استعمال البرمجة الخطية لتحديد التشكيلة المثلى للانتاج في ظل ندرة الموارد الاقتصادية المتاحة للوحدات الاقتصادية

Using linear programming to determine the optimal composition of production in light of scarcity of economic resources available to economic

معلومات البحث:
- تاريخ الاستلام: 15–01– 2023
- تاريخ ارسال : 07–02– 2023 التعديلات
- تاريخ قبول: 08–02–2023 النشر

سحر فتح الله محمد علي
قسم اقتصاديات ادارة المصارف، كلية اقتصاديات الاعمال، جامعة النهرين، بغداد، العراق
Sahar F. Muhammad Ali
Department of Banking Management Economics, College of Business Economics, Al-Nahrain University, Baghdad, Iraq
dr.sahar@nahrainuniv.edu.iq

المستخلص :
تعد الوحدة الاقتصادية مركز القوة لاقتصاد اي دولة بتلبية حاجات المجتمع من السلع والخدمات ،أنّ تحديد التشكيلة المثلى للانتاج في ظل قيدي الطاقة والطلب من أهم ركائزنجاح الوحدة الاقتصادية في السوق ، علما انه يعتمد على البحث عن الكميات المرغوبه من المنتجات بناءأ على محدودية وندرة الموارد والطاقات الانتاجية اللازمة للانتاج .
ويعدّ نموذج البرمجة الخطية من أهم الاساليب الكمية المستخدمة في بناء النموذج الرياضي التي تمكن صانعي القرار والقائمين على تنفيذها للوصول الى الغايات المطلوبة في ظل الامكانيات المتاحة ،حيث يتم استخدامه في تحديد التوزيع الامثل للموارد النادرة والتي عادة ما تشمل المواد الاولية الداخلة في العملية الانتاجية والالات والمعدات والوقت المخصص وراس المال ، ويتم تطبيقه على العديد من مشاكل العمل وفي مجالات مختلفة مثل التمويل والانتاج والتسويق والتوزيع ....الخ .

الكلمات الافتتاحية: البرمجة الخطية ، التشكيلة المثلى للانتاج ، نموذج رياضي

Abstract:

The establishment is considered the center of strength for the economy of any country by meeting the needs of the community in terms of goods and services. Determining the optimal combination of production in light of the constraints of energy and demand is one of the most important pillars of the success of the establishment or factory in the market, noting that it depends on searching for the desired quantities of products based on the limited and scarcity of resources and energies. productivity required for production.

The linear programming model is among the most important quantitative methods used in building the mathematical model that enables decision-makers and those in charge of implementing them to reach the required goals in light of the available capabilities, as it is used to determine the optimal distribution of scarce resources, which usually include raw materials involved in the production process and machinery. equipment, allotted time and capital, and it is applied to many work problems and in various fields such as finance, production, marketing, distribution, etc.

Keywords: Production, Linear programming

المقدمة :

يتمثل الانتاج بخلق القيمة او زيادتها ، اذ انه يتمثل بتلك العملية التي تحتوي على مجموعة من الانشطة التي بموجبها يتم تكييف الموارد الانتاجية الى سلع وخدمات نهائية لتلبية الحاجات الانسانية ، وذلك بتشغيل عناصر الانتاج الرئيسة المتمثلة بالارض , العمل ، راس المال ، التنظيم ، وتعمل الوحدات الاقتصادية في ظل ظروف مختلفة تتسم بندرة الموارد الاقتصادية المتاحة لها ، مما يتسبب بتعدد القيود التي تشكل ضعفأ على العملية الانتاجية مما يتطلب منها الاخذ بالاعتبار هذه القيود لغرض تحديد التشكيلة المثلى للانتاج .والتي تمثل المزيج من المواد المختلفة وعناصر الانتاج الاخرى الذي يحقق اعلى الارباح واقل التكاليف الممكنة في ضوء الموارد والطاقات المتاحة للوحدة الاقتصادية .
ويعدّ اسلوب البرمجة الخطية احد الاساليب العلمية الحديثة التي يمكن استعمالها في ايجاد الحلول للمشاكل المتعلقة بالاستعمال الامثل للموارد المتاحة وذلك من خلال مجموعة من الخطوات المتسلسلة والمتمثلة في تحديد دالة الهدف وتحديد القيود وصياغتها ومن ثم حل النموذج للوصول الى دالة الهدف .

عليه فأن **هدف البحث** هو استعمال البرمجة الخطية لتحديد التشكيلة المثلى للانتاج في ظل ندرة الموارد الاقتصادية المتاحة للوحدات الاقتصادية . وذلك من خلال المحاور الاتية :.

اولاً : منهجية البحث .
ثانياً : الخلفية النظرية للبحث .
ثالثاً : الجانب العملي .
رابعا الاستنتاجات والتوصيات .

اولاً : منهجية البحث .

1. **مشكلة البحث :** تتمثل مشكلة البحث في اغفال دور الاساليب الحديثة في تحديد التشكيلة المثلى للانتاج ، سيما وانها تعمل في ظل ظروف تتعدد فيها القيود التي تؤثر على الانتاج بسبب ندرة الموارد الاقتصادية المتاحة للوحدات الاقتصادية .

ويمكن تلخيص المشكلة بالتساؤل الاتي :-
هل ان استعمال البرمجة الخطية يمكن من تحديد التشكيلة المثلى للانتاج في ظل ندرة الموارد الاقتصادية المتاحة .

هدف البحث :- يهدف البحث الى استعمال اسلوب البرمجة الخطية لتحديد التشكيلة المثلى للانتاج في ظل ندرة الموارد الاقتصادية المتاحة ، وذلك بالتطبيق في احدى الشركات الصناعية التي تنتج اكثر من منتج واحد ولديها قيود تتعلق بالطاقة والطلب على منتجاتها .

فرضية البحث :- ان استعمال اسلوب البرمجة الخطية يمكن من تحديد التشكيلة المثلى للانتاج في ظل ندرة الموارد الاقتصادية المتاحة على المنتجات .

2. **اهمية البحث :** - تكمن اهمية البحث في انه يسعى الى استعمال اسلوب البرمجة الخطية لتحديد التشكيلة المثلى للانتاج لاحدى الشركات الصناعية ذات المنتجات المتعددة ولديها قيود على عملياتها الانتاجية .

ثانياً : الخلفية النظرية للبحث .

يمكن تعريف الانتاج على انه عملية المزج بين عوامل الانتاج المختلفة في مختلف القطاعات الاقتصادية من اجل تحقيق ثروة للمجتمع ، بواسطة المنتوجات لمادية والخدمات المختلفة (أبو الفتوح ،2002، 7) .
وكذلك يمكن تعريف الانتاج بأنه يُعبر عن الوسيلة التي يتم فيها تحويل المواد الخام الى سلع او منتجات تامة الصنع بعد مرورها بعملية التصنيع ، مما يساهم في اشباع حاجات الانسان . من هنا نجد ان الانتاج يشكل محور كل نشاط اقتصادي (صناعي ، زراعي , خدمي) سواءأ أكان انتاجاً مادياً ملموساً او فكرياً أو خدمياً ومن زوايا عدة (المستهلك ، المنتج ، المجتمع) وهذا ما يشكل دورة الانتاج التي تمر في اغلب الاحيان بثلاث مراحل : (المعموري ، 2018، 69)

1. مرحلة التداول : تتمثل بأنتقال الانتاج من يد الى يد اخرى وهدف هذا التداول زيادة قيمة المنتوج فلو لا التداول لفقدت الاشياء قيمتها وكسدت المنتجات وبالتالي انعدام الانتاج .
2. مرحلة التوزيع : تتمثل أهمية التوزيع في زيادة الانتاج نتيجة زيادة الطلب وبالتالي تحقيق الهدف من الانتاج .
3. مرحلة الاستهلاك : تتمثل بتحقيق الهدف الاسمى للانتاج وهو تلبية حاجات الانسان التي تؤدي الى استمرار الحياة وتقدمها .

اما عناصر الانتاج أو عوامل الانتاج (Factors of production) فيقصد بها ما يستخدمه الانسان للحصول على المنتج بعبارة اخرى انها المدخلات اللازمة للحصول على السلعة وتشمل كلا من (العمل ، الارض ، راس المال ، والمنظم) .

- **العمل :** تعدّ الايدي العامله العنصر الاساسي في العملية الانتاجية ، ويشمل كل جهد انساني مبذول بصورة مباشرة في عملية الانتاج مهما كانت درجة ونوعية ذلك الجهد ، ويحصل العامل على أجرمقابل عمله الذي يتحدد من خلال عدد ساعات العمل .
- **الارض :** هي المصدر الاساسي لمختلف الثروات الطبيعية فهي هبه الله للبشر فالموارد الطبيعية المتاحة في البيئة المحيطة ولم يتدخل الانسان في ايجادها اطلاقاً مثالها الغابات الطبيعية ، الانهار ، الجبال ، المعادن والنفط الخام ، وعائد الارض هو الريع
- **رأس المال :** تتمثل بالسلع الوسيطة المستخدمة لتسهيل العملية الانتاجية . ويقسم الى راس المال الثابت (المباني ، المعدات ، وسائط النقل وما شابه ذلك) وراس المال العامل (مستلزمات الانتاج اللازمة لتشغيل الوحدات الانتاجية) ، وعائد راس المال هو سعر الفائدة ويعبر عنه بنسبة مئوية .
- **المنظم :** ويعتبر الرأس المدبر واليد التي تتحكم في تنظيم عملية الانتاج وتتحمل مخاطرها ، فوجوده يلعب دوراً هاما في توظيف عناصر الانتاج السايقة كلا حسب دوره للحصول على المنتج النهائي من سلع وخدمات وعائد المنظم هو الربح .

- **االعوامل المؤثرة على الانتاج** : وهناك عدة عوامل مؤثرة على الانتاج ومنها :

1. الطلب : يشير مصطلح الطلب في علم الاقتصاد الى انه مجموع الكميات المراد استهلاكها من قبل المستهلك للسلع والخدمات خلال مدة زمنية معينة ..مع ثبات العوامل المؤثرة في الاستهلاك منها دخل الفرد ، ومدى توفر البدائل للبضاعة ومكملاتها ، وحجم السوق ، وهناك علاقة عكسية مابين الكمية والسعر (المرزوك ، 2015 ، ص8) .

2. السوق : يرتبط انتعاش السوق بالمستوى الاقتصادي لاي بلد ، وهذا يعتمد بطبيعة الحال على مستوى دخول الافراد ومن هنا يعدّ السوق هو التقاء وجهات النظر بين قرارات البائعين والمشترين لتبادل السلع والخدمات ، ونتيجة للتطور الكبير في وسائل الاتصالات والمواصلات اصبح التعامل بينهم ممكنا دون التقائهم في مكان واحد ، ويمكن تصنيف الاسواق وفقاً لعدة اسس منها المكان و الزمان ونوعيه المنتجات او الخدمات ، موضوع التبادل ، وهناك عدة انواع للاسواق منها سوق السلع والخدمات ، وسوق العمل ، وسوق المال (الاوراق المالية) ،
3. الطاقة الانتاجية ومحددات حجم الانتاج : يتمثل مصطلح الطاقة بأنه كمية الموارد الاقتصادية الخاصة بشركة معينة ، والتي تتمثل بالالات والمعدات الموجودات الاخرى ، فضلا عن عدد أفراد العاملين والتي تكون الادارة مسؤولة عنهم ، وتسخدم هذه الموارد جميعا في تحقيق اهداف المنشاة او المؤسسة من خلال تجميع الموارد (الطاقات النادرة وتفاعلها) والذي يعطي المنشاة قابلية انتاج السلع وبيعها ، فضلا عن استمرار عملها (الشيخ ،2008، ص22) ، ويمكن التميز بين عدة انواع من المفاهيم للطاقة ، وهي الطاقة النظرية capacity Theoretical والطاقة الفنية و المصممة ، والطاقة القصوى ، والطاقة الانتاجية المتاحة ، والطاقة المخططة ، والطاقة الممكنة ، والطاقة الفعلية المتوقعة، والطاقة الاقتصادية ، والطاقة الاستاتيكية ، والطاقة الفعالة ، حيث تم اعتماد الطاقة المتاحة في المنشأة كأساس لاحتساب الطاقة الانتاجية ويمكن تعريف الطاقة الانتاجية بأنها " القدرة الانتاجية المتوفرة في المنشأة ، والتي يمكن توليدهافي المشروع ، وضمن اسلوب انتاجي معين وخلال مدة زمنية معينة "(النجار ، 2006،ص389).
4. ندرة ومحدودية الموارد : ان وجود بعض القواعد والترتيبات الخاصة بالنظم الاقتصادية يرجع سببها الى محدودية الموارد الاقتصادية وندرتها ،وتعدّ محدودية المواد الاولية الداخلة في العملية الانتاجية مقابل رغبات لا تنتهي وعليه تجبر الافراد على الاختيار، ومن هنا تظهر الحاجة الى كيفية تخصيص او توزيع او اعادة توزيع الموارد الانتاجية المحدودة ، والتي لها عدة استعمالات في انتاج (سلع وخدمات) وكيفية توزيعه سواء الان او في المستقبل القريب او البعيد وذلك لتلبية رغبات لا حدود لها ، ومن هنا ظهرت فكرة الكفاءة efficiency والتي تعرف كيفية استخدام الموارد الاقتصادية التي لها عدة استعمالات منها وجود الاسعار والاسواق والتوزيع والاستعمالات والعقلانية في التصرفات المالية .(السريتي ،2004،ص30)

الكلفة الحدية والربح الحدي

ان الكلفة الحدية او التكلفة الهامشية (Marginal Cost) فهي تتمثل مجموع التكاليف المتغيرة التي تتحملها المنشاة في سبيل انتاج سلع وخدمات او التكلفة الاضافية التي يتحملها المشروع او المنشاة نتيجة أنتاج وحدة واحدة ، ويمكن التعبير عنها رياضيا على النحو الاتي :.

التكلفة الحدية = التغير في التكاليف الكلية / التغير في الكمية المنتجة

$$MC = TC / q$$

حيث ان (Marginal Cost) = MC الكلفة الحدية

TC = التكاليف الكلية (Total Cost)

Q = الكميات Quantity

ومن خلال الشكل (1) نلاحظ ان منحنى التكلفة الحدية (MC) ينحدر من أعلى الى الاسفل بأتجاه جهة اليمين ، ويصل الى ادنى حد ممكن ، ثم يتجة من اسفل الى الاعلى والى اليمين ، اي ان التكلفة الحدية تتناقص خلال الانتاج في المراحل الاولى ثم تصل الى ادنى حدّ ، ثم تبدأ بالزيادة تدريجيا بشكل كبير في المراحل اللاحقة للعملية الانتاجية .

أما الايراد الحدي Marginal Revenue فهو يمثل الزيادة في الايرادات الكلية عن بيع وحدة اضافية .

وقد عرفهُ ساملون بانه هو الايراد الاضافي التي قد تكتسبه المنشاه او المشروع اذا باعت وحدة اضافية واحدة من المخرجات

وعليه فأن الايراد الحدي يمثل بمعدل او مقدار التغيير في الايراد الكلي نتيجة التغير في الكمية المنتجة والمباعة بوحدة واحدة أي انه ايراد الوحدة الاضافية المنتجة و المباعة .

ويمكن التعبير عنها رياضيا على النحو الاتي :.

الايراد الحدي = التغير في الايراد الكلي / التغير في الكمية المنتجة والمباعة

$$MR = \Delta TR / \Delta Q$$

حيث ان MR = (Marginal Revenue) الايراد الحدي

(Total Revenue) = TR الايراد الكلي

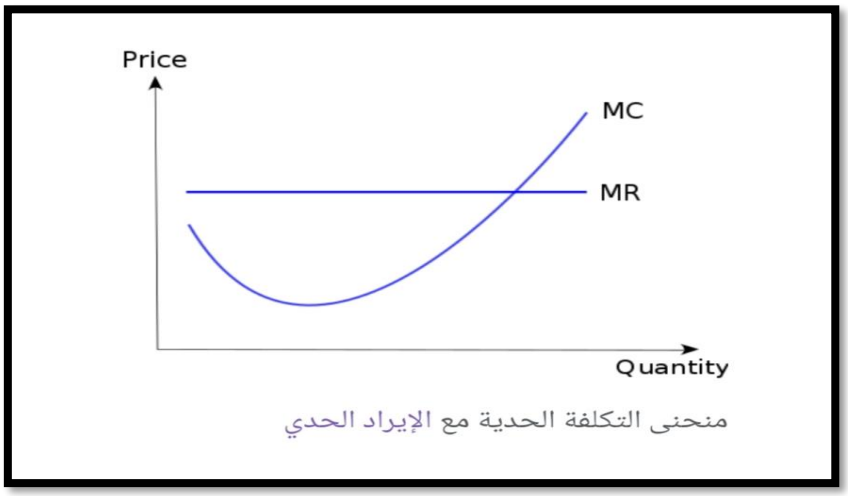
(Quantity) = Q الكميات

ومن الناحية العملية ان نعظيم الارباح يتطلب من صاحب المنشاة أو المشروع ان ينتج الى الحد الذي يتساوى فيها الايراد الحدي مع التكلفة الحدية (نقطة التوازن او ما تسمى نقطة تعظيم الارباح) .

وعليه تستطيع المنشاة او المشروع ان تقارن بين الايراد الحدي والتكلفة الحدية عند كل كمية تنتجها :

ففي الحالة الاولى : اذا كان الايراد الحدي (MR) اعلى من التكلفة الحدية (MC) عند ذلك يمكن للمنشاة ان تزيد من ارباحها عن طريق زيادة الكمية المنتجة حتى تتساوى MR=MC .

اما في الحالة الثانية اذا كان الايراد الحدي (MR) أقل من التكلفة الحدية (MC) عند ذلك تستطيع المنشاة ان تزيد من ارباحها عن طريق تخفيض انتاجها من الكميات المنتجة حتى تتساوى MR=MC



شكل (1) يوضح العلاقة بين منحنى التكلفة الحدية مع الايراد الحدي

التشكيلة المثلى للانتاج

تعدّ التشكيلة المثلى للانتاج احد القرارات الادارية المهمة التي تتخذها المنشأة بناءً على الموارد والامكانيات المتوفرة ليها في سبيل تحقيق المواءمة والتوازن بين الطلب على السلع والخدمات والاستخدام الامثل للموارد المتاحة للعملية الانتاجية .

ويمكن تعريف التشكيلة المثلى للانتاج : على انه المزيج من الموارد المختلفة لانتاج المنتج الذي يحقق أعلى الارباح وبأقل التكاليف الممكنة في ضوء الموارد والطاقات المتاحة والمتوفرة لدى الوحدة الاقتصادية كالمواد الاولية ، والايدي العاملة ، والالات والمعدات .. (Russell &Taylor,2011,646).

وعليه يمكن للباحث ان يعرفّ التشكيلة المثلى بأنه نموذج لقرارات ادارية مستندة على اسس علمية لتحديد التشكيلة الامثل للمنتجات التي يمكن ان تنتجها الوحدة الاقتصادية لتحقيق أعلى عائد وبأقل التكاليف وفي ضوء الطاقات الانتاجية المتوفرة .

البرمجة الخطية ، اهميتها والية تطبيقها

تعتمد عملية تحديد التشكيلة المثلى على تحديد التكاليف والايرادات الحدية المرتبطة بها والتي يمكن من خلالها الاعتماد على معلومات صحيحة تدعم توجهات ادارة الوحدة الاقتصادية بالاستغلال الامثل للموارد المتاحة لهذه الوحدة بالشكل الذي يحقق اعلى عائد مساهمة في ظل محدودية هذه الموارد لاسيما وان هذه الوحدات قد تعاني من وجود بعض القيود (Constraints) التي تؤثر على عمليتها الإنتاجية، ومن بين هذه القيود :-

1- ندرة المواد الاولية المستعملة في الانتاج
2- محدودية ساعات العمل المباشر
3- محدودية ساعات عمل الالات والمكائن في الاقسام الانتاجية
4- ندرة الايدي العاملة الماهرة
5- محدودية الطاقة الانتاجية

وعليه فان وجود قيد واحد او اكثر يستلزم استعمال النماذج الرياضية لغرض الوقوف على افضل تشكيلة من المنتجات تحقق اعلى عائد مساهمة في ظل وجود احد هذه القيود .

ومن بين هذه النماذج الرياضية إنموذج البرمجة الخطية الذي يوفر امكانية تحديد افضل تشكيلة للمنتجات عن طريق الاستعمال الامثل للموارد النادرة .

مفهوم البرمجة الخطية (Concept Of Linear Programming)

مع كبر حجم الوحدات الاقتصادية وتعدد اوجه نشاطها ظهرت الكثير من المتغيرات والمشاكل التي تؤثر بصورة او باخرى في امكانية اتخاذ القرار السليم الامر الذي يتطلب ضرورة البحث عن اساليب جديدة تساعد على اتخاذ عدد من القرارات الحرجة التي تواجه الادارة العليا لهذه الوحدات أذ تعد البرمجة الخطية احدى الاساليب العلمية الحديثة لبحوث العمليات التي ساعدت وتساعد على اتخاذ القرار المناسب حيث اسهم كل من الاقتصاديين والرياضيين في تطوير هذا الاسلوب الذي بدأ ظهوره في عام 1920 على يدي الاقتصادي الشهير (ليونتيف) في تطويره لتحليل المدخلات والمخرجات ثم تابع تطوره في عام 1947 على يدي الرياضي الانجليزي(دانتزك) (Dantizg) الذي اكتشف طريقة السمبلكس (Simplex) . (الشمرتي ، 2010 : 9) وقد تطرق العديد من الكتاب الى مفهوم البرمجة الخطية حيث ذهب (Hilton , 2005 : 611) الى انها اسلوب رياضي يعتمد عليه في ايجاد حلول للمشاكل المتعلقة بالاستعمال الامثل للموارد المتاحة ، في حين ذهب (كاريسون ونورين ، 2006 : 699) الى انها اداة رياضية تستعمل لمساعدة الادارة في حالات معينة تتوفر فيها عوامل محددة او حاكمة كان يكون هذا العامل ندرة المواد الاولية او عدم توفر طاقة انتاجية كافية لمقابلة احتياجات انتاج طلبيات الزبائن تسهم في تحديد المزيج الذي يعظم الاستفادة من العوامل المحددة وبالتالي يعظم الارباح ، في حين عرفها (الجواد و الفتال ، 2008 : 23) على انها اسلوب رياضي لتوزيع مجموعة من الموارد والامكانيات المحدودة على عدد من الحاجيات المتنافسة على هذه الموارد ضمن مجموعة من القيود بحيث يحقق هذا التوزيع افضل نتيجة ممكنة ، اما (

نجم ، 2008 : 130) فيرى انها طريقة لتحديد الحل الامثل أو المزيج الامثل للانشطة (متغيرات القرار ذات اعتماد متبادل من الموارد المتاحة النادرة خلال فترة معينة) ، ويرى (الموسوي ، 2009 :53) انها اسلوب رياضي يعتمد لمعالجة المشاكل الادارية ومن ثم اتخاذ القرارات بحيث يساعد على تحقيق اقصى مستوى من الارباح او الوصول بالتكاليف الى ادنى مستوى ممكن .

ويرى الباحث ان إنموذج البرمجة الخطية ماهو الا اسلوب رياضي يمكننا من تحديد افضل استعمال للموارد المتاحة لدى الوحدة الاقتصادية للوصول الى افضل تشكيلة للمنتجات تحقق اقصى عائد مساهمة من الممكن ان تحصل عليه الوحدة او الوصول الى ادنى تكلفة في ظل استعمال هذا النموذج.

أهمية أستعمال إنموذج البرمجة الخطية :-

يمكن بيان اهمية استعمال أنموذج البرمجة الخطية بالاتي :-

1. المساعدة في اتخاذ القرارات المتعلقة بالوظائف الرئيسة في الوحدة الاقتصادية .
2. تعتمد لتخطيط ورقابة الانتاج .
3. المساهمة في تحديد المزيج الانتاجي .
4. تحديد المفاضلة بين افضل طرق لتخصيص الموارد النادرة(العمل , رأس المال , الموارد)بحيث ينتج افضل تشكيلة وتقديم احسن منفعة للوحدة الاقتصادية .
5. المساهمة في تحديد افضل الطرق لتوزيع المنتجات .
6. المساعدة في احتساب ومن ثم السيطرة على طاقات المكائن للوصول الى اقل التكاليف .
7. التوفيق بين اهداف الانتاج من خلال زياة الارباح , تحقيق افضل استخدم للطاقة الانتاجية المتاحة, وتلبية احتياجات السوق والمجتمع ، (الحميد ، العزاوي، 2003 ، 4)
8. تحليل المشكلات الاقتصادية تحليلا رياضيا خاصة تلك التي لايمكن حلها بالاساليب التقليدية . (الحميد ، العزاوي، 2003 ، 4)

متطلبات تطبيق إنموذج البرمجة الخطية :

هناك عدة متطلبات او شروطا أساسية يجب توفرها عند استخدام او تطبيق نموذج البرمجة الخطية للمشكلة المراد حلها وتتضمن :-

1- تحديد دالة الهدف (Objective Function) :-

تحديد دالة هدف محدد ومعبر عنه في صورة دالة خطية , والحصول على قيمة رقمية له ، ومحاولة تقليل هذه القيمة وايجاد النهاية الصغرى لها اذا كان الهدف المنشود تخفيض التكاليف لاقل حد ممكن ,او تعظيم القيمة وايجاد النهاية العظمى لها اذا كان الهدف المنشود اقصى ارباح ممكنة, من خلال افضل تشكلية للمنتجات تحقق هذا الهدف (بخيت ، عبد الرحمن واخرون ، 2013، 17) .

2- تحديد القيود (Constraints) :-

محدودية الموارد فلو كانت الموارد متوفرة تماما لما كانت هناك مشكلة فهذه الندرة تمثل احد اهم القيود التي تخضع لها الادارة في سعيها لتحقيق الهدف وهي تشكل قيود تربط المتغيرات الداخلة في دالة الهدف ببعضها البعض وتكون على شكل معادلات وتسمى بالقيود الهيكلية ،وتتمثل هذه القيود بساعات التشغيل ، المواد الاولية ، الايدي العاملة ، كمية المبالغ المستثمرة . وتوفيرعدد من البدائل لتحقيق الهدف حيث يكون لكل بديل عائد متوقع فتصبح المهمة هو اختيار البديل الامثل في حدود القيود المفروضة. (جابر و حسن ، 1988 : 19)

3- شرط عدم السلبية (Non – Negativity Condition) :-

ويقضي هذا الشرط بان جميع قيم عوامل اومتغيرات القرار لايمكن ان تكون سالبة بل يجب ان تكون موجبة او حتى صفر او غير سالبة . (الحارس ، 2004 : 455)

ومما تجدر الاشارة اليه هو ان الغاية من تطبيق اسلوب البرمجة الخطية هي الوصول الى ايجاد الحل الامثل وعليه فان هذا الإنموذج يقدم لنا ثلاث انواع من الحلول وهي :- (الشمرتي ، 2010 : 10)

- ☒ الحل (Solution) :- وهو حل ممكن الوصول اليه في اية مجموعة من المعادلات
- ☒ الحل الممكن (Feasible Solution) :- وهو الحل الذي يمكن ايجاده بعد التوصل الى الحل في الحالة الاولى وهذا الحل يحقق القيود كافة بشكل عام
- ☒ الحل الامثل (Optimal Solution) :- وهو الحل الذي يمكن ايجاده بعد التوصل الى الحل الممكن وهذا الحل يحقق القيود كافة بوجود دالة الهدف ، والشكل (2) يوضح الحلول الثلاث

شكل رقم (2): حلول إنموذج البرمجة الخطية

(المصدر: الشمرتي ، 2010 : 10)

طرق حل إنموذج البرمجة الخطية :-

وهناك طريقتين تمكن حل إنموذج البرمجة الخطية هما :-

اولاً :- طريقة الرسم البياني (Graphical Method) :

تعدّ هذه الطريقة وسيلة اولية لحل مشاكل البرمجة الخطية أذ تستعمل في حالة وجود متغيرين فقط اذ يتعذر رسم الإنموذج في حالة احتواءه على اكثر من متغيرين وتقوم فكرتها على تمثيل القيود بمعادلة خط مستقيم ومن ثم تحديد منطقة الحلول الممكنة (الجواد و الفتال ، 2008 : 31).

ثانياً :- الطريقة المبسطة (السمبلكس) Simplex Method : وتعد هذه الطريقة من افضل الطرق الاساسية التي يتم استخدامها في حل نماذج البرمجة الخطية أذ تسعى طريق السمبلكس الى ايجاد الحل الامثل للمشكلة من خلال خطوات متتابعة يتم عن طريقها ايجاد حلول ممكنة للمشكلة اذ يستمر الحل من خطوة الى اخرى لحين الوصول الى الحل الامثل وتستخدم هذه الطريقة جبر المصفوفات (Matrix Algebra) في تحديد القيم المثلى لمجموعة المتغيرات التي تشكل نظام القيود الخطية (Linear Constraints) . (الحارس ، 2004 : 462) ، وان البيانات التي يعطيها حل إنموذج البرمجة الخطية وفق الطريقتين اعلاه لاتقتصر على مجرد الوصول الى اقصى ربح او اقل تكلفة ممكن تحقيقها بل يتضمن الحل مايسمى باسعار الظل (Shadow Prices).

ثالثا : الجانب العملي

تنتج احدى الشركات الصناعية ثلاثة منتجات وتبيعها باسعار مختلفة ونظر لما تعانيه منتجاتها من قيود على الانتاج تتمثل :

1. الطاقة و ساعات العمل
2. الطلب على المنتجات

كما انها تروم تحديد التشكيلة المثلى للانتاج ولهذا الفرض سيتم استخدام اسلوب البرمجة الخطية لتحديد هذه التشكيله وباتباع الخطوات الاتيه:

اولا: تحديد الهدف: يتمثل الهدف الذي تسعى الشركة الى تخفيضه هو الوصول الى المزيج الانتاجي الذي يحقق اعلى ربح حدي من خلال الانتاج لعام 2021 وكالاتي:

1- سيتم استعمال الرموز الاتيه لوضع برنامج لصياغة دالة الهدف .

دالة الهدف (اعلى ربح حدي ممكن)	X0
المنتج رقم 1	X1
المنتج رقم 2	X2
المنتج رقم 3	X3

2- تحديد الربح الحدي لكل من المنتجات الثلاثة

جدول(1): الربح الحدي للوحدة الواحدة

التفاصيل	المنتج رقم 1	المنتج رقم 2	المنتج رقم 3
سعر بيع الوحدة الواحدة	57500	44000	49500
التكلفة الحدية	(51884)	(40024)	(41790)
الربح الحدي	5616	3976	7710

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الشركة

3- صياغة دالة الهدف

MAXo=8424 X1 + 9542X2 + 20046 X3

ثانيا: صياغة القيود

1- قيد الطاقة وساعات العمل : ويمثل هذا القيد حجم الانتاج للمعمل بحيث لا يتجاوز الطاقة الكلية للمعمل والبالغة (5760) ساعة عمل وبكمية انتاج (12480)

X1+X2+X3=12480

اذ أن

X1=(1920x1.5) =2880
X2=(1920x2.4)= 4608
X3=(1920x 206)=4992

اما بالنسبة لساعات العمل :مايؤشر على الشركة في هذا القيد انه لايوجد تحديد ساعات لكل منتج على حدى عند القيام بعملية الانتاج للمنتجات الثلاثة

وعليه فأن الصيغة الرياضية للقيود ستكون بالشكل الاتي :

X1<=1920
X2<=1920
X3<=1920

اذن الربح الحدي

5616x1.5=8424	X1
3976x2.4=9542	X2
7710x2.6=20046	X3

2- قيد الطلب : ويمثل هذا القيد حجم الطلب على منتجات الشركه الثلاث,اذا ان حجم الطلب لكل منتج يبلغ :

X1<=4000
X2<=10400
X3<=10000

حيث ان حجم الطلب هو:

1.5 /400=2667	X1
2.4/10400=4333	X2
2.6/10000=3846	X3

ثالثا:حل النموذج

تعتبرالبرمجة الخطية أداة رياضية تساهم في مساعدة المديرين على اتخاذ قرارات إدارية تتعلق باستخدام الموارد المتاحة بهدف تحقيق أقصى عائد ممكن أو أقل تكلفة ممكنة. تعتبر الطريقة المبسطة (simplex method) طريقة رياضية ذات كفاءة عالية في أيجاد الحلول لمسائل البرمجة الخطية, حيث تعالج هذه الطريقة المشاكل التي تحتوي على عدد كبير من المتغيرات.

طوّرت هذه الطريقة من قبل العالم (Dantzig) في عام (1947) وتستنبط هذه الطريقة في مبدأها على الأبتداء بحل معين, يعرف بالحل المقبول ثم نستمر بأسلوب تكراري دوري في تطوير هذا الحل إلى أن نحصل بعد عدد محدد من الخطوات على الحل الأمثل.

$$Max\ X_0 = 8424\,X_1 + 9542\,X_2 + 20046\,X_3$$

Subject to:

$$2880\,X_1 + 4608\,X_2 + 4992\,X_3 \le 5760$$
$$2667\,X_1 + 4333\,X_2 + 3846\,X_3 \le 24400$$
$$X_1, X_2, X_3 \ge 0$$

لحل النموذج اعلاه بطريقة (Simplex), نستخدم برنامج (WinQSB), وكما يأتي:

جدول(2): جدول الحل الأساسي الممكن

Variable -->	X1	X2	X3	Direction	R. H. S.
Maximize	8424	9542	20046		
C1	2880	4608	4992	<=	5760
C2	2667	4333	3846	<=	24400
LowerBound	0	0	0		
UpperBound	M	M	M		
VariableType	Continuous	Continuous	Continuous		

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الشركة

جدول(3) جدول الحل الثاني

		X1	X2	X3	Slack_C1	Slack_C2		
Basis	C(j)	8,424.0000	9,542.0000	20,046.0000	0	0	R. H. S.	Ratio
Slack_C1	0	2,880.0000	4,608.0000	4,992.0000	1.0000	0	5,760.0000	1.1538
Slack_C2	0	2,667.0000	4,333.0000	3,846.0000	0	1.0000	24,400.0000	6.3443
	C(j)-Z(j)	8,424.0000	9,542.0000	20,046.0000	0	0	0	

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الشركة

جدول(4): جدول الحل الثالث

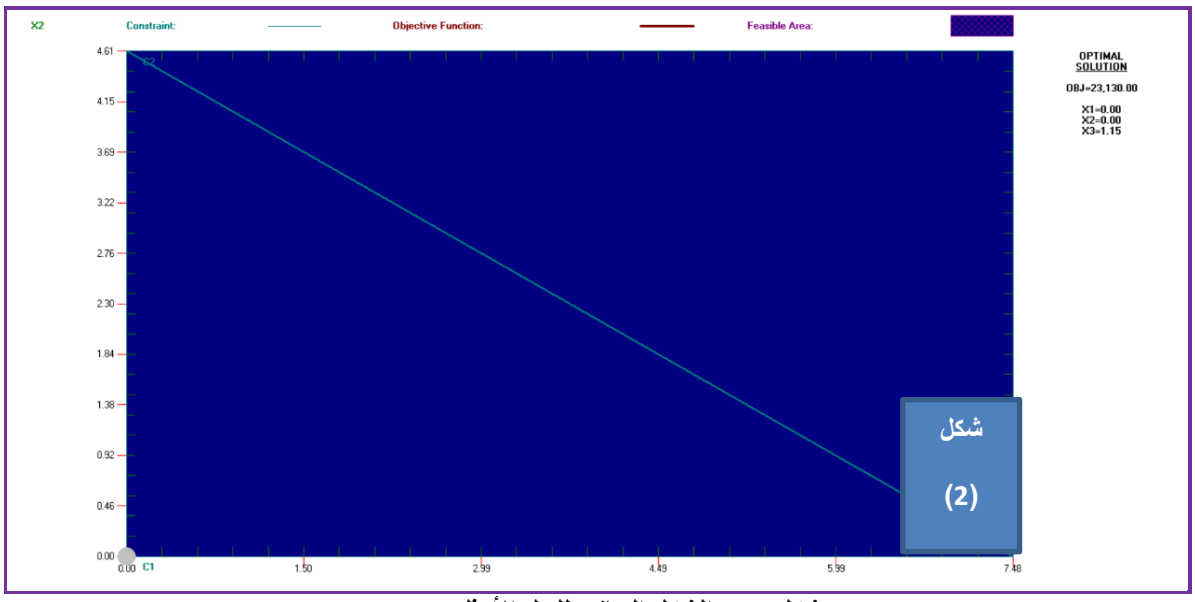
		X1	X2	X3	Slack_C1	Slack_C2		
Basis	C(j)	8,424.0000	9,542.0000	20,046.0000	0	0	R. H. S.	Ratio
X3	20,046.0000	0.5769	0.9231	1.0000	0.0002	0	1.1538	
Slack_C2	0	448.1538	782.8462	0	-0.7704	1.0000	19,962.3100	
	C(j)-Z(j)	-3,141.0000	-8,962.0000	0	-4.0156	0	23,130.0000	

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات الشركة

جدول(6): جدول الحل النهائي (الأمثل)

	09:41:39		Tuesday	February	14	2023		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c[j]	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c[j]	Allowable Max. c[j]
1	X1	0	8,424.0000	0	-3,141.0000	at bound	-M	11,565.0000
2	X2	0	9,542.0000	0	-8,962.0000	at bound	-M	18,504.0000
3	X3	1.1538	20,046.0000	23,130.0000	0	basic	14,601.6000	M
	Objective	Function	(Max.) =	23,130.0000				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	5,760.0000	<=	5,760.0000	0	4.0156	0	31,670.5200
2	C2	4,437.6920	<=	24,400.0000	19,962.3100	0	4,437.6910	M

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على الجداول السابقة



شكل (2): الشكل البياني للحل الأمثل

المصدر: اعداد الباحثة بالاعتماد على نتائج جدول (5)

النتائج اعلاه توضح ان خطة الأنتاج المثالية تنتج (0) وحدات من المنتج الأول و (0) وحدات من المنتج الثاني و (1.1538) من المنتج الثالث بحيث تحقق اجمالي ربح مقداره (23130) وحدة نقدية.

عليه يكون الحل الأمثل لنموذج البرمجة الخطية كما في الشكل المضلل وعلى النحو التالي:

$$X_1 = 0,\ X_2 = 0,\ X_3 = 1.1538,\ X_0 = 23130$$

الاستنتاجات والتوصيات

في ضوء الدراسة النظرية والعملية التي تمت في هذا البحث فقد تم التوصل الى مجموعة من الاستنتاجات وهي كالاتي :

1. يتمثل الانتاج في خلق القيمة او زيادتها من خلال المزج بين عوامل الانتاج الرئيسة والذي يمر في اغلب الاحيان في ثلاث مراحل هي : -
   أ. مرحلة التداول والذي يهدف الى زيادة قيمة المنتوج من خلال انتقال الانتاج من يد الى اخرى.
   ب. مرحلة التوزيع : وهي المرحلة التي يتم من خلالها تحقيق الهدف من الانتاج من خلال زيادة الانتاج نتيجة لزيادة الطلب .
   ت. مرحلة الاستهلاك : والتي تتمثل بتحقيق الهدف النهائي للانتاج وهو تلبية الحاجات الانسانية التي تؤدي الى استمرار الحياة وتقدمها .
2. تمثل الكلفة الحدية مجموع التكاليف المتغيرة الذي تتحملها الوحدة الاقتصادية في سبيل انتاج السلع والخدمات ، اما الايراد الحدي فيتمثل بزيادة في الايرادات الكلية عن بيع وحدة اضافية
3. تعدّ تحديد التشكيلة المثلى من اهم القرارات التي تتخذها الوحدة الاقتصادية بناءاً على الموارد والامكانيات المتاحة لها في سبيل تحقيق المواءمة والتوازن بين الطلب على السلع والخدمات والاستخدام الامثل للموارد الاقتصادية المتاحة للوحدات الاقتصادية .
4. ان تبني الاساليب العلمية في اعداد الخطط بصورة عامة وخطة الانتاج بصورة خاصة في الوحدة الاقتصادية من خلال استخدام البرمجة الخطية تعد ادارة تخطيطية تهدف الى الاستخدام الامثل للموارد الاقتصادية المتاحة ، اذ انها تمثل اداة رياضية تستعمل لمساعدة الادارة في حالات معينة تتوفر فيها عوامل محددة او حاكمة كأن يكون هذا العامل ندرة المواد الاولية او عدم توفر الطاقة الكافية بمقابلة احتياجات المستهلكين .
5. ان استعمال انموذج البرمجة الخطية يتطلب توافر عدة متطلبات تمثل شروط اساسية للتطبيق والذي تتضمن :
   أ. تحديد دالة الهدف والذي يجب ان يكون واضح ومعبر عنه في صورة دالة خطية .
   ب. تحديد القيود الذي ترتبط بالمتغيرات الداخلة في دالة الهدف .
   ت. شرط عدم السلبية والذي يعني بأن جميع قيم عوامل او متغيرات القرار لايمكن ان تكون سالبة .
6. تتعدد طرق حل أنموذج البرمجة الخطية مثل طريقة الرسم البياني والتي تعد وسيلة اولية لحل مشاكل البرمجة الخطية أو الطريقة البسيطة (السمبلكس) والتي تعد من افضل الطرق الاساسية أذ يمكن استعمالها بحل المشكلة من خلال خطوات متتابعة ، اذ يستمر الحل من خطوة الى اخرى لحين الوصول الى الحل الامثل .

التوصيات

في ضوء الاستنتاجات المذكورة اعلاه يمكن التوصية بما يلي :

1. ضرورة الاخذ بالاعتبار اثر العوامل المؤثرة على الانتاج والمتمثلة بما يلي :-

أ. الطلب :والذي يتمثل بمجموع الكميات المراد استهلاكها من قبل المستهلك من السلع والخدمات خلال مدة زمنية معينة .
ب. السوق : والذي يرتبط انتعاشه بالمستوى الاقتصادي لأي بلد ، حيث انه من الضروري تحديد السوق المستهدف الذي يتم الانتاج له وتسويقه فيه .
ج. الطاقة الانتاجية ومحددات الانتاج : الذي يتمثل بكمية الموارد الاقتصادية المتاحة للوحدة الاقتصادية اخذين بنظر الاعتبار القيود المفروضة عليها .

2. ضرورة الاخذ بالاعتبار ان تعظيم الارباح يتطلب من الوحدة الاقتصادية الانتاج الذي يتساوى فيه الايراد الحدي مع التكلفة الحدية للوصول الى نقطة التوازن او نقطة تعظيم الارباح .
3. ضرورة الاعتماد عند تحديد التشكيلة المثلى للانتاج على التحليل للتكاليف والايرادات الحدية المرتبطة لهذه التشكيلة من خلال الاعتماد على معلومات صحيحة تدعم توجهات الادارة بالاستغلال الامثل للموارد المتاحة بالشكل الذي يحقق اعلى عائد مساهمة في ظل محدودية هذه الموارد .
4. ضرورة تبني استعمال انموذج البرمجة الخطية وذلك لما يحققه من فوائد تتمثل بالمساعدة بأتخاذ القرارات وكذلك في التخطيط ورقابة الانتاج وتحديد المزيج الانتاج الافضل وكذلك المفاضلة بين افضل طرق لتخصيص الموارد النادرة .
5. من الضرورة مراعاة ان الغاية من تطبيق اسلوب البرمجة الخطة هو الوصول الى حل الانموذج والذي عن طريقه يمكن ايجاد الحل الامثل والذي يتمثل بالحل الذي يمكن الوصول اليه والذي من خلاله يمكن التوصل الى تحقيق الهدف المطلوب .
6. ضرورة قيام الشركة عينة البحث بأعتماد اسلوب البرمجة الخطية لتحديد التشكيلة المثلى للانتاج حيث انه تتسم هذه الوحدة بتعدد منتجاتها ووجود قيود على عملياتها الانتاجية .

المصادر

اولا: المصادر العربية

1. المعموري، محسن حسن ، مبادىء علم الاقتصاد ، دار اليازوري ، السعوية ، 2018 .
2. بخيت، عبد الجبار خضير, د.سعد احمد عبد الرحمن ,عباس حسين بطيخ ,مقدمة في نماذج البرمجة الخطية بين النظرية والتطبيق , مطبعة أساور ,بغداد2013,ص17.
3. الموسوي، عبد الرسول عبد,المدخل لبحوث العمليات , دار وائل للنشر, الاردن,2001.
4. الحميد، محمد دباس,محمد العزاوي ,2003، الاساليب الكمية في العلوم الادارية , دار البازوري ,الاردن 2003.
5. ابو الفتوح، جمال طاهر ، 2002 ، ادارة الانتاج والعمليات : مدخل ادارة الجودة الشاملة ، الطبعة الاولى ، مكتب القاهرة للطباعة والتصوير ، القاهرة .
6. المرزوك، خالد حسين علي ، 2015 ، مبادىء الاقتصاد الجزئي ، ط2 ، السعودية ، الرياض .
7. النجار ، يحيى غني ، تقييم المشروعات ، تحليل دراسة الجدزى وتقييم كفتءة الاداء ، المستقبل للطباعة والتصميم ، بغداد ، 2006.
8. الشمرتي ، حامد سعد " بحوث العمليات – مفهوما وتطبيقا " مكتبة الذاكرة للنشر والتوزيع ، الطبعة الاولى ، العراق – بغداد ، 2010
9. الموسوي ، منعم زمزير " بحوث العمليات – مدخل علمي لاتخاذ القرارات " الطبعة الاولى ، دار وائل للنشر والتوزيع ، الاردن – عمان ، 2009
10. نجم ، عبود نجم " مدخل الى الاساليب الكمية مع التطبيق باستخدام – Microsoft Excel " الوراق للنشر والتوزيع ، الطبعة الثانية ، الاردن-عمان ، 2008
11. الجواد ، دلال صادق والفتال ، حميد ناصر " بحوث العمليات " الطبعة العربية ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ، الاردن – عمان ، 2008
12. كاريسون ، ري اتش ونورين ، اريك " المحاسبة الادارية " ترجمة زايد ، محمد عصام الدين ، عن الطبعة الانكليزية ، دار المريخ للنشر ، السعودية- الرياض ، 2006
13. الحارس ، اسامة " المحاسبة الادارية " دار الحامد للنشر والتوزيع ، الطبعة الاولى ، الاردن – عمان ، 2004 .
14. جابر ، عدنان شمخي وحسن ، ضوية سلمان " مقدمة في بحوث العمليات " الطبعة الاولى ، مطبعة جامعة بغداد ، العراق – بغداد ، 1988.
15. السريتي ، السيد محمد ، مبادىء علم الاقتصاد ، الدار الجامعية الاسكندرية ،2004.
16. الشيخ، عماد،" محاسبة التكاليف، مطبة اثراء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، الأردن، عمان، 2008.

المصادر الاجنبية

1. Bernard W.Taylor and Roberta S. Russell , Operations Management Creating Value Along the Supply Chain John Wiley and Sons, INC, America, 2011

2- Hilton, Ronald W., "Managerial Accounting", 6th , Ed., Mc Graw - Hill Co, Inc.,2005 .