر i إلى المقصد j

$c_{ij}\ X_{ij}$: هي تكلفة نقل الوحدة X_{ij}: من المصدر i إلى المقصد j وبذلك تكون مسألة النقل بهذا الشكل:

$$\text{Min} ; z ; \sum^{m}_{I=1} \sum_{d=0}^{n} Cij . Xi\ j$$

$$^{S}/_{C};$$

$$\sum_{J=0}^{n} Xi\ j = S_i \qquad i;1 - M$$

$$\sum_{i=0}^{m} Xi\ j = d_j \qquad j;1 - M$$

$$Xij \geq 0$$

مع تحقق الشرط التالي: $\sum_{i=0}^{n} Si = \sum_{d=0}^{m} dj = Q$

الذي يسمى بشرط التوازن (العرض = الطلب) وهو الشرط الذي يجعل للبرنامج حلا ممكنا.

- **شرط عدم السلبية**: هذه الخاصية هي نفس خاصة البرمجة الخطية وهو استحالة وجود كميات سالبة للمنتجات أو المواد الأولية، أي عدم نقل كميات سلبية.

ويعود تسمية هذه المشكلة بالنقل نظرا لتعدد مراكز الإنتاج وتعدد المناطق التي تصل إليها المنتجات ويزداد تعقد مراكز الإنتاج، وتعدد المناطق التي تصل إليها المنتجات ويزداد تعقد هذه المشكلة مع تعدد مراكز الاستلام فبزيادة هذه المراكز تزداد البدائل المتاحة مما يعني صعوبة تقييمها للوصول إلى أدنى التكاليف (وهو الهدف المطلوب الوصول إليه في مثل هذه المشكلات) في ظل توفر المعلومات التالية:[3]

-مستوى توفر المنتج في المصنع ومستوى طلب المواقع المستلمة لهذا المنتج؛

-تكلفة الوحدة الواحدة من المنتج من مراكز وجودها إلى مراكز أو مواقع استعمالها.

2-شروط استخدام طريقة النقل:

رغم أن طريقة النقل هي إحدى حالات البرمجة الخطية إلا أنه لها ظروفها وشروطها الخاصة وطرق الحل الخاصة بها ما يجعلها طريقة مستقلة في حد ذاتها، فالبرمجة الخطية تستعمل للتوزيع الأمثل للموارد بالمؤسسة، أما طريقة النقل لها نفس هذه الخواص وتقوم على نقل الكميات من أماكن العرض إلى أماكن الطلب بأقل تكلفة ممكنة، تختلف بشرط تساوي عدد الوحدات المعروضة مع عدد الوحدات المطلوبة، لذا يجب أن تتوفر الشروط التالية في طريقة النقل وهي:[4]

-وجود مجموعة من مراكز أو مصادر التوزيع (المنابع) وتمثل جانب العرض؛

-وجود مجموعة من مراكز الاستلام أو الطلب (المصبات) وهي مجموعة من الطاقات التي يمكن استخدامها وتمثل جانب الطلب؛

-توفر مجموعة من بدائل النقل الممكنة لكل بديل منها تكلفة معينة وقابلية استعابية معينة؛

-يجب أن تكون عدة أوجه لاستغلال هذه الطاقات وإلا لما كانت عناك مشكلة في توزيع الموارد؛

-يجب ان تتساوى مجموع الكميات المعروضة مع مجموع الكميات المطلوبة؛

-وجود هدف يسعى صانع القرار لتحقيقه، وغالبا ما يكون النقل بأقل تكلفة ممكنة؛

-يجب أن تكون قيمة لكل من الطاقات المعروضة بالنسبة لطلب ما؛

-تجانس الموارد (نفس وحدة القياس).

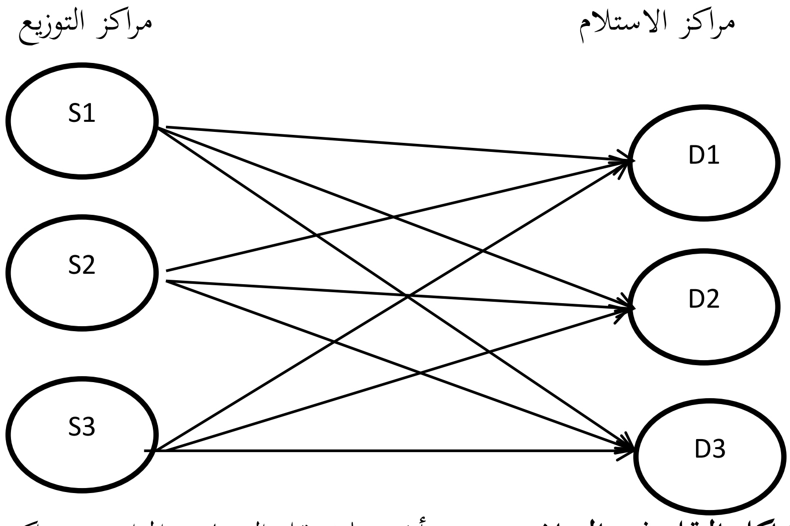
ثانيا-أنواع مشاكل النقل:

هناك عدة أنواع من مشاكل النقل تتلخص فيما يلي:[5]

1-مشاكل النقل من حيث العلاقة بين مراكز التوزيع ومراكز الاستلام:

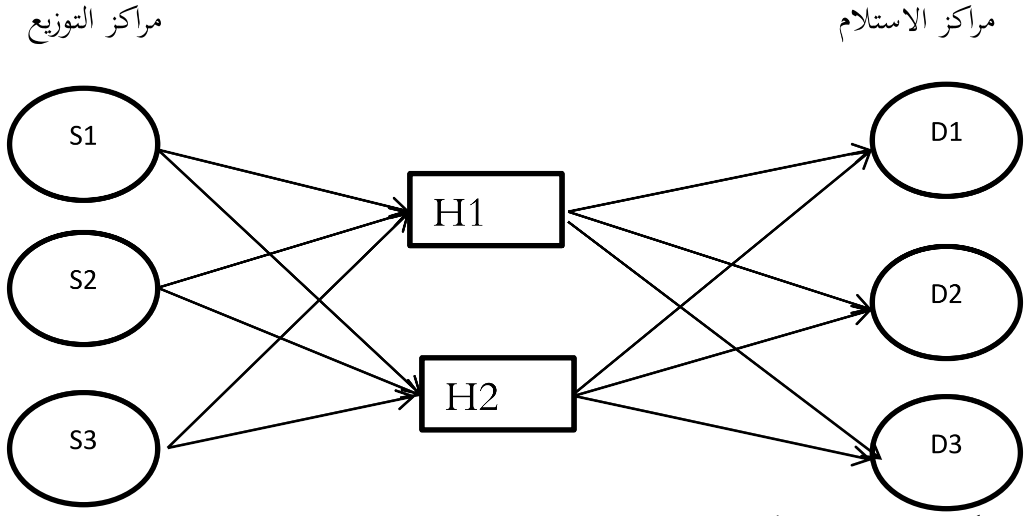
وتتلخص هذه المشاكل في نوعين هما:

1-1-مشاكل النقل المباشر: حيث أن عملية النقل للبضائع والخدمات تكون بشكل مباشر وبدون أي وسيط كما يلي:



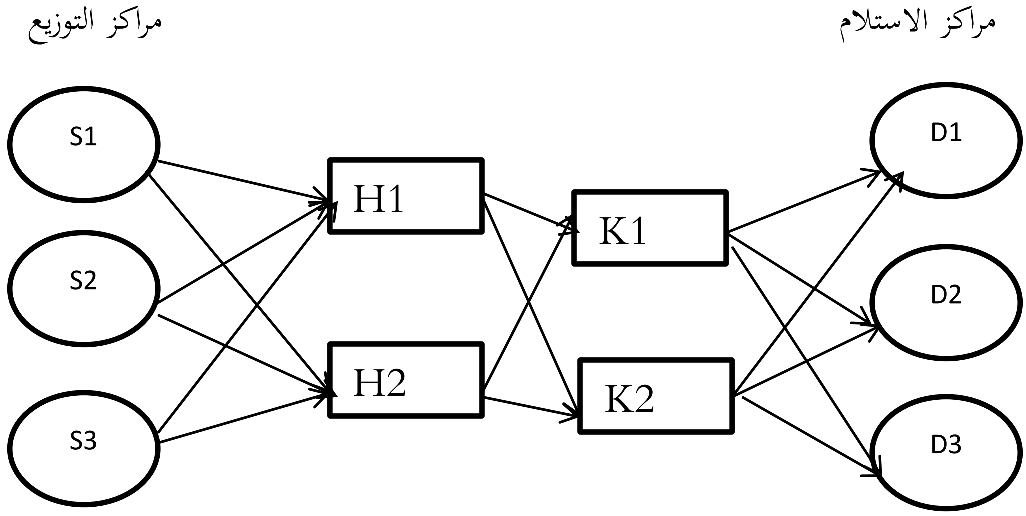
2-1-مشاكل النقل غير المباشر: حيث أن عملية نقل البضائع والمواد بين مراكز التوزيع والاستلام تتم من خلال وسيط واحد أو أكثر :

أ–حالة وجود وسيط واحد: حيث يكون هذا الوسيط بمثابة مركز استلام للبضائع من مراكز التوزيع، فحين يكون في المرحلة التالية مركز توزيع للبضاعة لمراكز الاستلام كما يلي:



ب–مشكلة النقل بوجود أكثر من وسيط واحد: وتقسم هذه الحالة إلى نوعين كما يلي:

❖ **الحالة النظامية:** حيث يمون هناك وسيط وكذلك وسيط ثاني بشكل نظامي وأن تدفق البضاعة يكون من اليسار إلى اليمين:



❖ **الحالة غير النظامية:** وهذه الطريقة أكثر تعقيدا من السابقة كونها تظهر أكثر من وسيط، حيث لا تكون مسارات النقل واتجاه تدفق البضائع والسلع دائما من اليسار إلى اليمين، حيث يمكن أن يكون أحد المسارات هو تدفق من خلاله البضاعة والسلع بشكل مزدوج (من اليسار إلى اليمين و من اليمين إلى اليسار، وهو ما يعرف بالتدفق وهي حالة مشتقة من مشاكل النقل.

2- مشاكل النقل من حيث توازن أو عدم توازن مشكلة النقل:

ويقصد بذلك أن الكميات المعروضة هي إما أن تساوي الكميات المطلوبة وذلك في حالة توازن، أو الكميات المعروضة لا تساوي الكميات المطلوبة وذلك في حالة عدم التوازن:

2-1-مشاكل النقل المغلق (المتوازن): ويقصد بها أن مجموع الكميات الموجودة في مراكز التوزيع تساوي تماما مجموع الكميات المطلوبة في مراكز الاستلام كما يلي: $\sum_{i=0}^{n} Si = \sum_{d=0}^{m} dj = Q$

2-2-مشاكل النقل المفتوحة: يقصد بهذا النوع من المشاكل تلك التي لا يوجد فيها حالة توازن بين العرض والطلب، سواء كان العرض أكبر من الطلب أو أقل منه تكون وفق العلاقة التالية:

$$\sum_{i=0}^{n} Si \neq \sum_{d=0}^{m} dj$$

ونظرا لكون أن مشكلة النقل ينبغي أن تكون متوازنة لذلك لا بد من معالجة هذه الحالة، أي تحويلها من حالة عدم التوازن إلى حالة التوازن، ويكون ذلك بإضافة مركز استلام وهمي أو مركز توزيع وهمي يمثل الفرق بين مجموع القيم في مراكز التوزيع ومراكز الاستلام.

3-مشاكل النقل من حيث طبيعة المشكلة ذاتها:

ونجد منها ما يلي:

-مشاكل التخصيص: وهذا النوع من هذه المشاكل يضمن كيفية التعامل مع توزيع وتخصيص الموارد على الاستخدامات المحددة؛

-مشاكل التدفق: وهي تلك المشاكل التي تعبر عن حالات التدفق للبضاعة والسلع من مراكز التوزيع إلى مراكز الاستلام من خلال أكثر من مرحلة واحدة ومرورا بأكثر من مركز توزيع واستلام، وتتصف هذه الحالة بأن هناك تبادل للبضائع والسلع بين اثنين أو أكثر من المراكز، حيث هناك إمكانية بان يقوم كل مركز بتوزيع واستلام البضاعة من المراكز الأخرى وذلك بتكاليف مختلفة؛

-مشاكل نقل مختلفة: هناك العديد من المشاكل ذات الطابع الخاص مثل:

- ✓ مشاكل النقل في حالة الدالة المزدوجة (تدنية التكاليف وتعظيم الأرباح)؛
- ✓ مشاكل النقل في ظل الوقت الإضافي؛
- ✓ مشاكل تقليل عمليات النقل الفارغ؛
- ✓ مشاكل تقليل تكاليف نقل الإنتاج؛
- ✓ مشاكل تخطيط الإنتاج الإضافي وتسويقه.

3-تشكيل جدول النقل:

يلخص جدول النقل كامل مشكلة النقل حيث يظهر فيه تكاليف نقل الوحدة الواحدة من كل وحدة إنتاجية إلى كل منطقة في أعلى كل خانة، وتظهر متغيرات المسألة في كل خانة ،كما تظهر الكميات القصوى التي تعرضها كل وحدة وكذا كميات الطلب لكل مقصد وفق الجدول التالي

العرض	D4	D3	D2	D1	
Qs1	X14 c14	X13 c13	X12 c12	X11 c11	S1
Qs2	X24 c24	X23 c23	X22 c22	X21 c21	S2
Qs3	X34 c34	X33 c33	X32 c32	X31 c31	S3
المجموع	Qd4	Qd3	Qd2	Qd1	الطلب

ثالثا- حل مشكلة النقل:

لحل مسألة النقل هناك مرحلتين: مرحلة الحصول على الحل الأولي وتتم بعدة طرق ومرحلة تحسين الحل الأولي للوصول إلى الحل الأمثل وتتم بطريقتين هما تحسين الحل الأولي ومرحلة التأكد من الوصول إلى الحل الأمثل، وحتى نتمكن من استخدام الطرق السابقة نقوم حل مشكلة النقل في حالة النموذج المفتوح والنموذج المغلق.

1-مسألة النقل في حالة النموذج المغلق (تساوي العرض والطلب):

تتطلب مسألة النقل طرقا خاصا لحلها، فمثلا عند نقل كميات من مكان عرضها إلى مكان الطلب عليها، فهنا نجد مثلا المشكلة التي تواجهها هي التكلفة، لذا فالمشكل المطلوب حله في هذه الحالة هو ايجاد أقل تكلفة كلية ممكنة هذه المنتجات، أو بعبارة أخرى هو ايجاد أرخص شبكة نقل ممكنة بين كل المخازن وكل الاستعمالات التي تجعل التكلفة الكلية للنقل أقل ما يمكن، وهذا يتطلب ايجاد قيم الكميات التي يجب نقلها (Xij) التي تجعل دالة الهدف أقل ما يمكن في ظل قيود النقل.

وفي حالة تساوي العرض والطلب يمكن الانطلاق في حل بالوصول إلى الحل الأولي ثم تحسين الحل للوصول إلى الحل الأمثل باستخدام الطرق التالية:

1-1- ايجاد الحل الأولي:

لتحديد الحل الأولي وفق ما يلي:

تحقق شرط التوازن: $\sum_{i=0}^{n} Si = \sum_{d=0}^{m} dj = Q$

ولدينا كذلك شرط: عدد الخانات المملوءة = عدد المخازن (مقاصد + عدد المصادر -1)

أي عدد الخانات المملوءة = (m+n-1) متغيرو موجبة حتى يكون الحل أولي و إذا كان أقل من (m+n-1) فهو حل ناقص.

حسب هذه الطريقة نحدد أولا قيمة المتغيرة المتواجدة في الشمال الغربي للجدول (أي أعلاه وعلى يساره) تحدد قيمة Xij بالعلاقة التالية:

$$Xij = Min (ai, bi)$$

أي بمقارنة aiوbi وإعطاء المتغيرة Xijأصغر القيمتين

ولإيجاد الحل الأولي تستخدم الطرق التالية:

-طريقة الركن الشمالي الغربي؛

-طريقة أدنى تكلفة في السطر؛

-طريقة أدنى تكلفة في العمود؛

-طريقة أدنى تكلفة في الجدول؛

-طريقة الفرق الأعظم (vogel).

أ-ايجاد الحل الأولي بطريقة الركن الشمالي الغربي Northwest

تستعمل هذه الطريقة في ايجاد الحل الابتدائي أو القاعدي لمسألة النقل حيث:[6]

-يبدأ الحل حسب هذه الطريقة بوضع جدول للحل يتكون من (n) عمود و (m) صف على حسب المخازن (المصادر أو المنابع) وعدد المستعملين للمنتج المراد نقله، ملء هذا الجدول يتمثل في تلبية طلب المستعملين للمنتج وذلك ابتداء من الزاوية الشمالية الغربية (أي طريقة النقل الذي يقع في الشمال و إلى الغرب في جدول النقل) أي ذلك المخصص لنقل الكمية (x11) هذه الزاوية او الخانة توضع فيها قيمة Xij وهي أقل الكميتين بين العرض والطلب التي تقابلها (أقل الكميتين بين السطر والعمود المقابل للخانة)؛

-بعد ذلك نعوض قيمة السطر بالقيمة المتبقية من الفرق، و نفس الشيء بالنسبة للعمود في حالة كان أحدهما يحتوي على كمية أكبر؛

-وهكذا نذهب إلى الخانة الشمالية الغربية الموالية، ونكرر نفس العملية إلى أن تشبع كل احتياجات المستعملين وتستهلك كل المخزونات (العرض = 0 والطلب =0)، وعندها نكون قد حصلنا على الحل الأولي.

ومن شروط الحصول على الحل الأولي هو أن تكون عدد الخانات المملوءة = عدد المصادر + عدد المخازن –1

مثال:

نفترض أنه لدينا سلعة معينة أنتجت في 3 مصانع (مصادر Si) يجب نقل هذه السلعة إلى 4 مخازن (مراكز dj) حيث أن كل مخزن يطلب كمية معينة والجدول التالي يوضح ذلك:

S_i \ d_i	d_1	d_2	d_3	d_4	الكميات المعروضة
S_1	3	2	7	6	5000
S_2	7	5	2	3	6000
S_3	2	5	4	5	2500
الكميات المطلوبة	6000	4000	2000	1500	13500

المطلوب: يطلب منك البحث عن الحل الأولي باستخدام الركن الشمالي الغربي.

الحل:

نلاحظ أن شرط التوازن محقق أي: $\sum S_i=\sum d_i=13500$

$\sum X_{ij}= S_i$

$\sum X_{ij}= d_i$

لدينا كذلك هناك شرط: عدد الخانات المملوءة = عدد المخازن (عدد مقاصد + عدد المصادر –1)

عدد الخانات المملوءة = (m+n–1) متغيرة موجبة حتى يكون الحل قاعدي أولي، إذا كان يتضمن أقل من (m+n–1) فهو حل ناقص.

حسب هذه الطريقة تحدد أولا قيمة المتغيرة المتواجدة في الشمال الغربي للجدول (أي أعلاه وعلى اليسار) تحدد قيمة X_{ij} بالعلاقة التالية:

$$\left[X_{ij}= \text{Min } a_i, b_i \right]$$

أي بمقارنة a_i و b_i وإعطاء المتغيرة X_{ij} أصغر القيمتين.

حسب التمرين السابق فإن متغيرة الشمال الغربي هي أعلاه وعلى يساره أي X_{11} ثم نواصل دائما أعلاه ويساره هي: $a_{21}=1000$، $a_{23}=1000$، $a_{22}=4000$ ثم نواصل

S_i \ d_i	d_1	d_2	d_3	d_4	الكميات المعروضة
S_1	5000 ^{3}	x ^{2}	x ^{7}	x ^{6}	5000
S_2	^{7} 1000	^{5} 4000	1000 ^{2}	x ^{3}	6000
S_3	x ^{2}	x ^{5}	1000 ^{4}	^{5} 1500	2500
الكميات المطلوبة	~~6000~~ 1000	4000	2000 1000	1500	13500

ومنه الحل الأساسي الأولي هو:

$X_{11}= 5000, X_{21}= 1000, X_{22}= 4000, X_{23}= 1000, X_{33}= 1000, X_{34}= 1500$

$X_{12}= X_{13}= X_{14}= X_{24}= X_{31}= X_{32}=0$

$Z_j= 3(5000)+7(1000)+5(4000)+2(1000)+4(1000)+5(1500) =55500da$

طريقة الركن الشمالي الغربي سريعة و سهلة ولكنها لا تأخذ بعين الاعتبار تكلفة الوحدة المنقولة.

تتأكد من عدد الخانات المملوءة = 6= 1-3+4 =-m+n1

وهي نفسها منه وصلنا إلى الحل الأولي و معناه:

الوحدة الإنتاجية d_1 تمثل المورد الأول بحجم 5000 وحدة ومن المورد الثاني ب 1000وحدة.

الوحدة الإنتاجية d_2 تمثل المورد الثاني ب 4000وحدة.

الوحدة الإنتاجية d_3 تمثل المورد الثاني بحجم 1000 وحدة ومن المورد الثالث ب 1000وحدة.

الوحدة الإنتاجية d4 تمثل المورد الرابع بحجم 1500 .

ب–طريقة أدنى عنصر في السطر (التكاليف الدنيا):

تتميز هذه الطريقة بعدة مراحل، حيث يجب أن تكون الحل الأولي المتحصل عليه = (m+n-1)

-اختيار الخانات التي تتضمن أدنى تكلفة في السطر وتنقل إليها أكبر كمية ممكنة من السلع حسب العرض والطلب

-ثم تنقل إلى التكلفة الأكبر منها مباشرة (أي من الأول إلى الآخر ويكون التوزيع بمليء الخانة الموافقة لها وهكذا حتى الوصول إلى إشباع جميع الأعمدة و الأسطر.

مثال: نحتفظ بنفس المثال السابق

الحل:

بالاعتماد على هذه الطريقة نختار أدنى تكلفة في السطر الأول وهي التكلفة 2 والتي تقابل الخانة الثانية أي a_{12} وننقل إليها أكبر كمية ممكنة من السلع المقابل لها حسب كميات العرض والطلب (أي بين 4000 و5000) فنختار 4000 التي تقابل العمود الثاني، و بالتالي باقي خانات هذا العمود تكون فارغة فنرمز لها بالرمز × ، ثم نختار التكلفة الأعلى مباشرة للتكلفة 2 في نفس السطر (لا يمكن الانتقال إلى السطر الموالي حتى يكون اشباع كامل لهذا السطر) وهي التكلفة 3 فنختار الخانة الأولى لهذا السطر أي: a_{11} ونقوم بنقل إليها أكبر كميات ممكنة من السلع المقابلة لها حسب العرض والطلب، فنختار بين (1000، 3500) فنختار 1000 والتي تقابل السطر الأول فنقوم بوضع علامة × لباقي عناصر هذا السطر أي a_{13}, a_{14} ما يعني أننا يمكننا الانتقال إلى السطر الثاني.

نختار أدنى تكلفة في السطر الثاني بين الخانات الفارغة وهي التكلفة 2 والتي تمثل الخانة الثالثة أي a_{23} وننقل إليها أكبر كمية ممكنة من السلع المقابل لها حسب كميات العرض والطلب (أي بين 6000 و2000) فنختار 2000 التي تقابل العمود الثالث، و بالتالي باقي خانات هذا العمود تكون فارغة فنرمز لها بالرمز × ، ثم نختار التكلفة الأعلى مباشرة للتكلفة 2 في نفس السطر (لا يمكن الانتقال إلى السطر الموالي حتى يكون اشباع كامل لهذا السطر) وهي التكلفة 3 فنختار الخانة الرابعة لهذا السطر أي: a_{24} ونقوم بنقل إليها أكبر كميات ممكنة من السلع المقابلة لها حسب العرض والطلب، فنختار بين (4000، 1500) فنختار 1500 والتي تقابل العمود الرابع فنقوم بوضع علامة × لباقي عناصر هذا العمود أي a_{11}, a_{13} ما يعني أننا يمكننا الانتقال إلى السطر الثالث.

في السطر الثالث نختار أيضا أقل تكلفة ممكنة بين الخانات المتبقية وهي الخانة الأولى لهذا السطر فننقل إليها أقل كمية بين الكميات المتبقية (بين 2500، 2500) أي ننقلها مباشرة ثم نقوم بحساب الخانات المملوءة وهل تحقق شرط التوازن.

S_i \ d_i	d_1	d_2	d_3	d_4	الكميات المعروضة
S_1	1000 ^{3}	4000 ^{2}	x ^{7}	x ^{6}	~~5000~~ 1000
S_2	^{7} 2500	x ^{5}	2000 ^{2}	1500 ^{3}	~~6000~~ 4000
S_3	^{2} 2500	x ^{5}	x ^{4}	x ^{5}	2500
الكميات المطلوبة	5000 ~~6000~~ 2500	~~4000~~	~~2000~~	1500	13500

الشرط: عدد الخانات المملوءة = عدد المخازن (عدد مقاصد + عدد المصادر -1) = 6 محقق

عدد الخانات المملوءة = (m+n-1) = 6 خانات مملوءة

ومنه الحل الأساسي الأولي هو:

X_{11}= 1000, X_{12}= 4000, X_{21}= 2500, X_{23}= 2000, X_{24}= 1500, X_{31}= 2500

X_{13}= X_{14}= X_{22}= X_{32}= X_{33}= X_{34}=0

Z_j= 3(1000)+2(4000)+5(4000)+7(2500)+4(1000)+2(2000) =4200

نلاحظ أن الحل الأساسي باستخدام طريقة التكاليف الدنيا يعطينا قيمة لدالة الهدف أقل، ومنه تقترب أكثر فأكثر من الحل الأمثل.

ج-طريقة أدنى عنصر بالعمود:

تعتمد على المستفيدين (الطالبين) بدلا من الموردين تهتم بالأعمدة كالتالي وذلك باختيار أدنى قيمة في العمود الأول وهكذا حتى تكمل الحل.

تتميز هذه الطريقة بعدة مراحل، حيث يجب أن تكون الحل الأولي المتحصل عليه = (m+n-1)

-اختيار الخانات التي تتضمن أدنى تكلفة في العمود الأول وتنقل إليها أكبر كمية ممكنة من السلع حسب العرض والطلب

-ثم تنقل إلى التكلفة الأكبر منها مباشرة (أي من الأول إلى الآخر ويكون التوزيع بملىء الخانة الموافقة لها وهكذا حتى الوصول إلى إشباع جميع الأعمدة و الأسطر).

مثال: نحتفظ بنفس المثال السابق

الحل:

بالاعتماد على هذه الطريقة نختار أدنى تكلفة في العمود الأول وهي التكلفة 2 والتي تقابل الخانة الثالثة أي a_{32} وننقل إليها أكبر كمية ممكنة من السلع المقابل لها حسب كميات العرض والطلب (أي بين 6000 و2500) فنختار 2500 التي تقابل السطر الثالث، و بالتالي باقي خانات هذا السطر تكون فارغة فنرمز لها بالرمز ×، ثم نختار التكلفة الأعلى مباشرة للتكلفة 2 في نفس العمود (لا يمكن الانتقال إلى العمود الموالي حتى يكون اشباع كامل لهذا العمود) وهي التكلفة 3 فنختار الخانة الأولى لهذا السطر أي: a_{11} ونقوم بنقل إليها أكبر كميات ممكنة من السلع المقابلة لها حسب العرض والطلب، فنختار بين (3500، 4000) فنختار 3500 والتي تقابل العمود الأول فنقوم بوضع علامة × لباقي عناصر المتبقية لهذا العمود أي a_{21} ما يعني أننا يمكننا الانتقال إلى العمود الثاني.

نختار أدنى تكلفة في العمود الثاني بين الخانات الفارغة وهي التكلفة 2 والتي تمثل الخانة الأولى أي a_{12} وننقل إليها أكبر كمية ممكنة من السلع المقابل لها حسب كميات العرض والطلب (أي بين 4000 و1500) فنختار 1500 التي تقابل السطر الأول، و بالتالي باقي خانات هذا السطر تكون فارغة فنرمز لها بالرمز ×، ثم نختار التكلفة الأعلى مباشرة للتكلفة 2 في نفس العمود (لا يمكن الانتقال إلى العمود الموالي حتى يكون اشباع كامل لهذا العمود) وهي التكلفة 5 فنختار الخانة الثانية لهذا العمود أي: a_{22} ونقوم بنقل إليها أكبر كميات ممكنة من السلع المقابلة لها حسب العرض والطلب، فنختار بين (2500، 6000) فنختار 2500 والتي تقابل العمود الثاني والذي يحقق الاشباع الكامل، فننتقل إلى العمود الثالث

في العمود الثالث نختار أيضا أقل تكلفة ممكنة بين الخانات المتبقية وهي الخانة الثانية لهذا العمود فننقل إليها أقل كمية بين الكميات المتبقية (بين 2000، 3500) فنختار 2000 و التي تقابل العمود الثالث والذي يحقق الاشباع الكامل فننتقل إلى العمود الرابع والخانة المتبقية وهي الخانة الثالثة لهذا العمود فنضع فيها الكميات (بين 1500 و1500) أي يحقق الاشباع الكامل.

ويصبح جدول النقل كما يلي:

$S_i \backslash d_i$	d_1	d_2	d_3	d_4	الكميات المعروضة
S_1	3500 [3]	1500 [2]	x [7]	x [6]	~~5000~~ 1500
S_2	x [7]	[5] 2500	2000 [2]	1500 [3]	~~6000~~ / 3500 1500
S_3	[2] 2500	x [5]	x [4]	x [5]	2500
الكميات المطلوبة	~~6000~~ 3500	4000 2500	2000	1500	13500

الشرط: عدد الخانات المملوءة = عدد المخازن (عدد مقاصد + عدد المصادر -1) = 6 محقق

عدد الخانات المملوءة = (m+n-1) = 6 خانات مملوءة

ومنه الحل الأساسي الأولي هو:

$X_{11}= 3500,\ X_{12}= 1500,\ X_{22}= 2500,\ X_{23}= 2000,\ X_{24}= 1500,\ X_{31}= 2500$

$X_{13}= X_{14}= X_{21}= X_{32}= X_{33}= X_{34}=0$

$Z_j= 3(3500)+2(1500)+5(2500)+3(1500)+2(2000)+2(2500) =39500$ (أقل تكلفة)

ح-طريقة أدنى عنصر في الجدول:

تتمثل هذه الطريقة في تخصيص الكميات المنتجة في المصانع المختلفة إلى المخازن (مراكز الطلب) المختلفة وفقا لطريقة التكلفة الدنيا عن طريق البحث عن أدنى تكلفة في جدول النقل مجتمعا وتخصيص الكمية المناسبة وفقا إلى إنتاج المصنع وحاجة المخزن أيهما أقل وهكذا نستمر في اختيار التكلفة الأعلى منها مباشرة حتى نصل إلى عملية التخصيص النهائي.[7]

تتمثل في توزيع كميات الموردين (المصادر) كاملة بالترتيب من الأول إلى الآخر على أساس أصغر تكلفة لكل سطر.

مثال: نحتفظ بنفس المثال السابق.

الحل:

أول خانة تحتوي على أقل التكاليف هي الخانات a_{12},a_{23}, a_{31} والتي تساوي التكلفة 2 وعليه نختار بين هذه الخانات حسب الركن الشمالي الغربي أي a_{12} ونقوم بملئها حسب الكمية الصغرى بين كميات العرض والطلب المقابلة لهذه الخانة (أي بين 4000 و 5000) فنختار 4000 وبالتالي يكون هناك اشباع للطلب في العمود الثاني بينما تبقى 1000 وحدة من العرض في السطر الأول المقابل لهذه الخانة، فنقوم بوضع علامة × في الخانات المتبقية من العمود الثاني أي: a_{22} , a_{32}.

ثم نختار أدنى تكلفة بين الخانات المتبقية و التي a_{31} والتي تساوي التكلفة 2 وعليه نختار بين هذه الخانة ونقوم بملئها حسب الكمية الصغرى بين كميات العرض والطلب المقابلة لهذه الخانة (أي بين 2000 و 6000) فنختار 2000 وبالتالي يكون هناك اشباع للطلب في العمود الثالث بينما تبقى 4000 وحدة من العرض في السطر الثاني المقابل لهذه الخانة، فنقوم بوضع علامة × في الخانات المتبقية من العمود الثالث أي: a_{13} , a_{33}.

ثم نختار أدنى تكلفة بين الخانات المتبقية و التي a_{23}, a_{31} والتي تساوي التكلفة 2 وعليه نختار بين هذه الخانات حسب الركن الشمالي الغربي أي a_{23} ونقوم بملئها حسب الكمية الصغرى بين كميات العرض والطلب المقابلة لهذه الخانة (أي بين 2500 و 6000) فنختار 2500 وبالتالي يكون هناك اشباع للطلب في السطر الثالث بينما تبقى 3500 وحدة من العرض في العمود الأول المقابل لهذه الخانة، فنقوم بوضع علامة × في الخانات المتبقية من السطر الثالث أي: a_{31} , a_{33}, a_{34}.

ثم نختار أدنى تكلفة بين الخانات المتبقية و التي a_{11}, a_{24} والتي تساوي التكلفة 3 وعليه نختار بين هذه الخانات حسب الركن الشمالي الغربي أي a_{11} ونقوم بملئها حسب الكمية الصغرى بين كميات العرض والطلب المقابلة لهذه الخانة (أي بين 1000 و 3500) فنختار 1000 وبالتالي يكون هناك اشباع للطلب في السطر الأول بينما تبقى 2500 وحدة من العرض في العمود الأول المقابل لهذه الخانة، فنقوم بوضع علامة × في الخانات المتبقية من السطر الأول أي: a_{13} , a_{14}.

ثم نختار أدنى تكلفة بين الخانات المتبقية و التي a_{21}, a_{24} والتي تساوي التكلفة 3 وعليه نختار بين الخانات a_{24} ونقوم بملئها حسب الكمية الصغرى بين كميات العرض والطلب المقابلة لهذه الخانة (أي بين 0004 و 1500) فنختار 1500 وبالتالي يكون هناك اشباع للطلب في العمود الرابع بينما تبقى 2500

وحدة من العرض في السطر الثاني المقابل لهذه الخانة، والتي تقابل في نفس الوقت الخانة a_{21} فيكون هناك اشباع لجميع الخانات، وعليه نتحصل على الجدول التالي.

S_i \ d_j	d_1	d_2	d_3	d_4	الكميات المعروضة
S_1	3 1000	2 4000	7 x	6 x	~~5000~~ 1000
S_2	7 2500	5 x	2 2000	3 1500	~~6000~~ ~~4000~~ 2500
S_3	2 2500	5 x	4 x	5 x	2500
الكميات المطلوبة	~~6000~~ ~~3500~~ 2500	4000	2000	1500	13500

بعد إعداد جدول النقل توصلنا إلى أن:

الشرط: عدد الخانات المملوءة = عدد المخازن (عدد مقاصد + عدد المصادر -1) = 6 محقق

عدد الخانات المملوءة = $(m+n-1)$ = 6 خانات مملوءة

ومنه الحل الأساسي الأولي هو:

$$X_{11}=1000,\ X_{12}=4000,\ X_{21}=2500,\ X_{23}=2000,\ X_{24}=1500,\ X_{31}=2500$$

$$X_{13}=X_{14}=X_{22}=X_{32}=X_{33}=X_{34}=0$$

$$Z_j=3(1000)+2(4000)+7(2500)+2(2000)+3(1500)+2(2500)=42000$$

خ-طريقة الفرق الأعظم (vogel):

تعمل هذه الطريقة على ايجاد الحل الأولي لمشكلة النقل من خلال دراسة كلف النقل المرتبطة بالطرق البديلة لنقل السلع أو الخدمات من المصانع إلى المخازن أو مراكز التوزيع.[8]

تعطينا هذه الطريقة حلا أوليا قريبا من الحل الأمثل وفق المراحل التالية:

-نحسب الفارق عند كل سطر وكل عمود بين أدنى تكلفة والتكلفة الأكبر منها مباشرة؛

-اختيار السطر أو العمود الذي يضم أكبر فرق ونقوم بالتوزيع وفي حالة التساوي نأخذ أدنى تكلفة كمعيار للتوزيع؛

-يكون التوزيع على المتغيرة التي تتم بأدنى تكلفة في السطر أو العمود الذي نقوم فيه بالتوزيع، ونعيد العملية على الأسطر والأعمدة الباقية

مثال: نأخذ المثال السابق.

الحل:

S_i \ d_j	d_1	d_2	d_3	d_4	الكميات المعروضة	d1	d2	d3
S_1	3 1000	4000 2	x 7	x 6	~~5000~~ 1000	1	3	-
S_2	2500 7	x 5	2 2000	3 1500	~~6000~~ 3500	1	1	1
S_3	2500 2	x 5	x 4	x 5	2500	2	2	2
الكميات المطلوبة	6000	4000	2000	1500	13500			
S1	1	3	2	1				
S2	1	-	2	2				
S3	5	-	2	2				

الشرط: عدد الخانات المملوءة = عدد المخازن (عدد مقاصد + عدد المصادر -1) = 6 محقق

عدد الخانات المملوءة = (m+n-1) = 6 خانات مملوءة

ومنه الحل الأساسي الأولي هو:

$$X_{11}= 1000,\ X_{12}= 4000,\ X_{21}= 2500,\ X_{23}= 2000,\ X_{24}= 1500,\ X_{31}= 2500$$

$$X_{13}= X_{14}= X_{22}= X_{32}= X_{33}= X_{34}=0$$

$$Z_j= 3(1000)+2(4000)+7(2500)+2(2000)+3(1500)+2(2500) =42000$$

نلاحظ أن طريقة الحل المقدم بطريقة الفرق الأعظم هو نفسه المقدم بطريقة التكاليف الصغرى، وعادة كلا الطريقتين تعذينا حلول أساسية أفضل وتقترب أكثر من الحل الأمثل.

1-2- تحسين الحل الأولي (الابتدائي) للوصول إلى الحل الأمثل مع التحقق من الحل:

هناك عدة طرق للوصول إلى الحل الأمثل تتمثل في ما يلي:

أ-طرقة الحجر المتنقل:

تستعمل هذه الطريقة لتقييم الطرق غير مستعملة فإن هناك تخفيض تكلفة النقل فإن الحل سيراجع لنقل كمية من السلعة عبر هذه الطرق الجديدة (أي الطرق التي تؤدي إل انخفاض تكلفة النقل) فإذا وجدنا أن ملئ خلية غير مشغولة يؤدي إلى انخفاض تكلفة النقل فإن جدول النقل يتم تعديله للاستفادة من ذلك وهكذا تستمر عملية تقييم كل جدول نقل، إلى أن يتضح أن ملئ خلية فارغة لن يؤدي إلى تخفيض تكاليف النقل بل يؤدي إلى زيادتها.[9]

ويتم تطبيق هذه الطريقة باتباع الخطوات التالية:

-تكوين ممرات على شكل مربعات أو مستطيلات أو الاثنين معا، على أن يكون المربع الفارغ محدد بثلاث زوايا لمربعات مملوءة؛

-وضع إشارة (+) في المربع الذي تنقل إليه الوحدات وإشارة (-) في المربع الذي تنقل منه الوحدات اعتمادا على التكلفة في المربعات؛

-مراعاة حصول التوازن في كميات العرض والطلب القائمة في الجدول على مستوى الصفوف وكذلك الأعمدة، ولذلك في كل صف أو عمود تكون اشارة سالبة لا بد أن تكون اشارة موجبة؛

-يتم النقل لأقل كمية مربع يحمل إشارة سالبة بين المربعان التي تحمل اشارة سالبة إلى المربعات ذات الاشارة الموجبة؛

-تعطى الأولية للممر المغلق الحاصل على أعلى قيمة سالبة من بين المربعات الأخرى؛

-للوصول إلى الحل الأمثل في حالة عدم وجود اشارات سالبة مما يعزز الاعتقاد بأن الفرصة لتحقيق التكاليف قد انتهت أي القيم تكون هنا موجبة أو معدومة.

مثال:

نحتفظ بالمثال السابق يطلب منك تحسين الحل:

الحل:

لتحسين الحل نستعمل جدول الفرق الأعظم (نختار جدول الفرق الأعظم)

$C_{13}= +7-2+7-3=+9$

$C_{14}= +6-3+7-3=+7$

$C_{22}=+5-7+3-2= -1$

C_{32}=+5-2+3-2 =+4

C_{33}=+4-2+7-2 =+7

C_{34}=+5-2+7-3 =+7

بما أن C_{22} هو السالب (المسار الثالث هو السالب) نقوم بنقل أقل تكلفة في المربع السالب وهي (1000) ونشكل من جديد مسألة النقل.

S_i \ d_i	d_1	d_2	d_3	d_4	الكميات المعروضة
S_1	3500 (3)	1500 (2)	x (7)	x (6)	5000
S_2	x (7)	2500 (5)	2000 (2)	1500 (3)	6000
S_3	2500 (2)	x (5)	x (4)	x (5)	2500
الكميات المطلوبة	6000	4000	2000	1500	13500

Z_j^+= 5(3500)+ 2(1500) +5(2500)+ 2(2000) +3(1500)+ 2(2500) = 39500

وهي أقل من التكلفة السابقة 42000دج نقوم بالتحقق من الحل هل هو أمثل.

- التحقق من الحل الأمثل:

C_{13}= +7-2+5-2=+2

C_{14}= +6-3+5-2 =+6

C_{21}= +7-3+2-5= +1

C_{32}= +5-2+3-2 =+4

وصلنا إلى الحل الأمثل أنه لا توجد قيمة سالبة أي لا يمكن تطوير الحل، و منه الحل الأمثل هو Z= 39000da وهي خطة :مثلى

ب-طريقة التوزيع المعدل:

تعتبر طريقة أسهل وأسرع من طريقة الحجر المتنقل، إذ لا تتطلب رسم جميع المسارات المتعرجة مما يقلل من الجهد والوقت، من خلال:[10]

-التأكد من الحل الأولي ليس متخللا أي عدد الخانات المملوءة= m+n-1

-استخراج تكاليف المربعات المملوءة: ويتم تكوين عدة معادلات بواقع معادلة لكل خلية مشغولة في جدول الحل الأولي، وتعد كل معادلة على أساس العلاقة التالية: $\mathbf{C_{ij} = U_i + V_J}$

حيث $\mathbf{U_i}$: المتغير الخاص بالصف i والذي تقع فيه الخلية

حيث $\mathbf{V_J}$: المتغير الخاص بالعمود j والذي تقع فيه الخلية

حيث $\mathbf{C_{ij}}$: تكلفة الخلية التي تقع بالصف i وبالعمود j

ايجاد حل للمعادلات الخاصة بالخلايا المملوءة بافتراض قيمة $U_1=0$ لكي يمكن ايجاد القيم الأخرى.

-استخراج تكاليف المربعات الفارغة: يتم تقييم كل خلية فارغة (حساب تكلفة المربعات الفارغة) مؤشر التحسين وفق العلاقة:

$I_{ij}= C_{ij} - U_i - V_j$

نبدأ بتحسين الحل من الخلية ذات القيمة السالبة الأكبر، وإذا كانت جميع القيم موجبة فإن الحل أمثل ولا يحتاج إلى تحسين ويستكمل الحل كما هو متبع في ذريقة الحجر المتنقل

مثال: نحتفظ بنفس المثال السابق

الحل:

نفرض: $U_1=0$ ولدينا $C_{ij} = U_i + V_J$

الخلية (1.1): $C_{11} = U_1 + V_1 = 3 = 0 + V_1 = V_1=3$

الخلية (1.2): $C_{12} = U_1 + V_2 = 2 = 0 + V_2 = V_2=2$

الخلية (2.1): $C_{21} = U_2 + V_1 = 7 = U_2 + 3 = U_2=4$

الخلية (2.3): $C_{23} = U_2 + V_3 = 2 = 4 + V_3 = V_3=-2$

الخلية (2.4): $C_{24} = U_2 + V_4 = 3 = -2 + V_4 = V_4=5$

الخلية (3.1): $C_{31} = U_3 + V_1 = 2 = U_3 + 3 = U_3=-3$

S_i \ d_i		$V_1=3$	$V_2=2$	$V_3=-2$	$V_4=5$	الكميات المعروضة
		d_1	d_2	d_3	d_4	
U1=0	S_1	3500 [3]	1500 [2]	x [7]	x [6]	5000
U2=4	S_2	x [7]	2500 [5]	2000 [2]	1500 [3]	6000
U3=-1	S_3	2500 [2]	x [5]	x [4]	x [5]	2500
الكميات المطلوبة		6000	4000	2000	1500	13500

تكلفة المربعات الفارغة:

$I_{ij}= C_{ij} - U_i - V_j$

$I_{13}= C_{13} - U_1 - V_3= 7-0+2 =+9$

$I_{14}= C_{14} - U_1 - V_4= 6-0-5 =+1$

$I_{22}= C_{22} - U_2 - V_2= 5-4-2 =-1$

$I_{32}= C_{32} - U_3 - V_2 =5+1-2 =+4$

$I_{33}= C_{33} - U_3 - V_3= 4+1+2 =+7$

$I_{34}= C_{34} - U_3 - V_4 =5+1-5 =+1$

من النتائج أعلاه يتضح أن الخلية القابلة للتحسين هي I_{22}

نشكل: مربع أو مستطيل $I_{22}= +5 -7 +3 -2 =$ **1−**

$Z_j^+= 3(3500)+ 2(1500) +5(2500) +2(2000) +3(1500) +2(2500) = 39500da$

هناك انخفاض في التكلفة مقداره 42000-39500 =2500دج

ثالثا– التحقق من الحل الأمثل

للتحقق من الحل الأمثل نقوم بإعادة صياغة تكاليف المربعات المملوءة:

نفرض: $U_1=0$ ولدينا $C_{ij} =U_i+ V_J$

الخلية (1.1): $C_{11} =U_1 + V_1 = 3 = 0+ V_1 = V_1=3$

الخلية (1.2): $C_{12} =U_1 + V_2 = 2 = 0+ V_2 = V_2=3$

الخلية (2.2): $C_{21} = U_2 + V_1 = 5 = U_2 + 3 = U_2 = 2$

الخلية (2.3): $C_{23} = U_2 + V_3 = 3 = 4 + V_3 = V_3 = 1$

الخلية (2.4): $C_{24} = U_2 + V_4 = 3 = -2 + V_4 = V_4 = 1$

الخلية (3.1): $C_{31} = U_3 + V_1 = 2 = U_3 + 3 = U_3 = -1$

حساب كلفة المربعات الفارغة:

$I_{ij} = C_{ij} - U_i - V_j$

$I_{13} = C_{13} - U_1 - V_3 = 7-0-0 = +7$

$I_{14} = C_{14} - U_1 - V_4 = 6-0-1 = +5$

$I_{21} = C_{21} - U_2 - V_1 = 7-2-3 = +2$

$I_{31} = C_{31} - U_3 - V_1 = 5+1-3 = +3$

$I_{32} = C_{32} - U_3 - V_2 = 4+1-2 = +3$

$I_{33} = C_{33} - U_3 - V_3 = 5+1-0 = +6$

بما أن جميع القيم موجبة هذا يعني أنه لا يمكن تحسين الحل أو تخفيض تكلفة النقل أكثر مما هي عليه.

2-مسألة النقل في حالة النموذج المفتوح (عدم تساوي العرض والطلب):

في الواقع العملي توجد حالات لا تتساوى فيها الكميات المعروضة مع الكميات المطلوبة، وإنما يمكن أن يكون مجموع العرض أكبر من مجموع الطلب، أو مجموع الطلب أقل من مجموع العرض ولمعالجة ذلك يتم وفق ما يلي:[11]

- ❖ **حالة مجموع العرض أكبر من مجموع الطلب:** في هذه الحالة ومن أجل تحقيق التوازن بين العرض والطلب يتعين إضافة مستعمل وهمي A_{m+1} بكمية مطلوبة (a_{m+1}) تساوي الفرق بين مجموع الطلب ومجموع العرض وبتكاليف نقل أحادية (C_{ij}) تساوي صفر، وظيفة هذا المستعمل الوهمي أو الافتراضي هي امتصاص الكمية المعروضة الفائضة عن حاجة المستعملين؛
- ❖ **حالة مجموع الطلب أكبر من مجموع العرض:** في هذه الحالة ومن أجل تحقيق التوازن بين العرض والطلب يتعين إضافة مصدر وهمي B_{n+1} بكمية معروضة (b_{n+1}) تساوي الفرق بين مجموع الطلب ومجموع العرض وبتكاليف نقل أحادية (C_{ij}) تساوي صفر، وظيفة هذا المستعمل الوهمي أو الافتراضي هي امتصاص الكمية المطلوبة الفائضة عن العرض.

و بعد إعادة التوازن للمسألة يمكن حلها بطريقة عادية وفق إحدى الطرق المشار إليها سابقا حيث:

-التكاليف الأحادية الصفرية (تكاليف الصف أو العمود الوهمي) تعتبر مثل غيرها من التكاليف الأحادية في جدول النقل، فهي تعتبر التكاليف الدنيا في الصف أو العمود الذي توجد فيه؛

-في طريقة الفرق الأعظم حساب الفرق بين أقل التكلفتين في كل صف وفي كل عمود يجب أن يأخذ بعين الاعتبار التكلفة الصفرية؛

-في حالة التكاليف الصغرى في الجدول تبدأ من أقل نقطة تحتوي فيها هذه التكلفة.

مثال:

ليكن لدينا جدول النقل التالي **يطلب منك تحديد أقل شبكة نقل وفق الطرق السابقة.**

	D1	D2	D3	الكميات المعروضة
S1	2	3	7	20
S2	3	6	4	15
S3	6	2	5	25
الكميات المطلوبة	30	10	15	55 /60

نلاحظ أن مجموع العرض يساوي 60 و مجموع الطلب يساوي 55 ، وهي حالة عدم التوازن بين العرض والطلب لذا يجب إضافة متغير وهمي بكمية مساوية للفرق بين الكميات المعروضة والكميات المطلوبة أي 60-55 = 5 وحدات، وذلك بإضافة عمود إضافي بتكاليف أحادية صفرية، ويصبح جدول النقل متوازن العرض = الطلب كما يلي.

	D1	D2	D3	D4	الكميات المعروضة
S1	2	3	7	0	20
S2	3	6	4	0	15
S3	6	2	5	0	25
الكميات المطلوبة	30	10	15	05	60

الحل:

1-ايجاد الحل الأولي:

أ -باستخدام الركن الشمالي الغربي:

نلاحظ أن شرط التوازن محقق أي: $\sum S_i=\sum d_i=13500$

$\sum X_{ij}= S_i$

$\sum X_{ij}= d_i$

لدينا كذلك هناك شرط: عدد الخانات المملوءة = عدد المخازن (عدد مقاصد + عدد المصادر −1)

عدد الخانات المملوءة = (m+n−1) متغيرة موجبة حتى يكون الحل قاعدي أولي، إذا كان يتضمن أقل من (m+n−1) فهو حل ناقص.

حسب هذه الطريقة تحدد أولا قيمة المتغيرة المتواجدة في الشمال الغربي للجدول (أي أعلاه وعلى اليسار) تحدد قيمة X_{ij} بالعلاقة التالية:

$$\left[X_{ij}= \text{Min } a_i, b_i \right]$$

أي بمقارنة a_i و b_i وإعطاء المتغيرة X_{ij} أصغر القيمتين.

ثم نواصل دائما أعلاهX_{11}حسب التمرين السابق فإن متغيرة الشمال الغربي هي أعلاه وعلى يساره أي

	D1	D2	D3	D4	الكميات المعروضة
S1	20 [2]	× [3]	× [7]	× [0]	20
S2	10 [3]	05 [6]	× [4]	× [0]	15 05
S3	× [6]	05 [2]	15 [5]	05 [0]	25 20 05
الكميات المطلوبة	30 10	10 05	15	05	60

ومنه الحل الأساسي الأولي هو:

$X_{11}= 20, X_{21}= 10, X_{22}= 05, X_{32}= 05, X_{33}= 15, X_{34}= 05$

$X_{12}= X_{13}= X_{14}= X_{23}= X_{24}= X_{31}=0$

$Z_j= 2(20)+3(10)+6(05)+2(05)+5(15)+0(05) =185da$

نتأكد من عدد الخانات المملوءة = 6= 1−3+4 =−m+n1وهي نفسها منه وصلنا إلى الحل الأولي

ومعناه:

الوحدة الإنتاجية d_1 تمثل المورد الأول بحجم 20 وحدة ومن المورد الثاني ب 10وحدة.

الوحدة الإنتاجية d_2 تمثل المورد الثاني ب 05وحدة والمورد الثالث ب 05 وحدة.

الوحدة الإنتاجية d_3 تمثل المورد الثالث بحجم 15

الوحدة الإنتاجية d4 تمثل المورد الثالث 05 و المورد الرابع بحجم 05.

ويمكن حل هذا المثال بالطرق الأخرى لمشكلة النقل وفق ما قمنا بحله في حالة النموذج المغلق.

الهوامش والاحالات:

[1] مؤيد الفضل، **الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة**، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، الأردن، 2008، ص529.

[2] محمود علي متولى عجوز، **بحوث العمليات والإحصاء**، دار الفكر الجامعي، مصر، 2007، ص221.

[3] أبو القاسم مسعود الشيخ، **بحوث العمليات**، الطبعة الثانية، المجموعة العربية للتدريب والنشر، مصر، 2009، ص200.

[4] ابراهيم وصيف غدير ابراهيم، عبد الرزاق حواس، مرجع سبق ذكره، ص52.

[5] مؤيد الفصل، مرجع سبق ذكره، ص 533. 535.

[6] مكيد علي، **بحوث العمليات وتطبيقاتها الاقتصادية، الجزء الثاني**: **نظرية الشبكات ومسائل النقل و التخصيص**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2016، ص11.

[7] منعم زمرير الموسوي، **اتخاذ القرارات الإدارية: مدخل كمي**، دار زهران للنشر والتوزيع، 2013، ص172.

[8] منعم زمزير الموسوي، **اتخاذ القرارات الإدارية: مدخل كمي**، مرجع سبق ذكره، 174.

[9] Gérald Baillargeon, op cit, p113.

[10] مولاي بوعلام، **محاضرات وتطبيقات في بحوث العمليات**، مطبوعة جامعية، جامعة البويرة، 2017/2016، ص117.

[11] مكيد علي، **بحوث العمليات وتطبيقاتها الاقتصادية**، الجزء الثاني، مرجع سبق ذكره، ص89.

المحور الرابع:

نماذج التخصيص وشبكات الأعمال

المحور الرابع: نماذج التخصيص وشبكات الأعمال

تعد نماذج التخصيص حالة خاصة من نماذج البرمجة الخطية ونماذج النقل، واشكالية نماذج التخصيص في مشكلة تخصيص مجموعة من العمال (الموارد البشرية) أو مجموعة من الآلات (الموارد المادية) على مجموعة من الأعمال، وبعد تعدد المشاريع في المؤسسة وتعقدها ظهرت شبكة الأعمال كوسيلة لتحديد بداية النشاط ونهايته.

فنماذج التخصيص هي إحدى المشكلات الاقتصادية التي تتطلب اللجوء إلى التقنيات الكمية في الحل، فهي بذلك تسعى إلى تحقيق أهداف معينة بطريقة مثلى سواء بأعظم دالة الهدف أو بأدنى دالة الهدف، وبذلك هي أداة رياضية تستخدم لخدمة متخذ القرار بالاعتماد على مبدأ التكلفة البديلة بتحديد تكلفة اختيار واتخاذ قرار معين من بين مجموعة من القرارات أو البدائل بالتضحية بالفرصة البديلة مقابل اختيار ذلك القرار.

أولا–مفهوم نموذج التخصيص أو التعيين:

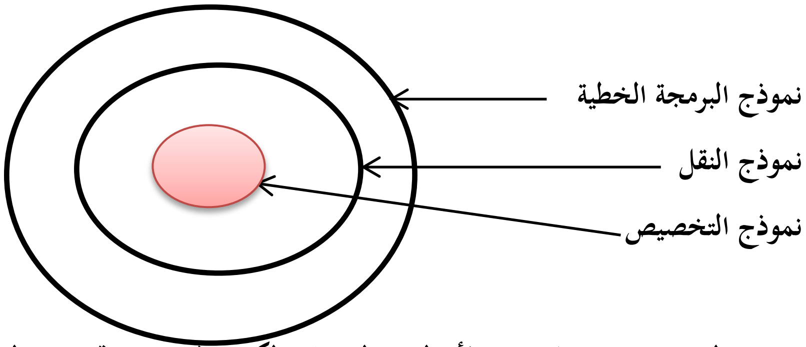
تتمثل مشكلة تخصيص الموارد في إحدى الأساليب المعتمدة في توزيع الموارد النادرة، وتعتبر هذه الطريقة من أساليب البرمجة الخطية البسيطة.[1]

1–تعريف نموذج التخصيص:

يقصد به تخصيص عدد m من العمال على عدد n من الآلات ويكون الهدف هو تحقيق أدنى تكلفة ممكنة، يمكن التعامل مع هذه المشكلة على أنها حالة خاصة من نموذج النقل حتى يمثل العمال العرض والآلات الطلب، وحتى يستطيع العامل القيام بمهمة واحدة وكل مهمة تنجز من قبل عامل واحد فقط، حيث تواجه الإدارة التخلي عن منتج معين و إحلال منتج أخر محله ، وان هذا القرار يتطلب أن يؤخذ بنظر الاعتبار تكاليف الفرص، فاتخاذ إجراء يعني عدم اتخاذ القرار الآخر لذا فإن الهدف هو تخصيص الأعمال على الآلات أو تخصيص الموظفين على الأعمال المختلفة أو تخصيص البائعين على مناطق البيع لتخفيض إجمالي تكاليف الفرص.[2]

ومنه يتضح أن نموذج التخصيص هو جزء من نموذج البرمجة الخطية وجزء من نموذج النقل وفق الشكل التالي:

شكل رقم 01: موقع نموذج التخصيص ضمن نموذج البرمجة الخطية



المصدر: مؤيد الفضل، **الأساليب النوعية والكمية في دعم قرارات المنظمة**، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، الأردن، 2008، ص622.

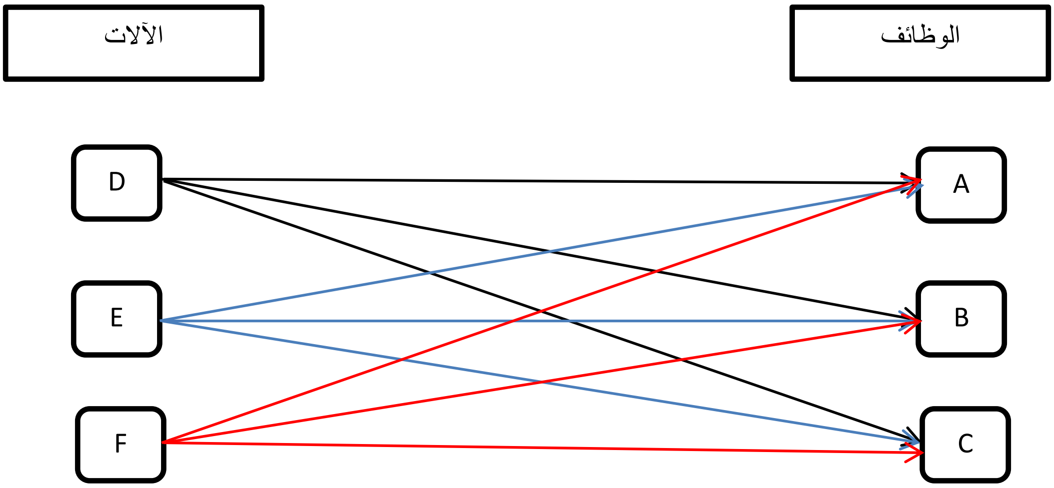
تتركز مشكلة التخصيص على تخصيص موارد معينة من مصادر عرض مختلفة إلى مراكز طلب مختلفة لكل منها طلب محدد ومعروف، قد يكون الهدف من ذلك هو تخفيض تكاليف التوزيع إلى أدنى حد ممكن (وهي الحالة الشائعة)، أو تعظيم الربح إلى أقصى ما يمكن.

فالكميات التي يتم تخصيصها من المصادر إلى مراكز التوزيع تمثل **موارد** فالتخصيص من المصدر الأول إلى المركز الأول يختلف عن التخصيص إلى المركز الأول من أي مصدر آخر توجد فيه الموارد، فالموارد الموجودة في المصادر المختلفة مختلفة تماما من حيث الكفاءة أو المواصفات أو درجة الجودة، مع افتراض عدم وجود أي قيود أخرى مع قيود الموارد، وذلك لتسهيل الوصول إلى آلية تخصيص الموارد من كل مصدر إلى كل مركز في حدود الامكانيات المتاحة وبشكل لا يتجاوز مقدار الطلب اللازم في كل المراكز بحيث يقلل إجمالي التكاليف أو وقت التخصيص إلى أقل حد ممكن.

ومن الحالات التي نجدها في تطبيق نموذج التخصيص نذكر:

- تخصيص العمال على آلات عمل معينة؛
- تخصيص الموظفين لإنجاز وظائف معينة؛
- تخصيص عدد من المدراء على عدد من الوظائف الإدارية؛
- تخصيص وسائل نقل معينة لنقل سلع معينة من المصادر إلى المراكز.

و لتوضيح مسألة التخصيص يمكن الاعتماد على الشكل التالي:



2-شروط تطبيق نموذج التخصيص:

تظهر بساطة نموذج التخصيص من الشروط البسيطة لتطبيقه، فاستعمال التقنيات الكمية في حل مسألة التخصيص يتطلب توفر الشروط التالية:[3]

-تساوي عدد الأشخاص مع عدد العمليات أو الوظائف المطلوب انجازها؛

-الوسيلة المتوفرة (عامل / ماكنة) تؤدي عمل واحد، وعدم السماح لها بالقيام بأكثر من ذلك؛

-تكلفة الاداء معروفة ومحددة مسبقا؛

- شرط اللاسلبية، حيث يفترض عدم وجود قيم سالبة.

حيث يتن تخصيص عدد معين من وسائل الإنتاج (الآلات) لصناعة مجموعة من أوامر الإنتاج أو أجزاء معينة، مع توزيع وظائف أو أعمال معينة على عدد من العمال أو الموظفين، تتضمن مشكلة التخصيص جدولة العاملين فردا فردا ومن المفترض أن يكون عدد العاملين مساويا لعدد الأعمال، ويجب ضمان هذا الشرط بإضافة عاملين وهميين أو عمل إضافية عند الحاجة من أجل المحافظة على هذا الشرط.

والشكل التالي يوضح ذلك:

	الوظائف				
العمال		1	2	....	N
	1	C_{11}	C_{12}	.....	C_{1n}
	2	C_{21}	C_{22}	.....	C_{2n}
	.....	.....	.....	.....	
	n	C_{m1}	C_{m2}	....	C_{mn}

3-النموذج الرياضي لطريقة التعيين:

إن النموذج الرياضي المستخدم في أسلوب التخصيص له عدة خصائص وهي:[4]

-أن تكون البيانات اللازمة لتطبيق النموذج الرياضي معدة في إطار مصفوفة يكون فيها عدد الصفوف مساويا لعدد الأعمدة، أي: (m=n) وبعبارة أخرى يجب أن يكون عدد الوسائل مساويا لعدد المهام؛

-يتم تخصيص وسيلة واحدة لمهمة واحدة، وكذلك تخصيص مدير واحد لمشروع واحد، ويتنم التعبير عنها بصيغة (one –to- one)؛

-إن المعطيات الخاصة بعملية التخصيص ترتبط بشكل أو بآخر بالأعداد الصحيحة، بعبارة أخرى أن قيمة المتغير الأساسي Xij لا يمكن أن تكون أعداد كسرية، وهو ما يساوي (1) أو (0) أي:

$$X_{ij} = \begin{cases} (0) \\ \text{أو} \\ (1) \end{cases}$$

ويعبر عن ذلك بشرط عدم السلبية:

$$X_{ij} \geq 0$$

ويمكن تفسير قيمة Xij وفق ما يلي:

$X_{ij}=0$ معناه لا تتم عملية التخصيص

$X_{ij}=1$ معناه تتم عملية التخصيص

تكاليف التخصيص يرمز لها بالرمز (Cij) وهي تعني تخصيص (i) من الوسائل لإنجاز (j) من المهام.

و يتكون النموذج الرياضي كما يلي:

دالة الهدف:

$$Z = MIN \longrightarrow \sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} C_{ij} X_{ij}$$

قيود المهام:

$$\sum_{j}^{n} X_{ij\,j} = 1 \qquad i = 1, 2, \ldots, m$$

قيود الوسائل:

$$\sum_{i}^{m} X_{ij\,j} = 1 \qquad j = 1, 2, \ldots, n.$$

حيث أن: $X_{ij} \geq 0$

وأن:

$$Xij = \begin{cases} (0) \\ \text{أو} \\ (1) \end{cases}$$

ثانيا–طرق حل مشاكل التخصيص:

هناك عدة طرق تستعمل في حل مشاكل التخصيص سواء في تدنية التكاليف أو تعظيم الربح، إلا أنها تستعمل بطرق مختلفة، وهي الطرق هي:

–طريقة البرمجة الخطية / النقل؛

– طريقة التوافيق المختلفة (العد الكامل)؛

–طريقة التكاليف الفرصية (الطريقة الهنكارية).

1–استعمال طرق الحل في حالة تخفيض التكاليف:

و يتم استعمال الطرق التالية:

أ–طريقة البرمجة الخطية/ نموذج النقل:

يمكن استخدام أحد طرق البرمجة الخطية لحل هذا النوع من التخصيص مثل استخدام simplex أو استعمال احد الطرق المعتمدة في نموذج النقل، والمثال التالي يوضح كما في المثال التالي:

مثال:

قامت مؤسسة بإنشاء 3 فروع لها وخصصت 3 مدراء لها وفق الجدول التالي الذي يحدد تكلفة كل مدير:

	الفروع				
		1	2	3	Ai
المدراء	1	2	4	3	1
	2	2	6	5	1
	3	7	2	1	1
	Bj	1	1	1	3

يطلب منك استخدام أحدى طرق النقل لتخصيص المدراء الثلاثة في الفروع.

الحل:

أولا– صياغة النموذج الرياضي للمشكلة:

دالة الهدف:

$$Z= MIN = (2X_{11}+4X_{12}+ 3X_{13} +2X_{21}+ 6X_{22} +5X_{23}+ 7X_{31}+ 2X32 +X_{33})$$

قيود المهام:

$$X_{11}+ X_{21} + X_{31}=1$$

$$X_{12}+ X_{22} + X_{32} =1$$

$$X_{13}+ X_{23} + X_{33}=1$$

قيود الوسائل:

$$X_{11}+ X_{12} + X_{13}=1$$

$$X_{21}+ X_{22} + X_{23}=1$$

$$X_{31}+ X_{32} + X_{33} =1$$

$$X_{ij} \geq 0$$

وأن:

$$Xij = \begin{cases} (0) \\ \text{أو} \\ (1) \end{cases}$$

سوف نقوم بحل هذه المشكلة بطريقة الركن الشمالي الغربي.

	الفروع				
المدراء		1	2	3	Ai
	1	1 ^{2}	× ^{4}	× ^{3}	1
	2	× ^{2}	1 ^{6}	× ^{5}	1
	3	× ^{7}	× ^{2}	1 ^{1}	1
	Bj	1	1	1	3

منه:

$$MIN = (2X_{11}\ 6X_{22}\ X_{33}) = (2(1) +6\ (1)\ +1\ (1)) =9$$

ومنه القرار الذي يتخذ هو:

-تخصيص المدير الأول للفرع الأول ، والمدير الثاني للفرع الثاني، اما المدير الثالث فخصص للفرع الثالث حسب هذا النموذج.

ب-طريقة التوافيق المختلفة (العد الكامل):

هذه الطريقة تحدد كل احتمالات التخصيص الممكنة بحيث يتم تخصيص لكل وظيفة شخص معين أو آلة واحدة، ويكون عدد التخصيصات الممكنة مساو إلى ضرب عدد الوظائف، فإذا فرضنا أن عدد الوظائف n وهو عدد نفس الآلات فإن عدد احتمالات التخصصات الممكنة هو !N حيث:[5]

$$N\ ! = N(N-1)\ .(N-2)\ .(N.3)\ldots\ldots(N(N-1))$$

ثم نحدد هذه التخصصات ونحسب تكاليف كل توزيع ثم نأخذ التخصيص الذي يكلف أقل ما يمكن.

وتعتبر هذه الطريقة من الطرق البسيطة لكونها لا تحتاج إلى تكنيك رياضي متقدم، بل تعتمد على عملية ترتيب رياضية قائمة على أساس حساب الاحتمالات الممكنة لعملية التخصيص، فهي تعتمد عل عدد المرات التي يمكن بموجبها التوفيق بين البدائل، فمثلا إذا كان لدينا مصفوفة تحتوي على 3 رفوف وثلاث أعمدة فإننا أمام 6 حالات توفيقية لتكوين بجائل مختلفة وهكذا حسب عدد الأعمدة والرفوف للمصفوفة.

مثال:

قامت مؤسسة بإنشاء 3 فروع لها وخصصت 3 مدراء لها وفق الجدول التالي الذي يحدد تكلفة كل مدير:

		الفروع		
		1	2	3
المدراء	A	12	14	10
	B	12	16	15
	C	17	12	11

يطلب منك انجاز عملية التخصيص حتى تكون التكاليف أقل ما يمكن.

الحل:

-باستعمال طريقة التوافيق المختلفة:

لدينا عدد الأعمدة = و عدد الصفوف = 3 منه يوجد 6 حالات وفق القانون التالي:

$$N\,! = N(N-1)\,.(N-2)\,.(N.3)\ldots\ldots(N(N-1))$$

$$3!=3\ \times 2\times 1 = 6$$

رقم البديل	توزيع المدراء على الفروع			تراكم التكاليف	التكاليف الكلية
	(1)	(2)	(3)		
1	A	B	C	12+16+11	39
2	A	C	B	12+12+15	39
3	B	A	C	12+14+11	37
4	B	C	A	12+12+10	34
5	C	A	B	17+14+15	46
6	C	B	A	17+16+10	43

منه الجدول السابق نجد أن البديل الرابع (4) هو الأفضل لكونه يحقق أقل التكاليف الممكنة لتخصيص المدراء، وبناء عليه يجب تخصيص المدير A في الفرع الثالث (3) والمدير B في الفرع الأول (1) والمدير C في الفرع الثاني (2)، وهو التخصيص الذي يحقق أقل تكاليف ممكنة 34 وحدة نقدية.

ج-طريقة التكاليف الفرصية (الطريقة الهنغارية):

تتلخص إجراءات الحل وفق هذه الطريقة على ما يسمى المصفوفة المتناقصة والتي تستلزم طرح وإضافة أرقام ملائمة من هذه المصفوفة، ومن خلالها نصل إلى الحل الأمثل، وتعتمد خطوات هذه الطريقة للوصول إلى الحل الأمثل على هدف مشكلة التخصيص، حيث تختلف تلك الخطوات في حالة الوصول إلى أدنى تكلفة ممكنة بالخطوات للوصول إلى أعلى ربح ممكن.

حيث يوجد شرطين يجب تحقيقهما وهما:[6]

- ❖ **الشرط الأول**: تحقيق 0 واحد في كل صف و0 على الأقل في كل عمود؛
- ❖ **الشرط الثاني**: سحب المستقيمات على الأصفار (0) بمعنى تغطية الأصفار بمستقيمات ابتداء من أكبر عدد من الأصفار ثم التدرج إلى أقل عدد من الأصفار، ويجب أن يكون عدد المستقيمات المسحوبة على الأصفار مساويا لعدد الصفوف والأعمدة.

بعد تعيين مصفوفة التكاليف ووضعها في جدول نتبع الخطوات (المراحل التالي) التالية:

- ✓ **المرحلة الأولى: مرحلة ايجاد الأصفار**: وهي مرحلة ايجاد تكلفة الفرصة وفق ما يلي: بعد ترتيب التكاليف في المصفوفة والتأكد من أن عدد الأعمدة يساوي عدد الصفوف (توازن المصفوفة، نقوم:

-طرح أقل قيمة في كل صف من باقي قيم ذلك الصف في المصفوفة؛

-نطرح أقل قيمة من كل عمود من باقي قيم ذلك العمود في المصفوفة، بحيث يحقق 0 واحد في كل صف و0 واحد على الأقل في العمود وفق ما يتحقق مع الشرط الأول.

وهنا نتحصل على مصفوفة المراجعة الأولية بالنسبة للأسطر، ومصفوفة تكلفة الفرصة الكلية بالنسبة للعمود في الجدول الجديد.

- ✓ **المرحلة الثانية: مرحلة البحث عن حل أمثل**: من الجدول المحصل عليه من المرحلة السابقة نبحث عن حل حيث تكون فيه التكاليف الكلية معدومة، و نقوم بتشطيب الأعمدة والصفوف التي تحتوي على أصفار بأقل عدد ممكن من التشطيبات الأفقية أو العمودية أو هي معا ، فإذا كان عدد التشطيبات المحصل عليها سواء الأفقية أو العمودية مساويا لعدد الصفوف أو الأعمدة، فإننا نكون قد تحصلنا على الحل الأمثل وهو يحقق الشرط الثاني، وعليه نقوم بعملية التخصيص وذلك بأن نأخذ الاصفار التي تقع على إطارات الصفوف والأعمدة لأن هذه الاصفار تمثل اقل التكاليف، حيث نقوم بعملية التخصيص على أساسها بإعطاء وظيفة واحدة لكل آلة أو وظيفة واحدة لكل شخ.فإذا كان هذا ممكنا نكون قد توصلنا إلى الحل الأمثل وإلا ننتقل إلى المرحلة الثالثة؛
- ✓ **المرحلة الثالثة**: إذا كان عدد التشطيبات التي تغطي الأصفار أقل من عدد الصفوف أو الأعمدة، فإنه لا يمكن القيام بكل التخصيصات، ولأجل ذلك نقوم باختيار أقل قيمة من القيم غير المشطبة ونضيفها إلى نقاط التقاطع التشطيبات بحيث أن مكان هذه القيمة يصبح صفرا وفق ما يلي:

-وضع علامة (×) أمام أي صف لا يوجد فيه خانة (0) مخصصة؛

-وضع علامة (×) أمام أي عمود يحتوي على (0) مشطوب ينتمي إلى الصف السابق الذي تم تعيينه؛

-نعين أي صف يحتوي على خانة (0) مخصصة تنتمي إلى العمود الأخير الذي تم تعيينه؛

-نعين أي صف يحتوي على خانة (0) مخصصة تنتمي إلى العمود الجديد الذي تم تعيينه؛

-ونستمر في العملية حتى آخر صف تم تعيينه يحتوي لا يحتوي على (0) مشطوب؛

-نشطب كل صف غير معين وبالعكس كل عمود معين.

- ✓ **المرحلة الرابعة**: نعيد خطوات المرحلة الثانية (نجري محاولة ثانية للتخصيص) وإن لم إلى الحل الأمثل نطبق خطوات المرحلتين الثالثة والرابعة حتى نصل إلى الحل الأمثل.

مثال:

لتكن لدينا المصفوفة التالية:

12	14	10
12	16	15
17	12	11

يطلب منك إيجاد الحل الامثل بالطريقة الهنغارية.

الحل:

-تحديد أقل قيمة في كل صف وطرحها من باقي قيم ذلك الصف:

الصف 1: أقل قيمة 10

2= 10-12

4=10-14

0 =10-10

الصف 2: أقل قيمة هي 12:

0= 12-12

4=12-16

3=12-15

الصف 3: أقل قيمة هي 11

5= 11-17

1=11-12

0= 11-11

منه مصفوفة

2	4	0
0	4	3
5	1	0

من المصفوفة نجد أن الشرط الأول محقق أي وجود 0 واحد فقط في كل صف، ونلاحظ أن كل الأعمدة تحتوي على أصفار ما عدا العمود الثاني لمصفوفة المراجعة فنختار أصغر قيمة (1) ونطرحها من باقي قيم ذلك العمود فتصبح المصفوفة كما يلي:

2	3	0
0	3	3
5	0	0

منه نقوم بتغطية الأصفار بمستقيمات كما في الجدول، منه عدد المستقيمات يساوي عدد الأعمدة أو الصفوف أي تحقق الحل الأمثل ومنه يمكن اجراء عملية التخصيص كما يلي:

اجمالي التكاليف	الفرع	تخصيص الفروع			
		الفرع3	الفرع 2	الفرع1	
10	**3**	3			A
12	**1**			1	B
12	**2**		2		C
34	**مجموع التكاليف**				

من الجدول يتضح أنه تم تخصيص الفرع الأول للعامل الثاني، والفرع الثاني للعامل الثالث، والفرع الثالث للعامل الأول بمجموع تكاليف 34 وحدة نقدية.

2-استعمال طرق الحل في حالة تعظيم الأرباح:

يمكن استعمال جميع الخطوات السابقة في عملية التخصيص لحل المشاكل التي تهدف إلى تحقيق أقصى عائد بعد تحويل المصفوفة المتضمنة للمعلومات إلى مصفوفة تكاليف، ويمكن استخدام نفس النماذج المستخدمة في حالة تخفيض التكاليف.

أ-طريقة البرمجة الخطية/ نموذج النقل:

يمكن استخدام أحد طرق البرمجة الخطية لحل هذا النوع من التخصيص مثل استخدام simplex أو استعمال احد الطرق المعتمدة في نموذج النقل.

تساعد طريقة النقل في ايجاد أفضل تخصيص يعطي أعلى ربح أو عائد، حيث يتم تكييف مسألة التخصيص في شكل مسألة للنقل، يجعل الطلب على مستوى كل سطر وعلى مستوى كل عمود مساويا للواحد، ويتم ايجاد الحل بطريقة أعلى الأرباح.[7]

والمثال التالي يوضح كما في المثال التالي:

مثال:

قامت مؤسسة ببيع 3 أنواع مختلفة من المنتجات لها وخصصت 3 مناطق بيع لها وفق الجدول التالي الذي يحدد الأرباح التي يمكن أن يحققها.

	المنتجات				
المناطق		المنتج 1	المنتج 2	المنتج 3	Ai
	المنطقةA	20	40	30	1
	المنطقةB	20	60	50	1
	المنطقة C	70	20	10	1
	Bj	1	1	1	3

يطلب منك استخدام إحدى طرق النقل لتخصيص المناطق للمنتجات.

الحل:

أولا– صياغة النموذج الرياضي للمشكلة:

دالة الهدف:

$$Z= MAX = (20X_{11}+40X_{12}+ 30X_{13} +20X_{21}+ 60X_{22} +50X_{23}+ 70X_{31}+ 20X32 +10X_{33})$$

قيود المهام:

$$X_{11}+ X_{21} + X_{31}=1$$

$$X_{12}+ X_{22} + X_{32} =1$$

$$X_{13}+ X_{23} + X_{33}=1$$

قيود الوسائل:

$$X_{11}+ X_{12} + X_{13}=1$$

$$X_{21}+ X_{22} + X_{23}=1$$

$$X_{31}+ X_{32} + X_{33} =1$$

$$X_{ij} \geq 0$$

وأن:

$$Xij = \begin{cases} (0) \\ \text{أو} \\ (1) \end{cases}$$

سوف نقوم بحل هذه المشكلة بطريقة الركن الشمالي الغربي.

	المنتجات				
		المنتج 1	المنتج 2	المنتج 3	Ai
المناطق	المنطقةA	20 1	40 ×	30 ×	1
	المنطقةB	20 ×	60 1	50 ×	1
	المنطقة C	70 ×	20 ×	10 1	1
	Bj	1	1	1	3

منه:

$$MAX = (20X_{11}+ 60X_{22}+10 X_{33}) = (20(1) +60 (1) +10 (1)) =90$$

ومنه القرار الذي يتخذ هو:

-تخصيص المنطقة A لبيع المنتج الأول، وتخصيص المنطقة B لبيع المنتج الثاني، أما المنطقة C فخصصت لبيع المنتج الثالث.

ب-طريقة التوافيق المختلفة (العد الكامل):

في هذه الطريقة يتم تحديد احتمالات التخصيص الممكنة بحيث يتم تخصيص لكل وظيفة شخص معين أو آلة واحدة، ثم ايجاد أرباح أو عوائد كل تخصيص وأخذ التخصيص الذي يعطي أكبر ربح أو عائد.

ويكون عدد التخصيصات الممكنة مساو إلى ضرب عدد الوظائف، فإذا فرضنا أن عدد الوظائف n وهو عدد نفس الآلات فإن عدد احتمالات التخصصات الممكنة هو !N حيث:

$$N ! = N(N-1) .(N-2) .(N.3)\ldots\ldots(N(N-1))$$

مثال:

قامت مؤسسة ببيع 3 أنواع مختلفة من المنتجات لها وخصصت 3 مناطق بيع لها وفق الجدول التالي الذي يحدد الأرباح التي يمكن أن يحققها.

	المنتجات				
المناطق		المنتج 1	المنتج 2	المنتج 3	Ai
	المنطقةA	20	40	30	1
	المنطقةB	20	80	50	1
	المنطقة C	70	20	30	1
	Bj	1	1	1	3

يطلب منك انجاز عملية التخصيص حتى تكون الأرباح أعلى ما يمكن بطريقة التوفيق المختلفة.

الحل:

-باستعمال طريقة التوافيق المختلفة:

لدينا عدد الأعمدة = و عدد الصفوف = 3 منه يوجد 6 حالات وفق القانون التالي:

$$N\,! = N(N-1)\,.(N-2)\,.(N.3)\ldots\ldots(N(N-1))$$

$$3!=3\ \times 2\times 1\ =6$$

رقم البديل	تخصيص المناطق للمنتجات			تراكم التكاليف	التكاليف الكلية
	(1)	(2)	(3)		
1	A	B	C	20+80+30	130
2	A	C	B	20+20+50	90
3	B	A	C	20+40+30	90
4	B	C	A	20+20+30	70
5	C	A	B	70+40+50	160
6	C	B	A	70+80+30	180

منه الجدول السابق نجد أن البديل السادس (6) هو الأفضل لكونه يحقق أكبر الأرباح الممكنة لتخصيص المناطق للمنتجات، وبناء عليه يجب تخصيص المنطقة A للمنتج الأول (3) والمنطقة B للمنتج

الثاني (2) والمنطقة C للمنتج الأول (1)، وهو التخصيص الذي يحقق أكبر الايرادات أو الأرباح ب180وحدة نقدية.

ج- التعظيم بالطريقة الهنغارية:

لإيجاد التخصيص الذي يمثل أعظم الأرباح والعوائد نستعمل تقريبا نفس خطوات الطريقة الهنغارية في حالة التدنية، هنا يتم تحديد أكبر قيمة في مصفوفة العوائد ومن ثم طرح قيم هذه المصفوفة من هذه القيمة الكبرى، ونحصل على جدول جديد ثم نقوم باتباع نفس خطوات التدنية.

مثال:

لتكن لدينا المصفوفة التالية التي تمثل العوائد لثلاث أنواع من المنتجات وفق ثلاث مناطق.

120	140	100
120	160	150
170	120	110

يطلب منك إيجاد الحل الامثل بالطريقة الهنغارية.

الحل:

-تحديد أكبر قيمة في المصفوفة وطرح كل قيم المصفوفة منها:

أكبر قيمة هي 170.

منه المصفوفة الجديدة تصبح بعد طرح قيم كل المصفوفة من القيمة الكبرى كما يلي:

50	30	70
50	10	20
0	50	60

-تحديد أقل قيمة في كل صف لا يحتوي على 0 وطرحها من باقي قيم ذلك الصف:

الصف 1: أقل قيمة 130

20=30-50

0=30-30

40=30-70

الصف 2: أقل قيمة هي 10

40=10-50

0=10-10

10=10-20

منه مصفوفة تصبح كما يلي:

20	0	40
40	0	10
0	50	60

من المصفوفة نجد أن الشرط الأول محقق أي وجود 0 واحد فقط في كل صف، ونلاحظ أن كل الأعمدة تحتوي على أصفار ما عدا العمود الثالث لمصفوفة المراجعة فنختار أصغر قيمة (10) ونطرحها من باقي قيم ذلك العمود فتصبح المصفوفة كما يلي:

20	0	30
40	0	0
0	50	50

منه نقوم بتغطية الأصفار بمستقيمات كما في الجدول، منه عدد المستقيمات يساوي عدد الأعمدة أو الصفوف أي تحقق الحل الأمثل ومنه يمكن اجراء عملية التخصيص كما يلي:

20	0	30
40	0	0
0	50	50

	تخصيص الفروع				
	الفرع1	الفرع 2	الفرع3	الفرع	اجمالي الأرباح
A		2		**2**	140
B		~~2~~	3	**3**	150
C	1			**1**	170
مجموع الأرباح (العوائد)					**460**

من الجدول يتضح أنه تم تخصيص المنطقة A للمنتج الثاني، والمنطقة B للمنتج الثالث، والمنطقة C للمنتج الأول بمجموع ايرادات (أرباح) 460 وحدة نقدية.

ثالثا-حالات خاصة في مسألة التخصيص:

هناك العديد من الحالات الخاصة التي يمكن أن نواجهها في مسألة التخصيص وتتلخص هذه الحالات في:

1-حالة عدم التوزان:

نجد هذه الحالة عند عدم تساوي عدد الاسطر مع عدد الأعمدة، ففي هذه الحالة نقوم بإضافة سطر وهمي أو عمود وهمي حسب الحالة التي نواجهها، أي إذا كان عدد الأسطر أقل من عدد الأعمدة نضيف سطر وهمي قيمه أصفار، أما إذا كان عدد الأعمدة أقل من عدد الأسطر نضيف عمود وهمي قيمه دائما أصفارا، ثم نكمل الحل

مثال: ليكن لدينا المصفوفة التالية لايرادات تخصيص مناطق لبيع أربعة منتجات.

100	170	140	100
150	110	130	120
110	160	120	150

يطلب منك ايجاد التخصيص الأمثل باستخدام طريقة الركن الشمالي الغربي (طريقة النقل)

الحل:

بما أنه لا يوجد توازن بين عدد الأسطر وعدد الأعمدة (عدد الأسطر أقل من عدد الأعمدة) نقوم بإضافة سطر وهمي ذو قيمة معدومة (صفرية) ونواصل الحل.

		المنتجات				
		(1)	(2)	(3)	(4)	Ai
المناطق	A	1 ^{100}	× ^{140}	^{170}	× ^{100}	1
	B	× ^{120}	1 ^{130}	× ^{110}	× ^{150}	1
	C	× ^{150}	× ^{120}	1 ^{160}	× ^{110}	1
	D	× ^{0}	× ^{0}	× ^{0}	1 ^{0}	1
Bi		1	1	1	1	4

منه تخصيص يكون كما يلي: المنطقةA للمنتج الأول (1)، المنطقة Bتكون للمنتج الثاني (2)، المنطقة Cتكون للمنتج الثالث (3)، والمنطقةD تكون للمنتج الرابع (4)، والربح الناتج عنه هو:

$1(100) +1(130) +1(160) +1(0) = 390DA$

2- حالة تعدد الحلول المثلى:

قد تكون هناك بعض المشاكل التي ينتج عن حلها وجود أكثر من حل أمثل واحد أي أكثر من حل بديل له نفس الكلفة الكلية وهذا يعني مرونة عالية لدى متخذ القرار للاختيار بين الموارد المتاحة، وتحصل هذه الحالة عندما يكون بالإمكان تأشير أكثر من قيمة صفرية في نفس الوقت أو بعبارة أخرى تخصيص أكثر من وسيلة لمهمة واحدة.[8]

3-حالة وجود عناصر سالبة في المصفوفة::

لا يمكن حل مسائل التخصيص عندما تكون عناصر سالبة في المصفوفة لذا يجب تعديلها عن طريق إضافة لكل عناصر المصفوفة القيمة $(-X_{ij})$ حيث تمثل X_{ij}- أقل قيمة سالبة ثم نكمل الحل.

مثال: لتكن لدينا المصفوفة التالية:

-15	14	10
22	13	18
16	12	15

أقل قيمة سالبة هي (-15) منه نقوم بطرح قيمته من قيم المصفوفة أي – (-15) كما يلي:

0	29	25
37	28	33
31	27	30

ومن ثم نواصل الحل بطريقة عادية بإحدى طرق التخصيص المعروفة.

رابعا- شبكات الأعمال:

تعتبر شبكات الأعمال من أهم التقنيات الكمية المستعملة في دعم القرار في المؤسسة، فهي تساعد المسير في تخطيط المشاريع المختلفة وتنفيذها بكفاءة عالية، بالتحكم في وقت انجاز هذه المشاريع والتحكم في تكاليفه

من خلال هذا العنصر سنقوم بعرض كل من طريقة بيرت (PORT) للتقييم و إعادة تقييم المشاريع الاستثمارية و المسار الحرج، حيث تستخدم هذه النوعية من الأساليب الرياضية في تخطيط المشروعات والرقابة عليها من حيث الوقت والتكلفة، وبالتالي فإن أساليب شبكات الأعمال تستخدم في تخطيط العمليات الإنتاجية، وتهدف هذه الأساليب إلى رفع كفاءة أداء المشروعات.

ويتمثل الفرق الأساسي بين الأسلوبين في تقديرات الأوقات المتوقعة للأنشطة، فأسلوب المسار الحرج يعتمد علي تقدير وقت واحد فقط للفترة اللازمة للانتهاء من كل نشاط من أنشطة المشروع وبالتالي فإنه يفترض أن هذا التقدير مؤكد، أما أسلوب بيرت فيعتمد علي وجود ثلاث تقديرات مختلفة للوقت اللازم لكل نشاط

1-تعريف شبكات الأعمال:

تعرف بأنها: "أسلوب كمي تقوم على التخطيط والرقابة في مؤسسات الأعمال والمؤسسات الإنتاجية والخدمية، تستعمل الأشكال البيانية في توضيح كيفية تحقق التطور في الخطة ومتابعتها من حيث إنفاق الموارد (الزمنية، المادية، البشرية...الخ)، وبالتالي تحقيق الانحرافات الايجابية أو السلبية بالمقارنة بين ما تم تنفيذه وما تم التخطيط له مسبقا".[9]

وتستخدم شبكات الأعمال على العموم في:

-أبحاث وتطوير منتجات جديدة؛

-صناعة المعدات الكبيرة المعقدة؛

-إدارة المشاريع المعقدة والوحيدة من نوعها.

وعلى العموم فهي تهدف إلى:[10]

-معرفة الوقت اللازمة لإنجاز المشاريع؛

-معرفة بداية ونهاية كل نشاط حسب الجدول؛

-معرفة الأنشطة الحرجة وكيف يتم إنجازها في الوقت المحدد وفق ما هو مجدول من أجل إنجاز المشروع في الوقت المحدد له؛

-تحديد الوقت الأقصى الذي يمكن من تأخير بعض الأنشطة غير الحرجة بدون أن ينتج عن هذا التأخير تعطلا للمشروع كله؛

-تحديد الأنشطة الحرجة التي يمكن ضغطها بأقل تكلفة ممكنة في حالة الرغبة في الإسراع أو حدوث تأخر غير متوقع في الإنجاز.

2- طريقة بيرت (PORT)

يعتبر هذا الأسلوب من الأساليب الأساسية في تخطيط المشاريع والرقابة عليها وتنفيذها، ويمثل في محورين: محور أفقي يتضمن الزمن بتقسيماته المختلفة، ومحور عمودي فيعرض كشف الأنشطة التي يتضمنها المشروع مع بيان لأهم الموارد المستخدمة في المشروع.[11]

فطريقة بيرت تمثل:

- **وجه تخطيطي**: تستخدمه الإدارة في تخطيط الوقت والتكاليف للأنشطة المختلفة اللازمة لتنفيذ مشروع معين؛
- **وجه تنسيقي**: يستخدم للتعرف على التعارض بين الأنشطة المختلفة والتنسيق بين هذه الأنشطة حتى يمكن اكمال العمل في الوقت المحدد دون تأخير؛
- **وجه رقابي**: يساعد الإدارة في توفير المعلومات الضرورية لتنفيذ العمل والتعرف على العقبات التي تعترض التنفيذ وغلى أي مدى يسير التنفيذ الفعلي للمخططات، كما يساعدها على اتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة وبشكل مباشرة وسريع مما يؤدي إلى تذليل الصعوبات التي تعترض عملية التنفيذ لتحقيق هدف انجاز المشروع في حدود ما تقرر من وقت وتكاليف.[12]

ترجع أهمية شبكات بيرت ليس لكونها تقنية علمية وعملية لاتخاذ القرارات الهامة لتخطيط وتنفيذ المشروعات فحسب، فهي لجانب ذلك أداة واسعة المهام حي تستخدم في مختلف المشاريع وأغراضها الكبيرة منها الصغيرة، المعقدة منها والبسيطة، بالإضافة إلى خاصية تكيفها مع مختلف الظروف الاجتماعية والاقتصادية وكذلك إمكانية استخدام مختلف المستويات والأساليب الإحصائية والنماذج الرياضية والحاسب الآلي[13] .

تعبر كلمة **PERT** عن اختصار للحروف الأولى من كلمات **Program Evaluation and Review Techniques** والتي تعني أسلوب تقييم ومراجعة البرامج من خلال **عنصر الوقت**، و طريقة بريت هي **تقدير متفائل** من خلال الاعتماد على **أقصر وقت ممكن تنفيذ النشاط من خلال**.

2-1-تقدير زمن أداء النشاط:

حيث تحتاج كل فعالية إلى **ثلاثة أوقات** لتقدير زمن أداء النشاط:[14]

❖ **الوقت المتفائل**: ويرمز له بالحرف(a)، هو أقل وقت متوقع لإتمام النشاط أي الزمن الذي يتوقع أن يتم فيه النشاط في ظل الظروف العادية بنفس الامكانيات المتاحة، فهو يفترض أفضل الظروف ويمثل الحد الأدنى الذي يستغرقه النشاط؛

❖ **الوقت الأكثر احتمالا**: ويرمز له بالحرف(m) هو الزمن الأكثر توقعا لإتمام النشاط أي الزمن الذي ينتهي فيه العمل في جميع النشاطات تحت الظروف الطبيعية و تكون درجة احتمال وقوعه عالية بسبب اقترانه بدرجة عالية من الاطمئنان فليس هناك تشاؤم أو تفاؤل، فهو تقدير مناسب للحالات الاعتيادية؛

❖ **الوقت المتشائم**: ويرمز له بالحرف(b) ، هو أطول زمن متوقع لإتمام النشاط، و هو الزمن الذي يشير إلى التقدير الأكثر تحفظا لتوقع أسوء الظروف من معوقات تجعل توقعات التنفيذ متدنية جدا مع استبعاد الظروف الغير طبيعية.

حيث لا يمكن أخذ الأوزان الثلاثة سويا و إنما يجب حساب متوسط موزون لها يسمى **بالزمن المتوقع** (t_e) وهو الوقت الذي يستغرقه أي نشاط في ظل التقديرات الزمنية الثلاثة السابقة الذكر، و يعطي الزمن المتوقع وزن واحد لكل من الزمن التفاؤلي و الزمن التشاؤمي و أربعة أوزان للزمن الأكثر احتمالا، و يكون الزمن المتوقع لكل نشاط كما يلي:

$$t_e = \frac{a+4m+b}{6}$$

و تهدف طريقة بيرت لترتيب الأنشطة لمشروع معين، حيث لكل مشروع عدة أنشطة لذا تقوم هذه الطريقة بمعرفة المدة أو الوقت لإنجاز المشروع، و ذلك من خلال ترتيب الأنشطة حسب الأولوية.

2-2- شبكة PORT):

لرسم شبكة برت يجب معرفة أنواع الأنشطة، فلكل نشاط مرحلة بداية و مرحلة نهاية.

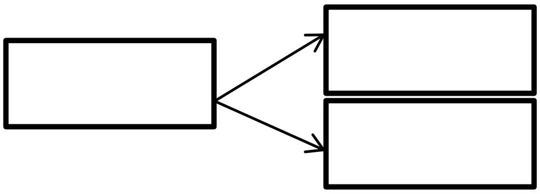
حيث أنه هناك ثلاثة أنواع من الأنشطة و هي:

أ-أنشطة متتالية:

حيث كل نشاط يعرف مرحلة بداية و مرحلة نهاية، و كل قوس يمثل وقت الانجاز وفق ما يلي:

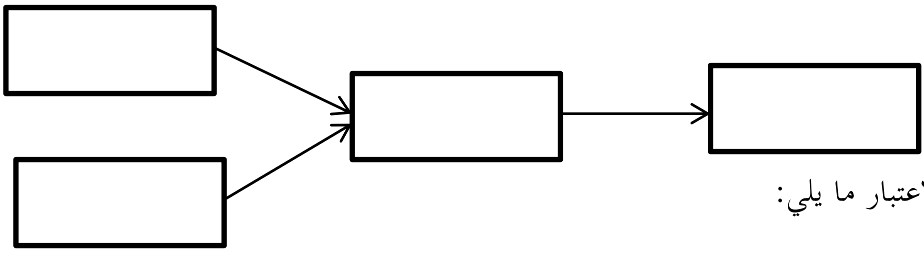
ب –أنشطة متزامنة:

تنطلق من نفس الوقت و تسمى بأنشطة مرحلة الانطلاق المتراكم وفق الشكل التالي



ج –الأنشطة المتقاربة:

و هي الأنشطة التي تنتهي في نفس الوقت، فهي أنشطة متقاربة الانجاز فيجب اتخاذ a و b على نفس الوقت وفق الشكل التالي:



حيث الأخذ بعين الاعتبار ما يلي:

-مستحيل تقاطع الأقواس؛

-كل نشاط يتطلب نشاطين سابقين؛

-تصنيف نشاط خيالي بتكلفة معدومة.

مثال: يكن لدينا الجدول التالي الذي يمثل مجموعة من الأنشطة **يطلب منك إعداد شبكة بيرت**:

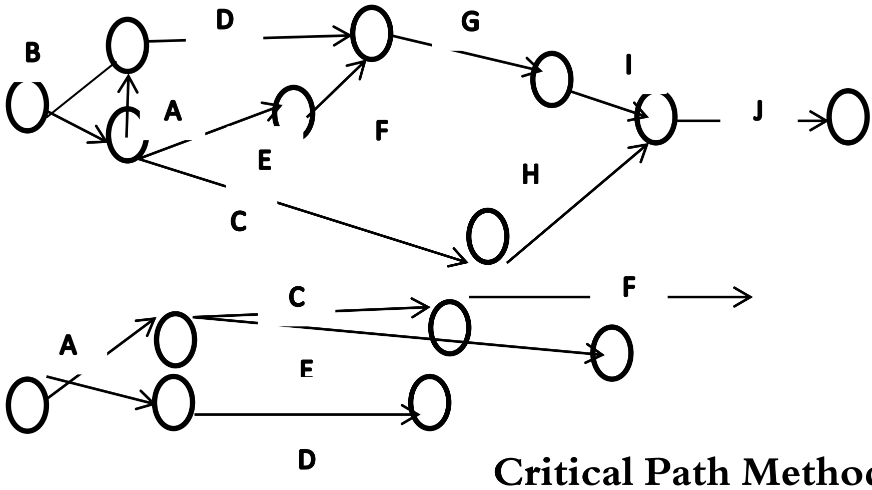
الأنشطة	أنشطة سابقة	المدة
A	-	4
B	-	2
C	A	1
D	A.B	1
E	A	2
F	C	2
G	D.F	2
H	E	10
I	G	4
J	H	1

الحل:

مجموعة الأنشطة عند ترتيها نتحصل على شبكة تنطلق مرحلة و تنتهي بنهاية واحدة، قبل رسم الشبكة يجب عدم تقاسم الأوقات.

يجب ان تكون A و B متزامنة.

FDC ليس لهم نشاط



3-المسار الحرج (CPM) Critical Path Method

والذي يستخدم في تخطيط ومراقبة كل من الوقت والتكلفة، و هو **أسلوب متشائم** يعتمد على أطول وقت ممكن تنفيذ النشاط من خلاله، و هو شبكة تخطيطية تستخدم لإنهاء المشروع في الوقت المحدد، لذلك تستخدم في ايجاد أطول مسار زمني ممكن أن يسبب التأخير في المشروع فلذلك يجب التركيز على ذلك المسار.

و هو إحدى الطرق المستخدمة في إدارة المشاريع تم تطويرها من قبل شركة دوبونت الأمريكية في عام 1957 لمعالجة مشكلة إيقاف وحدات الإنتاج للصيانة ثم إعادة تشغيلها. طريقة المسار الحرج طريقة تعيينية حاسمة فهي لا تأخذ بعين الاعتبار احتمال اختلاف مدة تنفيذ كل مهمة)ليست كطريقة بيرت مثلاً والتي تعتمد توزيع زمني احتمالي.[15]

و عليه فالمسار الحرج هو مسار يحدد الأنشطة الأساسية لانجاز المشروع ككل.

فالبحث عن المسار الحرج يعني البحث عن **الأوقات المبكرة و الأوقات المتأخرة**.

فالمسار الحرج هو سلسلة من الأنشطة الحرجة التي تربط نقطة البداية والنهاية في المخطط الشبكي وسميت هذه الأنشطة بالأنشطة الحرجة لأن الوقت الفائض في تنفيذها يساوي صفر, لذلك فأن أي تأخير فيها يؤدي الى تأخير تنفيذ المشروع الكلي.

تتضمن حسابات المسار الحرج تطبيق نوعين من الحسابات الأولى تسمى بالحسابات المتقدمة وهذه تبدأ من أول نقطة زمنية في المخطط الشبكي وتتجه الى آخر نقطة زمنية في المخطط الشبكي وعند كل نقطة

زمنية نحسب رقم (يوضع داخل مربع صغير) ويمثل هذا الرقم وقت الحدوث أو زمن الابتداء المبكر لتلك الأنشطة التي تبدأ بالحدث (i) وهو أقرب وقت متوقع لإتمام عمل معين.[16]

فالمسار الحرج هو أكبر مسار في شبكة بيرت.

مثال:

لنحتفظ بالمثال السابق

يجب البحث عن المسار الحرج في الأوقات المبكرة و المتأخرة

وقت مبكر $D \rightarrow Q$

وقت متأخر $D \leftarrow A$

اتفاقيا الوقت المبكر يساوي "O "

للوقت المبكر للنشاط A= 0 +u = u و نأخذ أكبر قيمة و في حالة العكس نفرض أن النشاط الأخير يساوي الوقت المتأخر و نأخذ أقل قيمة.

المسار الحرج: A E → H → J =17

رزنامة الأوقات المبكرة و الأوقات المتأخرة: المسار الحرج هو أكبر مسار في شبكة بيرت:

النشاط الحرج = الوقت المبكر – الوقت المتأخر

	وقت مبكر		وقت متأخر	
	نهاية	**بداية**	**نهاية**	**بداية**
A	4	0	0	4
B	2	0	7	8
C	5	4	9	10
D	5	4	4	6
E	6	4	0	10
F	7	5	0	
G	9	7	10	12
H	16	6	6	16
I	13	9	12	16
J	17	16	16	17

تمرين تطبيقي:

قررت مؤسسة الهناء انجاز و تهيئة مصنع جديد، قسمت الدراسة الأولية هذا المشروع إلى 12 نشاط، المدة، الأنشطة السابقة و نذلك تكلفة و مدة الالتزام لكل نشاط موضحة في الجدول التالي:

رمز النشاط	طبيعة النشاط	الأنشطة السابقة	المدة (الأشهر)	تكلفة النشاط (10^3 دج)	مدة الالتزام (الأشهر)
A	انشاء البناية	-	8	100	3
B	ايصال الكهرباء	A	2	20	2
C	أشغال الترصيص و ربط القنوات	A	3	30	2
D	تجهيز مكيفات الهواء	C	1	40	1
E	أعمال نجارة	b,d	3	20	2
F	إقامة سلسلة التركيب	A	2	500	2
G	التجهيز بالآلات M_1	F	2	70	2
H	التجهيز بالآلات M_2	C	1	50	3
I	التجهيز بالآلات M_3	H	1	60	2
J	أشغال الطلاء و الدهن	e,g,i	1	10	1
K	الأشغال النهائية	e,g,i	2	10	1
L	الايصال و الاختبار	j,k	1	10	2

المطلوب:

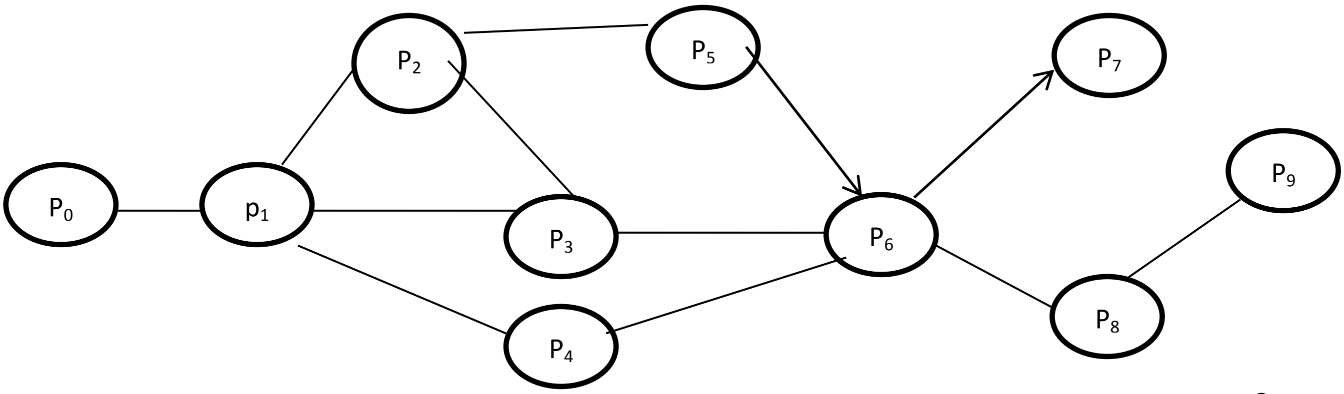
1-ايجاد المسار الحرج الذي يسمح للمؤسسة بإنشاء و تهيئة المصنع في احسن وقت

2-في حالة ما إذا أرادت المؤسسة أن تبدأ الأشغال في 15 ديسمبر 2016 بحث يكون التسديد لكل ورشة كما يلي:

10٪ عند الالتزام، 20٪ عند بداية الاشغال، 70٪ عند نهاية الأشغال، **قم بإعداد موازنة الاستثمارات من خلال إعداد الموازنة الشهرية التالية: الالتزام، موازنة الاستلام و موازنة المبيعات.**

الحل:

1-ايجاد المسار الحرج:



2- **إعداد موازنة الاستثمارات من خلال:**

-إعداد موازنة الاستثمارات من خلال إعداد الموازنة الشهرية الاستلام:

المهام	التواريخ					الاستلامات (بداية الأشغال)								
	تاريخ بداية الأشغال	مدة الانجاز	تاريخ نهاية الأشغال	مدة الالتزام	تاريخ الالتزام	2017				2018				
						8	10	11	12	13	15	16	17	18
A	0	8	8	3	3-	1000								
B	8	2	10	2	6		20							
C	8	3	11	2	6			30						
D	11	1	12	1	10				40					
E	12	3	15	2	10						20			
F	8	2	10	2	6		500							
G	10	2	12	2	8				70					
H	11	1	12	3	8				50					
I	12	1	13	2	10					60				
J	15	1	16	1	14							10		
K	15	2	17	1	14								10	
L	17	1	18	2	15									10
مجموع كل شهر						1000	520	30	160	60	20	10	10	10
مجموع الموازنة						**1820**								

-إعداد موازنة الاستثمارات من خلال إعداد الموازنة الشهرية الالتزام:

المهام	التواريخ					الالتزامات					
	تاريخ بداية الأشغال	مدة الانجاز	تاريخ نهاية الأشغال	مدة الالتزام	تاريخ الالتزام	**2016**	**2017**			**2018**	
						8	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
A	0	8	8	3	-3	1000					
B	8	2	10	2	6		20				
C	8	3	11	2	6		30				
D	11	1	12	1	10				40		
E	12	3	15	2	10				20		
F	8	2	10	2	6		500				
G	10	2	12	2	8			70			
H	11	1	12	3	8			5			
I	12	1	13	2	10				60		
J	15	1	16	1	14					10	
K	15	2	17	1	14					10	
L	17	1	18	2	15						10
مجموع كل شهر						**1000**	**550**	**120**	**120**	**20**	**10**
مجموع الموازنة						**1820**					

-إعداد موازنة الاستثمارات من خلال إعداد الموازنة الشهرية للتسديدات

المهام	التواريخ					التسديدات												
	تاريخ بداية الأشغال	مدة الانجاز	تاريخ نهاية الأشغال	مدة الالتزام	تاريخ الالتزام	-3	0	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A	0	8	8	3	-3	100	200		7000									
B	8	2	10	2	6			2	4	14								
C	8	3	11	2	6			3	6		21							
D	11	1	12	1	10					4	8	28						
E	12	3	15	2	10					2		4			14			
F	8	2	10	2	6			50	100	350								
G	10	2	12	2	8				7	14		49						
H	11	1	12	3	8				5		10	35						
I	12	1	13	2	10					6		12	42					
J	15	1	16	1	14									1	2	7		
K	15	2	17	1	14									1	2		7	
L	17	1	18	2	15										1		2	7
مجموع كل شهر						100	200	55	822	390	39	128	42	2	19	7	9	7
مجموع الموازنة						**1820**												

الهوامش والاحالات:

[1] MICHEL Simonnard , **Programmation linéaire technique de calcul économiqu**e ,dunod paris 2002, p57.

[22] صاولي مراد، مرجع سبق ذكره، ص 47.

[3] منعم زمزير الموسوي، مرجع سبق ذكره، ص243.

[4] مؤيد الفضل، مرجع سبق ذكره، ص623

[5] محمد راتول، مرجع سبق ذكره، ص157.

[6] مولاي بوعلام، مرجع سبق ذكره، ص ص: 146-147.

[7] بوتين محمد، مرجع سبق ذكره، ص172

[8] مولاي بوعلام، مرجع سبق ذكره، ص153.

[9] مؤيد الفضل، مرجع سبق ذكره، ص699.

[10] مراد صاولي، مرجع سبق ذكره، ص59.

[11] مؤيد الفضل، مرجع سبق ذكره، ص700.

[12] منعم زمرير الموسوي، مرجع سبق ذكره، ص329.

[13]مراد صاولي، مرجع سبق ذكره، ص59.

[14] سعاد شدري معمر، **محاضرات في مراقبة التسيير**، مطبوعة جامعية، جامعة البويرة، 2019/2018، ص135-136.

[15] https://ar.wikipedia.org/wiki consulté le 25/12/2020

[16]سعاد شدري معمر، مرجع سبق ذكره، ص139.

الخاتمة

الخاتمة:

تمثل التقنيات الكمية للتسيير أهم الأساليب التي يعتمد عليها المسريين لحل المشكلات الإدارية التي تواجههم في مختلف أنشطتهم اليومية، فهي تقوم على تحويل مشكلات إدارية إلى نماذج خطية تعتمد على طرق رياضية متطورة في الحل، والبرمجة الخطية أهم هذه الأساليب التي تستعمل في مجال الإنتاج و النقل، حيث تواجه المسير مشكلتي تدنية التكاليف أو تعظيم الأرباح، هنا تظهر أهمية استخدام simplex في حل مسائل الإنتاج من خلال المبادئ التي تقوم عليها لتحقيق برنامج الإنتاج الأمثل (الوصول إلى الحل الأمثل)، ففي حالة تعظيم الأرباح تساعد هذه الطريقة على تحديد الربح الأعظم الذي يمكن ان تحققه المؤسسة أو حتى الكميات المثلى التي تساعد على تحقيق هذا الربح، أما في حالة التدنية فهذه الطريقة تعمل على تقليل التكاليف إلى أدنى ما يمكن، هنا تظهر أهمية التقنيات الكمية في العملية التسييرية في المؤسسة كوسيلة تقنية تساعد على توفير آليات رياضية متطورة لترشيد قرارات المسير.

ولا تقتصر التقنيات الكمية في جانب الإنتاج فقط وإنما يمكن استعمالها في مسائل النقل والتخصيص وحتى في شبكات الأعمال، وذلك بتحديد أدنى تكلفة للنقل بداية بالحصول على الحل الأولي (باستخدام الركن الشمالي الغربي، أو أدنى التكاليف أو الفرق الأعظم Vogel) ومن بعد الحصول على الحل الأمثل باستخدام الحجر المتنقل أو التوزيع العادل بالنسبة لحالة التعظيم أو التدنية، كما تستعمل في مسائل النقل بالاعتماد على نماذج البرمجة الخطية/ النقل أو حتى طريقة التوافيق المختلفة أو الطريقة الهنغارية، وحتى في المشاريع فالتقنيات الكمية تساعد المسير في تحديد شبكات الأعمال ومجال بداية ونهاية هذه المشاريع ومدة الانجاز بالاعتماد على طريقة بيرت والمسار الحرج.

وفي الاخير نتمنى أن تكون هذه المطبوعة سندا علميا نافعا لكل من يطلع عليه.

قائمة المراجع

قائمة المراجع:

✓ قائمة المراجع باللغة العربية:

-ابراهيم نائب، إنعام باقية، **نظرية القرارات: نماذج وأساليب كمية محوسبة**، الطبعة الثانية، دار وائل للنشر والتوزيع، الأردن، 2015.

-ابراهيم وصيف غدير ابراهيم، عبد الرزاق حواس، **محاضرات في رياضيات المؤسسة**، مطبوعة جامعية جامعة الوادي، 2021/2020.

-أبو القاسم مسعود الشيخ، **بحوث العمليات**، الطبعة الثانية، المجموعة العربية للتدريب والنشر، مصر 2009.

-أحمد حاتم عبد الله، **بحوث العمليات**، منشورات الجامعة الافتراضية السورية، سوريا، 2018.

-أصفاد مرتضي سعيد الحديثي، لؤي ناصر جبر الخفاجي، **المفاضلة بين قرارات الطاقة باستخدام شجرة القرارات**، مجلة التقي، المجلد السادس والعشرون، العدد السابع، العراق، 2013.

-جمال الدين لعويسات، **الإدارة و عملية اتخاذ القرار**، دار هومة، الطبعة الرابعة، الجزائر، 2009.

-زين العابدين مصطفى عالم، بحوث العمليات، الطبعة الثانية، الدار الجامعي، صنعاء، اليمن، 2012.

-سليم بطرس جلدة، **أساسيات اتخاذ القرارات الإدارية الفعالة**، دار الراية للنشر و التوزيع، الأردن، 2009.

- شدري معمر سعاد، محاضرات في مراقبة التسيير، مطبوعة جامعية، جامعة البويرة، 2019/2018.

-صاولي مراد، محاضرات في التقنيات الكمية، مطبوعة جامعية، جامعة قالمة.

-عبد المنعم فليح عبد الله وآخرون، **بحوث العمليات في المحاسبة**، الطبعة الثانية، جهاز الكتب، جامعة القاهرة، مصر، 2018.

-محمد راتول، **بحوث العمليات**، الطبعة الثانية، الدار الجامعية، الجزائر، 2006.

-محمد عبد العال النعيمي، مؤيد الفضل، **الإحصاء المتقدم في دعم القرار بالتركيز على منظمات الأعمال الإنتاجية**، مؤسسة الوراق للنشر و التوزيع الأردن، 2007.

-محمد عبد الفتاح ياغي، **اتخاذ القرارات التنظيمية**، دار وائل للنشر و التوزيع، الطبعة الثانية، الأردن، 2010.

-محمد عبد حسين الطائي، **نظم مساندة القرارات باعتماد البرمجة الجاهزة**، دار وائل للنشر و النشر، الأردن، 2009.

-محمود علي متولى عجوز، **بحوث العمليات والإحصاء**، دار الفكر الجامعي، مصر، 2007.

- مكيد علي، **بحوث العمليات وتطبيقاتها الاقتصادية: دروس وتمارين، الجزء الأول**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2015.

-مكيد علي، **بحوث العمليات وتطبيقاتها الاقتصادية، الجزء الثاني: نظرية الشبكات ومسائل النقل والتخصيص**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2016.

-منعم زمزير الموسوي، **اتخاذ القرارات الإدارية: مدخل كمي**، دار زهران للنشر و التوزيع، الأردن، 2013.

-مولاي بوعلام، **محاضرات وتطبيقات في بحوث العمليات**، مطبوعة جامعية، جامعة البويرة، 2017/2016.

-مؤيد الفضل، **الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة**، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، الأردن، 2008.

-نجم عبود نجم، **مدخل إلى الأساليب الكمية نماذج وتطبيقات**، مؤسسة الوراق للنشر و التوزيع، الأردن، 2004.

✓ **المراجع باللعات الأجنبية:**

-Auriacj. M, all BTS, **Economie de l'entreprise,** édition Tectiniplus, paris, 1995.

-Chardon J . L, Separi. S, **Organisation et Gestion de l'entreprise,** édition Dunod, paris, 1998.

-Christophe Brasseur, **Data Managent,** Lavoisier, paris, 2005.

-Gérald Baillargeon,"**Programmation linéaire appliquée** ", les édition SMG, Québec Canada,1996.

-HAMDY A TAHA, operation research ; an introduction, eighth edition, edition Pearson prentice, university of Arkansas, Fayetteville; 2007.

-MICHEL Simon nard, Programmation linéaire technique de calcul économique, édition dunod paris 2002.

-MICHEL Simonnard, Programmation linéaire technique de calcul économique ,dunod paris 2002.

-Romney et Steinhart, **Accounting information Systems,** GTH edition per entice Hall, London, 2003.

- ✓ **مواقع الانترنيت:**

-https://ar.wikipedia.org/wiki