

استخدام نموذج البرمجة الخطية في تحديد المزيج الإنتاجي الأمثل الذي يعظم الأرباح
في ظل تطبيق نظرية القيود

علي حازم اليامور

جامعة الموصل /كلية الإدارة والاقتصاد /قسم المحاسبة

a.alihazim@yahoo.com

الملخص

في حالة قيام الشركة بإنتاج مجموعة من المنتجات فان عدد القيود والاختناقات يمكن أن تتعدد كذلك مما يتطلب الأمر العمل على إدارة هذه القيود بكفاءة وفاعلية وتوجيه موارد الشركة نحو إنتاج مزيج المنتجات الذي يعظم الأرباح ويعتبر نموذج البرمجة الخطية من النماذج الرئيسية المستخدمة في تحقيق المزيج الإنتاجي الأمثل الذي يعظم الأرباح وبالتالي فهي تعتبر احد أدوات نظرية القيود .

The use of linear programming model to determine the optimal production mix, which maximize profits in the application of the theory of constraints

Ali Hazim Al-Yamoor

**Mosul University/Economic & Administrative college/
Accountancy - DEP**

Abstract

In the event that the firm produces many products, the number of constraints and bottlenecks multiple to require the work to manage these constraints effectively and efficiently and directing the firm resources towards the production mix of the products which maximize profit, a model of linear programming models is used to achieve optimum production mix which maximize profits therefore can is consider one of the tools of the theory of constraints.

المقدمة

يهدف البحث إلى توضيح تأثير استخدام نموذج البرمجة الخطية في كيفية توزيع الموارد المقيدة بين عدد من المنتجات وتحديد مزيج المنتجات الأمثل في ظل وجود مجموعة من القيود والاختناقات المحددة من خلال استخدام نظرية القيود لغرض تعظيم الأرباح .

أولاً- الإطار العام لنظرية القيود

- مفهوم نظرية القيود Toc والافتراضات التي تقوم عليها

طورت نظرية القيود لمساعدة الإدارة في تحسين سرعة العمليات التصنيعية وتخفيض دورة الوقت وكلف التشغيل فالإدارة كانت تخصص أوقات كثيرة من جهودها لتحسين الكفاءة والسرعة من خلال العملية التصنيعية ككل بدلاً من تركيز انتباهها على مجرد الأنشطة التي تعتبر قيود أو مناطق اختناق في العملية فالتركيز على كفاءة الأنشطة التي لا تعتبر قيود يمكن أن تؤدي إلى تعطيل أو تأخير في العملية الإنتاجية بسبب تراكم مخزون الإنتاج تحت التشغيل في الأنشطة التي تشكل قيوداً وبذلك فإنه يمكن تعريف نظرية القيود الـ Toc بأنها أداة إستراتيجية تساعد الشركات بفعالية على تحسين عامل مهم للنجاح ألا وهي دورة الوقت والتي تتحول فيها المواد الخام إلى منتجات نهائية من خلال تحديد وحذف أماكن الاختناقات التي تتجمع فيها المنتجات نصف المصنعة بينما تنتظر دورها للإتمام في العملية الإنتاجية¹

وهناك مجموعة من الافتراضات التي تقوم عليها نظرية القيود ،ومن هذه الافتراضات تعظيم أرباح المنشأة ، ووجود قيد أو أكثر يعوق من قدرة المنشأة على تحقيق مستوى الأداء المطلوب مما قد يؤدي إلى تخفيض قيمة الانجاز الكلي للمنشأة ويتمثل الافتراض الثالث في استخدام هامش الانجاز كطريقة لقياس الأموال والذي يقاس بالفرق بين إيراد المبيعات وتكلفة المواد المباشرة كما تركز نظرية القيود على تحقيق التدفق المتوازن للإنتاج خلال النظام لزيادة هامش الانجاز عن طريق التقليل من نقاط الاختناق كما يتطلب تقسيم الموارد من حيث مستوى الاختناقات²

- خطوات تطبيق نظرية القيود

إن استخدام نظرية القيود في تحديد وإدارة القيود والاختناقات التي ممكن أن تحدث في العملية الإنتاجية بهدف الإسراع في تدفق المنتجات وتحسين العمليات الإنتاجية يتطلب مجموعة من الخطوات يمكن تحديدها بالاتي :

¹ - Edward blocher, Kungh chen, Gar cokins. Thomas lin, 2005, cost management strategic Emphasis, 3Ed, McGraw-Hill Company, Newyork, YSA, P385.

² - هبة محمود مؤمنة، 2004، مدى فاعلية المحاسبة عن الانجاز في ضوء مستجدات بيئة التصنيع الحديثة دراسة ميدانية في الشركات الصناعية لمدينة جدة ،رسالة ماجستير ، غير منشورة ،كلية الاقتصاد و الإدارة ،جامعة الملك عبد العزيز،السعودية ص 59 .

- 1- تحديد القيود والاختناقات في النظام: يعرف القيد على انه أي شيء يحد من قدرة الشركة على توليد المزيد من المخرجات وعملية تحديد القيود تتطلب القيام ببعض المهام كوضع مخطط لتدفق الإنتاج يوضح تعاقب العمليات ومقدار الوقت المطلوب لكل العملية وتحديد عدد مرات تهيئة المكائن التي يمكن أن تنجز في اليوم ويلاحظ وجود أكثر من حلقة أو عملية ضعيفة تمثل قيوداً على العملية الإنتاجية من خلال تحديد الأهمية النسبية للقيود ومدى تأثيرها في تحقيق المخرجات يظهر هناك قيد واحد هو الأكثر تأثيراً من بين القيود الأخرى والذي يمكن تركيز الاهتمام عليه في عملية التحسين³.
- 2- تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية في ضوء القيود المحددة: في هذه الخطوة يتم تحديد متطلبات العملية والحلول التي تعالج القيود التي تم تحديدها مسبقاً لاستغلال الماكينة وتحديد المزيج الأمثل للمنتجات المطلوب تجهيزها لغرض زيادة ربحية الشركة ، فالمزيج الإنتاجي الأكثر ربحية هو عبارة عن دمج المنتجات التي تعظم الربحية الكلية للشركة ويتم تحديده وذلك اعتماداً على ربحية كل منتج والوقت المطلوب لكل منتج على القيد أما في حالة المنتج الواحد فيتم البحث عن الطريقة التي تعظم الإنتاج عبر القيد⁴ وفي هذه المرحلة يتم إدارة القيد بشكل مناسب لاستخدامه في إنتاج وبيع فقط المنتجات المربحة أو الأكبر قيمة والتي في ظل وجود قيد واحد تتولد عن طريق إنتاج منتج يخلق أعلى قيمة أو انجاز لكل وحدة من طاقة القيد أما في ظل تعدد القيود والاختناقات فإن الأمر يتطلب استخدام الأساليب الكمية مثل البرمجة الخطية⁵
- 3- تعظيم تدفق الإنتاج عبر القيد في هذه الخطوة تبحث المنشأة عن طريقة لتعجيل التدفق عبر القيد عن طريق تبسيط العمليات، تحسين تصميم المنتج، تخفيض زمن الإعداد، تخفيض الأنشطة غير المضيفة للقيمة مثل الفحص وهناك أداة مهمة لإدارة تدفق المنتج وهي drum-buffer-rope System (DBR) وهو نظام لموازنة تدفق الإنتاج عبر القيد⁶ وبالصورة التي تمنع من تراكم المواد أو الإنتاج تحت التشغيل في المراحل المختلفة وتمثل Drum السرعة التي يعمل بها المورد المقيد أما Buffer فيمثل المخزون المحدد إستراتيجياً لحماية المخرجات من الانحرافات والتي قد

³- نشوان طلال سعد الله الطرية، 2006، الدور المحاسبي في بيان تأثير القيود ودراسة إمكانية تطبيق نظرية القيود في معمل الغزل والنسيج الموصل، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل، العراق، ص18
⁴ رباب عدنان شهاب احمد، 2008، مدخل هندسة القيمة واستخداماته المحاسبية دراسة تحليلية لأحد منتجات معمل الألبسة الولادية في الموصل، أطروحة دكتوراه، غير منشورة، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل، العراق، ص90.

⁵- Ronald Hilton, Michael Mher, Frank Selto, 2006, Cost Management Strategies For Business Decisions, McGraw-Hill Inc, Company, New York, Usa, p482

⁶- Blocher, etal, Op. Cit, p390

تحدث في النظام في حين يمثل ROpe التوازن الزمني بين سرعة المورد المقيد والمخزون والتي تتحقق من خلاله مراقبة النقاط الحرجة⁷

4- إضافة طاقة إلى القيد يجب أن تعمل الإدارة وكوسيلة للتخفيف من القيود وتحسين دورة الوقت في الأجل الطويل إلى إضافة طاقة إلى القيد عن طريق إضافة ماكينة جديدة أو تحسين الماكينة القديمة أو إضافة عاملين جدد⁸.

5- معالجة وتحسين نشاط القيد من الخطوة الأولى: وفقا لمفهوم عملية التحسين المستمر ضمن مفهوم نظرية القيود عند التغلب على القيد أو إزالة تأثيره عن النظام سيظهر لدينا قيد آخر لكنه لا يؤثر بنفس قوة القيد السابق وهنا يجب الرجوع إلى الخطوة 1 للبحث عن المسببات الأساسية لهذا القيد ومعالجتها بما يحسن من النظام وينبغي الإشارة إلى أن السياسة التي تتبناها الشركة للتخفيف من قيد معين قد لا تصلح لقيد آخر بمعنى انه لا توجد سياسة تصلح لكل الأوقات⁹

ثانيا - تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية في ضوء القيود المحددة باستخدام البرمجة الخطية

-تحديد مزيج المنتجات في ضوء نظرية القيود

إن المزيج الإنتاجي الأكثر ربحية وفق المدخل التقليدي يتم بالاعتماد على أعلى مساهمة منتج متحققة من بين المنتجات أي مدى مساهمة كل منتج في تغطية التكاليف الثابتة دون مراعاة لمحدودية الموارد أما في ظل نظرية القيود فإنه يتم تحديد المزيج الإنتاجي الأكثر ربحية في ضوء مدى مساهمة الساعة الواحدة لنشاط القيد في تحقيق مساهمة المخرجات لكل منتج أي مدى مساهمة كل منتج لساعة نشاط القيد في تغطية التكاليف الثابتة فوجود القيد ضمن موارد العمليات الإنتاجية في الشركة يحتم على إدارتها تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية الذي يحقق الاستغلال الأمثل للموارد¹⁰ وفي حالة تعدد القيود والاختناقات في العملية فإن الأمر يصبح أكثر تعقيدا عندما تواجه الشركة قرار تحديد المزيج الإنتاجي الأمثل مما يتطلب استخدام البرمجة الخطية والتي تعتبر الأسلوب الكمي الذي يصمم للمساعدة في إيجاد مزيج المنتجات الذي يعظم الأرباح عندما يوجد عدد من القيود¹¹

7 - علاء الدين عبد الوهاب، 2004، المزيج الإنتاجي الأمثل ما بين العائد الحدي ونظرية القيود، مجلة الإداري، العدد 26، عمان، مسقط.

8- Blocher,etal,Op.Cit,p391

9- نشوان طلال سعد الله الطرية، مصدر سابق، ص23

10 - نفس المصدر ، ص61

11- Hilton,etal, Op.Cit,485.

- مفهوم البرمجة الخطية

عرفت المنظمة العربية للعلوم الإدارية البرمجة الخطية بأنها طريقة رياضية لتخصيص الموارد النادرة أو المحدودة من أجل تحقيق هدف معين حين يكون من المستطاع التعبير عنه وعن القيود التي تحد من القدرة على تحقيقه في صورة معادلات أو متباينات خطية وبالتالي فإن البرمجة الخطية يمكن استخدامها في الحالات الآتية:¹²

- 1- معالجة المواقف التي تنطوي على تخصيص موارد محدودة بين استخدامات متنافسة عديدة.
 - 2- الحالات التي يمكن فيها تمثيل العلاقات المختلفة بين العوامل المتعلقة بالظواهر موضع البحث بالخطوط المستقيمة، أو بعبارة أخرى تكون فيها العلاقات خطية.
 - 3- تحقيق الهدف الذي تسعى إليه الشركة من وراء حل المشكلة كان يكون تعظيم الأرباح إلى الحد الأقصى أو تخفيض الكلف إلى الحد الأدنى
- مواصفات مشكلة البرمجة الخطية** يتطلب إعداد نموذج البرمجة ضرورة توافر مواصفات معينة في المشكلة المراد حلها وتتمثل هذه المواصفات في الآتي:¹³
- 1- ضرورة وجود هدف واحد يراد تحقيقه وقد يكون هذا الهدف هو تحقيق أقصى ربح ممكن أو أقصى قيمة ممكنة ويجب أن يكون هذا الهدف واضحا ودقيقا.
 - 2- أن تتضمن المشكلة عدد من متغيرات القرار والتي يؤدي اختيار القيمة المثلى لكل منها إلى تحقيق الهدف المراد تحقيقه وقد تكون هذه المتغيرات وحدات منتجات أو مناطق توزيع أو أنشطة مختلفة تقوم بها الشركة.
 - 3- أن تكون هناك قيود تحد من قدرة الشركة على تحقيق الهدف المرغوب وقد تكون هذه القيود معبرة عن الموارد المحدودة المتاحة للشركة، كما قد تكون قيودا تتعلق بطبيعة النشاط والبيئة المحيطة به أي أن متخذ القرار ليس مطلق اليدين في اختياره لقيم متغيرات القرار التي تحقق الهدف المرغوب.
 - 4- ضرورة أن تكون جميع متغيرات القرار مستمرة أي انه يمكن لمتغيرات القرار اتخاذ أي قيم كسرية وليست بالضرورة قيم صحيحة.
 - 5- ضرورة وجود علاقة خطية بين المتغيرات التي تتضمنها المشكلة.
 - 6- ضرورة توافر البيانات اللازمة لإعداد النموذج وان تكون هذه البيانات معلومة بصفة مؤكدة.

¹² - صدام محمد محمود الحياي، 2004، التحليل التفاضلي للتكاليف باستخدام أسلوب البرمجة الرياضية لتخصيص الموارد النادرة دراسة تطبيقية في الشركة العامة لصناعة السكر / معامل السكر والخميرة في الموصل، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الإدارة والاقتصاد، جامعة الموصل، العراق، ص59

¹³ - كمال خليفة أبو زيد، زينبات محمد محرم، 2006، دراسات في استخدام بحوث العمليات في المحاسبة، المكتب الجامعي الحديث، مصر، الإسكندرية، ص32

- الافتراضات التي تقوم عليها البرمجة الخطية

ترجع ضرورة توافر المواصفات أعلاه إلى طبيعة نموذج البرمجة الخطية والافتراضات التي يقوم عليها إذ أن أي مسألة من مسائل البرمجة الخطية تستند على عدد من الفرضيات يمكن إجمالها بالآتي:¹⁴

1- الخطية: أي أن تكون العلاقة بين المتغيرات المشكلة علاقة خطية وهذا يعني أن تكون دالة الهدف والقيود المفروضة على المشكلة على هيئة معادلات ومتباينات من الدرجة الأولى

2- عدم السلبية: وتعني أن كل المتغيرات التي تدخل ضمن دالة الهدف ومعادلات ومتباينات نموذج البرمجة الخطية يجب أن تكون غير سالبة (أي أكبر أو تساوي صفر)، إذ لا يمكن أن يكون حجم الإنتاج على سبيل المثال سالبا بأي حال من الأحوال.

3- قابلية التجزئة: وتعني قابلية أو إمكانية تجزئة الموارد المتاحة والوحدات المنتجة إذ من الممكن أن تظهر أرقام كسرية للمتغيرات في الحل الأمثل للمشكلة.

4- التناسبية: وتعني أن كل وحدة من وحدات الإنتاج المتماثل تستخدم الكمية نفسها من الموارد المتاحة
5- الإضافة: وتعني أن مجموع كمية الموارد المستخدمة لكل الأنشطة يجب أن يساوي مجموع الموارد المستخدمة في كل نشاط على انفراد.

6- التأكد: وتعني أن جميع معاملات المتغيرات في المسألة مؤكدة وثابتة (مثل افتراض ثبات سعر البيع للوحدة والكلفة المتغيرة للوحدة)، أي يجب توفر عنصر التأكد وغياب الاحتمالات في علاقات نموذج البرمجة الخطية.

- أنموذج البرمجة الخطية

إن نموذج البرمجة الخطية عبارة عن تعبير رياضي لمشكلة تتضمن عدد من المتغيرات وبذلك فإن الأركان الأساسية لأي نموذج رياضي يعبر عن إحدى مشاكل البرمجة الخطية تتمثل في المتغيرات ودالة الهدف والقيود المفروضة على تحقيق الهدف، وبذلك فإن الصيغة العامة لنموذج البرمجة الخطية يكون بالشكل التالي:¹⁵

n

¹⁴ - صدام محمد محمود الحبيالي، مصدر سابق، ص60

¹⁵ - حامد سعد الشمري، على خليل الزبيدي، 2007، تخطيط الإنتاج باستخدام البرمجة الهدفية، مجلة التقني، البحوث الإدارية، العدد2، المجلد 20، هيئة التعليم التقني، بغداد، العراق، ص60

$$\text{Max(orMin)}Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j \quad \dots\dots(1)$$

S.t

n

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j (\leq, =, \geq) b_i \quad i=1, 2, \dots, m \quad \dots\dots(2)$$

$$X_j \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n \quad \dots\dots(3)$$

حيث أن :

المعادلة (1) تمثل دالة الهدف الذي يرغب متخذ القرار في تحقيقه وغالبا ما يمثل تعظيم أرباح أو تخفيض تكاليف

المعادلة (2) تمثل القيود المفروضة في العملية الإنتاجية على تحقيق الهدف.

المعادلة (3) تمثل قيود عدم السلبية.

X_j : متغيرات القرار (عناصر العملية الإنتاجية)

C_j : ربح أو كلفة الوحدة الواحدة للعنصر j .

b_i : كمية المواد الأولية المتوفرة.

a_{ij} : مقدار ما تتطلبه الوحدة الواحدة من العنصر j من المواد الأولية i

ثالثا - الحالة الدراسية

لغرض توضيح استخدام أسلوب البرمجة الخطية في تحديد مزيج المنتجات الذي يحقق أقصى الأرباح في

ظل نظرية القيود فسوف يتم تطبيق هذا الأسلوب على الحالة التالية لأحدى الشركات الصناعية التي

تطبق نظرية القيود في محاولة منها للتخفيف من القيود والاختناقات التي تحد من قدرة الشركة على توفير

المنتجات بالكمية المطلوبة وبالوقت المناسب وسوف يتم حل نموذج البرمجة الخطية وتحديد مزيج

المنتجات الأمثل الذي يعظم الأرباح باستخدام وظيفة Solver* في برنامج اكسل والتي يمكن من خلال

هذه الوظيفة حل نماذج البرمجة الخطية لمثل هذا النوع من المشاكل وتحديد الحل الأمثل، وهذه الشركة

هي الشركة فارنا لصناعة الأثاث المكتبي التي تصنع ثلاثة منتجات هي طاولة اجتماعات ويرمز لها

بالرمز X1 ومنضدة مكتب ويرمز لها بالرمز X2 وواجهة مكتبية ويرمز لها بالرمز X3 وتصنيع هذه

المنتجات يتطلب مجموعة من الأنشطة وهي أنشطة 1- الاستلام والفحص للمادة الخام (الخشب)، 2 -

التقطيع، 3 - الصقل 4- التجميع والتركيب، 5- الصبغ

وفيما يلي البيانات المستخرجة من سجلات هذه الشركة عن سنة واحدة.

جدول(1)

* للمزيد حول استخدام هذه الوظيفة يمكن الرجوع إلى (جون واكينباخ ، 2007 ، إكسيل 2007، ترجمة وإعداد خالد العامري ط1، دار الفاروق للاستثمارات الثقافية، مصر)

الطاقة المتاحة لكل نشاط من الأنشطة واحتياج الوحدة المنتجة لكل منتج من الطاقة في كل نشاط

النشاط	الطاقة المطلوبة (بالساعات) لتصنيع وحدة واحدة من كل منتج			الطاقة المتاحة (بالساعات) لكل نشاط
	المنتج X1	المنتج X2	المنتج X3	
الاستلام والفحص	2	1	2	3000
التقطيع	1	1	2	2500
الصقل	2	0	1	2700
التركيب	2	2	1	2750
الصنع	1	1	2	3300

جدول (2)

حجم المبيعات المتوقع (السنوي) وسعر بيع الوحدة الواحدة من كل منتج والتكاليف المتغيرة والثابتة

التفاصيل	المنتج X1	المنتج X2	المنتج X3
حجم المبيعات السنوي	500 وحدة	400 وحدة	1000 وحدة
سعر بيع الوحدة الواحدة	170	160	178
المواد المباشرة لكل وحدة	10	15	28
الأجور المباشرة لكل وحدة	12	23	16
نصيب الوحدة من التكاليف الثابتة	15	12	22

وتواجه الشركة صعوبات في مقابلة الطلب على منتجاتها في ضوء كمية المبيعات السنوية وتوقع أن هنالك قيود واختناقات في الأنشطة المطلوبة لتصنيع المنتج ونتيجة لذلك قامت هذه الشركة بتطبيق خطوات نظرية القيود للتغلب على الاختناقات والقيود التي تحد من قدرتها على مواجهة طلبات المستهلكين واتضح أن هناك مجموعة من القيود ووجدت أن الحل المناسب في ضوء هذه الحالة تحديد مزيج المنتجات الأمثل الذي يعظم الأرباح .

إن تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية بالنسبة لهذه الشركة التي تطبق نظرية القيود يتطلب منا معرفة ما هي الأنشطة التي تشكل مراكز اختناق أو قيد للعملية الإنتاجية وفي ضوء ذلك يتم تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية وبالتالي فإن حل مثل هذه المشكلة وتحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية سوف يتم من خلال الخطوات التالية:

- 1- تحديد الأنشطة التي تشكل قيود في العملية الإنتاجية
- 2- تحديد هامش الانجاز لكل منتج من المنتجات في ضوء نظرية القيود
- 3- تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية في ضوء نظرية القيود باستخدام البرمجة الخطية

وفيما يلي توضيح لكل خطوة من الخطوات أعلاه

1- تحديد الأنشطة التي تشكل قيود في العملية الإنتاجية:

أ- الطاقة التي تحتاجها الأنشطة لتصنيع المنتجات الثلاثة (يتم تحديدها اعتمادا على حجم المبيعات المتوقع السنوي والطاقة المطلوبة لتصنيع وحدة واحدة من المنتج في كل نشاط) والجدول (3) يوضح ذلك.

جدول (3) الطاقة التي تحتاجها الأنشطة لتصنيع المنتجات (بالساعات)

المجموع بالساعات	المنتجات			الأنشطة
	X3	X2	X1	
3400 ساعة	$2000=1000 * 2$	$400=400 * 1$	$1000=500 * 2$	الاستلام والفحص
2900 ساعة	$2000=1000 * 2$	$400=400 * 1$	$500= 500 * 1$	التقطيع
2000 ساعة	$1000=1000 * 1$	$0 =400 * 0$	$1000= 500 * 2$	الصقل
2800 ساعة	$1000=1000 * 1$	$800=400 * 2$	$1000= 500 * 2$	التجميع والتركيب
2900 ساعة	$2000=1000 * 2$	$400=400 * 1$	$500= 500 * 1$	الصبغ

المصدر : من إعداد الباحث

ب- تحديد الأنشطة التي تعتبر قيود عن طريق المقارنة بين الطاقة التي تحتاجها الأنشطة لتصنيع المنتجات والطاقة المتاحة في كل نشاط والجدول (4) يوضح ذلك

جدول (4) الأنشطة التي تعتبر قيود

الأنشطة	الطاقة المتاحة	الطاقة التي تحتاجها الأنشطة لتصنيع المنتجات	الفرق
الاستلام والفحص	3000	3400	-400
التقطيع	2500	2900	-400
الصقل	2700	2000	700
التجميع والتركيب	2750	2800	-50
الصبغ	3300	2900	400

المصدر: من إعداد الباحث

من الجدول أعلاه يتضح إن نشاط الاستلام والفحص ونشاط التقطيع ونشاط التجميع والتركيب تعتبر أنشطة مقيدة بسبب نقص الطاقة المتاحة في كل نشاط عن الطاقة التي تحتاجها الأنشطة لتصنيع المنتجات.

2- تحديد هامش الانجاز (Throughput) لكل منتج من المنتجات في ضوء نظرية القيود

اعتمادا على الفرض الثالث من الافتراضات التي تقوم عليها نظرية القيود يتم تحديد هامش الانجاز لكل منتج من المنتجات في ظل نظرية القيود من خلال الفرق بين سعر البيع للوحدة وتكلفة المواد المباشرة لكل وحدة منتجة والجدول (5) يوضح هامش الانجاز لكل منتج من المنتجات

جدول (5)

هامش الانجاز لكل منتج من المنتجات

المنتج X3	المنتج X2	المنتج X1	التفاصيل
178	160	170	سعر البيع
(28)	(15)	(10)	- تكلفة المواد المباشرة
150	145	160	هامش الانجاز

المصدر: من اعداد الباحث

3- تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية في ضوء نظرية القيود

نظرا لوجود أكثر من نشاط تشكل قيود واختناقات في العملية الإنتاجية فسيتم استخدام أسلوب البرمجة الخطية في تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية من خلال برنامج اكسل على الحاسبة الالكترونية والذي يمتاز بوجود الخاصية Solver التي يمكن استخدامها بعد إعداد ورقة العمل بشكل صحيح وعليه فان تحديد مزيج المنتجات الأكثر ربحية سيتم بإتباع الخطوات التالية:

أ- أعداد النموذج الرياضي للبرمجة الخطية للمشكلة أعلاه

Objective Function

$$\text{Maximize Throughput} = 160X1 + 145X2 + 150X3$$

Subject To The Following Constraint

$$2X1 + X2 + 2X3 \leq 3000 \quad \text{قيود نشاط الاستلام والفحص}$$

$$X1 + X2 + 2X3 \leq 2500 \quad \text{قيود نشاط التقطيع}$$

$$2X1 + 2X2 + X3 \leq 2750 \quad \text{قيود نشاط التجميع والتركيب}$$

$$X1, X2, X3 \geq 0 \quad \text{قيود اللا سلبية}$$

ب- إدخال بيانات ومعاملات نموذج البرمجة الخطية أعلاه إلى ورقة العمل التي يجب أن تعد في برنامج اكسل والتي تظهر بالجدول (5) بعد إدخال كافة البيانات المطلوبة إذ يتم إدخال رموز المنتجات وهامش الانجاز لكل منتج بالإضافة إلى القيود الظاهرة في النموذج الرياضي لكل نشاط من الأنشطة وإعطاء حل أولي لكمية الإنتاج من كل منتج ثم بعد ذلك اختيار الأمر solver من قائمة البيانات التي تظهر فيها نافذة يتم إدخال كافة البيانات المطلوبة إليها وكتابة القيود ثم نختار الأمر option ونحدد الفرضين الخطية وعدم السلبية وأخيرا نختار solv

لإعطاء الحل الأمثل للمشكلة وتحديد كمية الإنتاج المثلى من كل منتج الذي يعظم الأرباح وهذا يؤدي إلى تغيير ورقة العمل بالحل الأمثل الظاهر بالجدول (6) فهي تنتج 500 وحدة من المنتج x1 و400 وحدة من المنتج x2 و800 وحدة من المنتج x3 حتى تحقق أعلى هامش انجاز كلي يبلغ 258000 دينار .

جدول (5)

ورقة العمل لمشكلة البرمجة الخطية (قبل التعديل بالحل الأمثل)

	x3	x2	x1	اسم المنتج
	100	100	100	كمية الإنتاج
	150	145	160	هامش الانجاز
	2	1	2	ساعات نشاط الاستلام والفحص لكل منتج
	2	1	1	ساعات نشاط التقطيع لكل منتج
	1	2	2	ساعات نشاط التركيب والتجميع لكل منتج
45500	15000	14500	16000	هامش الانجاز الكلي
500	200	100	200	الطاقة المستخدمة لنشاط الاستلام والفحص
400	200	100	100	الطاقة المستخدمة لنشاط التقطيع
500	100	200	200	الطاقة لمستخدم لنشاط التركيب والتجميع

المصدر: من إعداد الباحث

جدول (6)

ورقة العمل لمشكلة البرمجة الخطية (الحل الأمثل)

	x3	x2	x1	اسم المنتج
	800	400	500	كمية الانتاج
	150	145	160	هامش الانجاز
	2	1	2	ساعات نشاط الاستلام والفحص لكل منتج
	2	1	1	ساعات نشاط التقطيع لكل منتج
	1	2	2	ساعات نشاط التركيب والتجميع لكل منتج
258000	120000	58000	80000	هامش الانجاز الكلي
3000	1600	400	1000	الطاقة المستخدمة لنشاط الاستلام والفحص
2500	1600	400	500	الطاقة المستخدمة لنشاط التقطيع
2600	800	800	1000	الطاقة لمستخدم لنشاط التركيب والتجميع

المصدر: من إعداد الباحث

ويمكن الاستفادة من الأمر solver بإعداد التقرير للحل والذي يظهر بالجدول (7) والذي يبين الحل الأمثل بعد تغيير القيم الأصلية التي أدخلت إلى ورقة العمل وإظهار المزيج الأمثل للمنتجات الأكثر ربحية

جدول (7)

تقرير جواب الحل الأمثل

Final Value	Original Value	Name	Cell
258000	45500	هامش الانجاز الكلي	\$E\$7

Final Value	Original Value	Name	Cell
500	100	كمية الإنتاج x1	\$B\$2
400	100	كمية الإنتاج x2	\$C\$2
800	100	كمية الإنتاج x3	\$D\$2

Slack	Status	Formula	Cell Value	Name	Cell
0	Binding	\$E\$8<=3000	3000	الطاقة المستخدمة لنشاط الاستلام والفحص	\$E\$8
0	Binding	\$E\$9<=2500	2500	الطاقة المستخدمة لنشاط التقطيع	\$E\$9
150	Binding	\$E\$10<=2750	2600	الطاقة لمستخدم لنشاط التركيب والتجميع	\$E\$10
0	Binding	\$B\$2<=500	500	كمية الإنتاج x1	\$B\$2
0	Binding	\$C\$2<=400	400	كمية الإنتاج x2	\$C\$2
200	Binding	\$D\$2<=1000	800	كمية الإنتاج x3	\$D\$2

المصدر: من إعداد الباحث

يتضح من الجدول (7) إن التقرير يتكون من ثلاثة أجزاء يشير الجزء الأول منه إلى Target cell الخلية المستهدفة وهي دالة الهدف إذ بلغت القيمة النهائية لهامش الانجاز مبلغ 258000 دينار، كما يشير الجزء الثاني منه إلى Adjustable Cells الخلايا القابلة للتغيير وهي كمية الإنتاج من كل منتج التي تحقق هامش الانجاز في الجزء الأول أي التي تحقق دالة الهدف إذ أن المزيج الإنتاجي بلغ 500 وحدة من المنتج x1 و400 وحدة من المنتج x2 و800 وحدة من المنتج x3 أما القسم الثالث فهو يشير إلى القيود الخاصة بالمشكلة والمتعلقة بالطاقة وكمية الإنتاج إذ يشير إلى استخدام كامل الطاقة لكل من نشاط الاستلام والفحص ونشاط التقطيع أي بدون طاقة عاطلة أما في نشاط التركيب والتجميع فيتم استخدام 600 ساعة فقط أي أن الطاقة العاطلة (slack) بلغت 150 ساعة أما القيود المتعلقة بالإنتاج فيشير إلى مقابلة كامل الطلب من المنتجين الأول والثاني أما المنتج الثالث فيتم إنتاج 800 وحدة منه فقط وهي بأقل من الطلب ب200 وحدة وهي تشكل وحدات مهمة بسبب نقص الطاقة.

كما توفر خاصية solver إعداد تقرير تحليل الحساسية الذي يوضح مدى تأثير حل النموذج بالتغيرات في البيانات التي تم إعداد النموذج على أساسها والجدول (8) يوضح التقرير لتحليل الحساسية والذي يتكون من قسمين الأول يوضح المدى الذي في حدوده يمكن إجراء تغيير في قيم متغيرات دالة الهدف

بالزيادة أو النقص والتي في حدودها يظل هيكل الحل كما هو والتكلفة البديلة لذلك أما القسم الثاني فيوضح مدى التغيرات في الموارد والتي في حدودها يظل هيكل الحل كما هو.

جدول (8)

تقرير تحليل الحساسية

Microsoft Excel 12.0 Sensitivity Report

Worksheet: [Book1]1 ورقة

Report Created: 8/25/2009 5:14:09 AM

Adjustable Cells

Allowable Decrease	Allowable Increase	Objective Coefficient	Reduced Cost	Final Value	Name	Cell
85	1E+30	160	85	500	كمية الإنتاج x1	\$B\$2
70	1E+30	145	70	400	كمية الإنتاج x2	\$C\$2
150	140	150	0	800	كمية الإنتاج x3	\$D\$2

Constraints

Allowable Decrease	Allowable Increase	Constraint R.H. Side	Shadow Price	Final Value	Name	Cell
0	1E+30	3000	0	3000	الطاقة المستخدمة لنشاط الاستلام والفحص	\$E\$8
1600	0	2500	75	2500	الطاقة المستخدمة لنشاط التقطيع	\$E\$9
150	1E+30	2750	0	2600	الطاقة لمستخدم لنشاط التركيب والتجميع	\$E\$10

المصدر: من إعداد الباحث

الاستنتاجات

تتبع أهمية نظرية القيود بالنسبة للشركات كونها الأداة التي تساعد في العمل على تحويل المواد الخام إلى سلع جاهزة بأسرع وقت ممكن وذلك من خلال تحديد القيود والاختناقات في العملية الإنتاجية والتخفيف منها بهدف تعظيم الربحية وتقوم على فكرة التركيز على الأنشطة ذات القيود والموارد المحدودة فقط والعمل على تحسين الأداء فيها وليس كل أنشطة المنشأة مما ينعكس على تحسين وتعجيل أداء المنشأة

ككل وعندما تواجه الشركة التي لديها أكثر من منتج مجموعة من القيود والاختناقات فإن الأمر يتطلب توزيع هذه الموارد المحدودة والمقيدة على المنتجات التي تقوم بتصنيعها بالشكل الذي يحقق الاستخدام الأمثل لهذه الموارد وذلك من خلال تحديد مزيج المنتجات الذي يعظم الأرباح ويعتبر نموذج البرمجة الخطية احد الأدوات المهمة التي تستخدم في ظل نظرية القيود للتغلب على هذه المشكلة خصوصا في ظل تعدد القيود والمنتجات وتستخدم في المشاكل التي تتضمن مجموعة من المواصفات و تقوم على مجموعة من الافتراضات وبالتالي فهي عبارة عن تعبير رياضي لمشكلة تتضمن عدد من المتغيرات وبالتالي فإنه يمكن القول بأنها تعتبر احد الأدوات المهمة التي تستخدم في تحليلات نظرية القيود وفي تحقيق أهدافها خصوصا في ظل تعدد القيود وتعدد المنتجات.

قائمة المصادر

المصادر باللغة العربية

اولاً-الرسائل والأطاريح العلمية

- 1- رباب عدنان شهاب احمد ،2008، مدخل هندسة القيمة واستخداماته المحاسبية دراسة تحليلية لأحد منتجات معمل الألبسة الولادية في الموصل ،أطروحة دكتوراه،غير منشورة،كلية الإدارة والاقتصاد ،جامعة الموصل ،العراق .
 - 2- صدام محمد محمود الحياي،2004،التحليل التفاضلي للتكاليف باستخدام أسلوب البرمجة الرياضية لتخصيص الموارد النادرة دراسة تطبيقية في الشركة العامة لصناعة السكر / معامل السكر والخميرة في الموصل،رسالة ماجستير ،غير منشورة ،كلية الإدارة والاقتصاد ،جامعة الموصل ،العراق .
 - 3- نشوان طلال سعد الله الطرية ،2006،الدور المحاسبي في بيان تأثير القيود ودراسة إمكانية تطبيق نظرية القيود في معمل الغزل والنسيج الموصل،رسالة ماجستير ،غير منشورة ،كلية الإدارة والاقتصاد ،جامعة الموصل ،العراق .
 - 4- هبة محمود مؤمنة،2004،مدى فاعلية المحاسبة عن الانجاز في ضوء مستجدات بيئة التصنيع الحديثة دراسة ميدانية في الشركات الصناعية لمدينة جدة ،رسالة ماجستير ،غير منشورة ،كلية الاقتصاد و الإدارة ،جامعة الملك عبد العزيز،السعودية .
- ثانياً - الدوريات والمجلات العلمية
- 1- حامد سعد الشمرتي،على خليل الزبيدي،2007،تخطيط الإنتاج باستخدام البرمجة الهدفية،مجلة التقني،البحوث الإدارية ،العدد2،المجلد 20،هيئة التعليم التقني،بغداد ،العراق .
 - 2- علاء الدين عبد الوهاب ،2004،المزيج الإنتاجي الأمثل ما بين العائد الحدي ونظرية القيود، مجلة الإداري ،العدد 26 ،عمان ،مسقط .

ثالثا - الكتب

1- كمال خليفة أبو زيد، زينات محمد محرم، 2006، دراسات في استخدام بحوث العمليات في المحاسبة، المكتب الجامعي الحديث، مصر، الإسكندرية .

المصادر باللغة الانكليزية

Book

- 1- Edward blocher, Kungh chen, Gar cokins. Thomas lin, 2005, cost management strategic Emphasis, 3Ed, McGraw-Hill Company, New York, YSA.
- 2- Ronald Hilton, Michael Mher, Frank Selto, 2006, Cost Management Strategies For Business Decisions , McGraw-Hill Inc, Company, New York, Usa