

**البرمجة الخطية ودورها في إعداد خطة الإنتاج المثلى في المؤسسة الاقتصادية - دراسة
حالة مؤسسة البثق ، التغطية وتذويب الألومنيوم ALGAL -
وحدة EARA بالمسيلة**

أ. بوقرة راجح
أستاذ مساعد مكلف بالروس
كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير ،
جامعة محمد بوضياف - المسيلة.

Résumé :

L'Algérie à l'instar des autres pays se caractérise par la rareté des richesses disponibles et la demande accrue envers elles. Par conséquent, la nécessité d'utiliser des méthodes quantitatives devient incontournable pour rationaliser l'utilisation de ces richesses limitées à bon éscient, et cela en vue de réaliser un maximum de satisfaction des besoins divers.

Cette étude est un essai d'application pratique d'une de ces méthodes quantitatives notamment la programmation linéaire pour parvenir à un plan de production optimal et efficace dans une entreprise économique.

ملخص:

تتصف الجزائر كغيرها من الدول بندرة الموارد المتاحة وتعدد الطلب عليها ، وبالتالي تصبح الحاجة إلى استخدام البرمجة الخطية ضرورية لترشيد استعمال هذه الموارد المحدودة بفعالية لتحقيق أقصى إشباع ممكن للحاجات المتعددة.

هذه الدراسة هي محاولة لتطبيق الأساليب الكمية ممثلة في أسلوب البرمجة الخطية للوصول إلى خطة إنتاجية فعالة ومثلى داخل المؤسسة الاقتصادية.

مقدمة:

يعتبر استخدام الأساليب الكمية من أبرز التطورات التي لحقت بميدان الأعمال بصفة عامة ومجال الإنتاج والتسويق والخدمات بصفة خاصة، وتعتبر امتدادا لحركة الإدارة العلمية الذي طرح فيه فكرة ضرورة إحلال الطريقة العلمية والمبنية على المنهج العلمي الذي يركز على تعريف المشكلة، وتحليل الانحرافات للوصول إلى تفسير للظاهرة محل الدراسة ثم قبول أو رفض الفرضيات أي التأكد من مدى تحققها أو عدم تحققها، وذلك بدلا من طريقة التجربة والخطأ والحكم الشخصي.

ولذلك فإن ما يميز أعمال "تاييلور فردريك" هو التركيز على ضرورة تطبيق الطريقة العلمية لحل مشاكل الإدارة ، وتشير الأساليب الكمية إلى تطبيق المنهج العلمي في حل مشاكل الإدارة في مجالات خطط الإنتاج المثلى والتسويق والنقل والتخزين والخدمات وغيرها، بعد أن أصبحت إدارة المشروعات عملية معقدة في وقتنا الحالي

بسبب تعدد وتشابك وتداخل المتغيرات المؤثرة والمتأثرة بقرار معين ، كما " أصبحت القرارات الإدارية تستلزم أساسا موضوعية تقوم عليها، وأساليب أكثر دقة تستخدمها وقد وجدت في الأساليب الكمية أداة فعالة لحل العديد من المشكلات في مختلف المجالات " (1).

وتعتبر البرمجة الخطية من أهم أدوات الأساليب الكمية الخاصة بعلاج المشكلات الاقتصادية والإدارية والتي تتعلق بتخصيص الموارد المحدودة الكمية مع وجود عدد كبير من الاستعمالات البديلة لهذه الموارد وبالتالي تظهر المشكلة في كيفية اتخاذ القرار الخاص في توزيع هذه الموارد المحدودة على الاستخدامات البديلة، بحيث يضمن هذا التوزيع مستوى أعلى من الكفاءة والفعالية الاقتصادية (2).

وتستخدم البرمجة الخطية في عدة مجالات منها تحديد المزيج الإنتاجي الأمثل بأقل تكاليف ممكنة أو أكبر ربح ممكن وتحديد جداول الإنتاج وتوجيه المنتجات إلى الأسواق الأكثر ربحية وغير ذلك من المجالات. ويعتمد في البرمجة الخطية على إيجاد خطة الإنتاج المثلى للمشكلة التي تتضمن هدفا واحدا يعبر عنه بدالة هدف النموذج مع الخضوع لمجموعة من القيود المتجانسة.

تتمثل أهمية البحث في طرح الإشكالية التالية ومحاولة الإجابة عليها من خلال البحث : كيف يمكن رفع مستوى الكفاءة الإنتاجية بالمؤسسة إلى المستوى الأمثل، عن طريق تخصيص جيد للموارد المتاحة بها والمحدودة الاستعمال باستخدام أساليب البرمجة الخطية؟

أهداف البحث:

لكل بحث أهداف وأهداف هذا البحث تتمثل في الآتي:

* تنمية فهم معمق للأساليب الكمية ممثلة في البرمجة الخطية.

* معرفة تامة لكيفية استخدام البرمجة الخطية والتي تعطي حولا افضل من تلك التي تعطى غيرها من الأساليب، والتي تتطلب وضع فروض محددة مبنية على استنتاجات سليمة، ووضع المتغيرات في علاقات رياضية مناسبة.

* تحديد مدى الاستفادة من الأساليب الكمية، لأن استخدامها يساعد أولئك الذين يواجهون مشكلة اتخاذ القرارات الإدارية، خاصة تلك التي تعتمد على عدد من الحقائق والمتغيرات المعقدة والمتداخلة مع بعضها في تحسين عملية اتخاذ القرار.

* وصف وتحليل وتقييم الأسلوب الحالي المتبع في تخصيص الموارد المتاحة بالمؤسسة محل الدراسة لمعرفة الجوانب الإيجابية والسلبية والمشكلات المترتبة عن استعماله.

من أجل تحقيق هذه الأهداف يجب دراسة مجموعة النقاط التالية والتي تساعد بدرجة كبيرة في معالجة الموارد المستعملة في العملية الإنتاجية:

(1) التحليل والترجمة الاقتصادية للقيم، وخطة الإنتاج المثلى في ظل أسلوب البرمجة الخطية.

(2) تقديم تحليل كمي وكيفي لمسألة البرمجة الخطية، عندما يكون الطرف الأيمن للقيود لهذه المسائل متغير تحديدي (ليس خاضعا للمخاطرة) .

مجالات الاستخدام: مجالات الاستخدام كثيرة من أهمها:

- المزج الأمثل للموارد من أجل الإنتاج المختلط أو المشترك.
- وضع خطط للإنتاج قصيرة المدى خاصة ومتوسطة المدى عامة.
- ترشيد استخدام الموارد المتاحة والمحدودة.

تعريف مؤسسة AL GAL:

مؤسسة AL GAL أي الشركة الجزائرية للألمنيوم تنتمي إلى المؤسسات المصنفة من قطاع المعادن غير الحديدية على مستوى التراب الوطني ويعود نشاطها أساسا إلى مؤسسة سيدار وبعد إعادة الهيكلة أعطي لها تسمية METANOF والتي تضم مؤسسة الألمنيوم بالمسيلة ومؤسسة الزنك بالغزوات، تعتبر هذه المؤسسات مؤسسات مساهمة ملكية رأسمالها يعود إلى مجموعة ميتانوف.

يوجد المقر الاجتماعي للمؤسسة في المنطقة الصناعية بالمسيلة، انطلقت الأشغال في إنجاز المؤسسة في 01/03/1983 من طرف مؤسسة يابانية حيث باشرت نشاطها الإنتاجي في 19/03/1985 بقدرة إنتاجية وصلت إلى 5500 طن/ سنويا. وتتمثل أهداف المؤسسة في :

- ترقية استعمال منتجات الألمنيوم.
- تطوير نشاط نجارة الألمنيوم.
- المشاركة الفعالة في تحسين وتطوير الإنتاج على مستوى وحدة EARA بالمسيلة.

• التفكير الجدي في تصدير المنتجات للخارج من أجل المساهمة في زيادة الدخل الوطني من العملة الصعبة.

النشاط الإنتاجي بالمؤسسة:

يتمثل عمل وحدة EARA الأساسي في تحويل سبائك الألومنيوم من مادة خام إلى أشكال هندسية مختلفة Profilés تستعمل في النجارة الصناعية وغيرها من الصناعات المختلفة، كما يمكن للمؤسسة إنتاج منتجات وفق الطلب. ومن خلال نشاط المؤسسة الإنتاجي، فإنها تعتمد أسلوب الإنتاج حسب الطلب وبالمواصفات المطلوبة، كما تعتمد أسلوب الإنتاج المستمر.

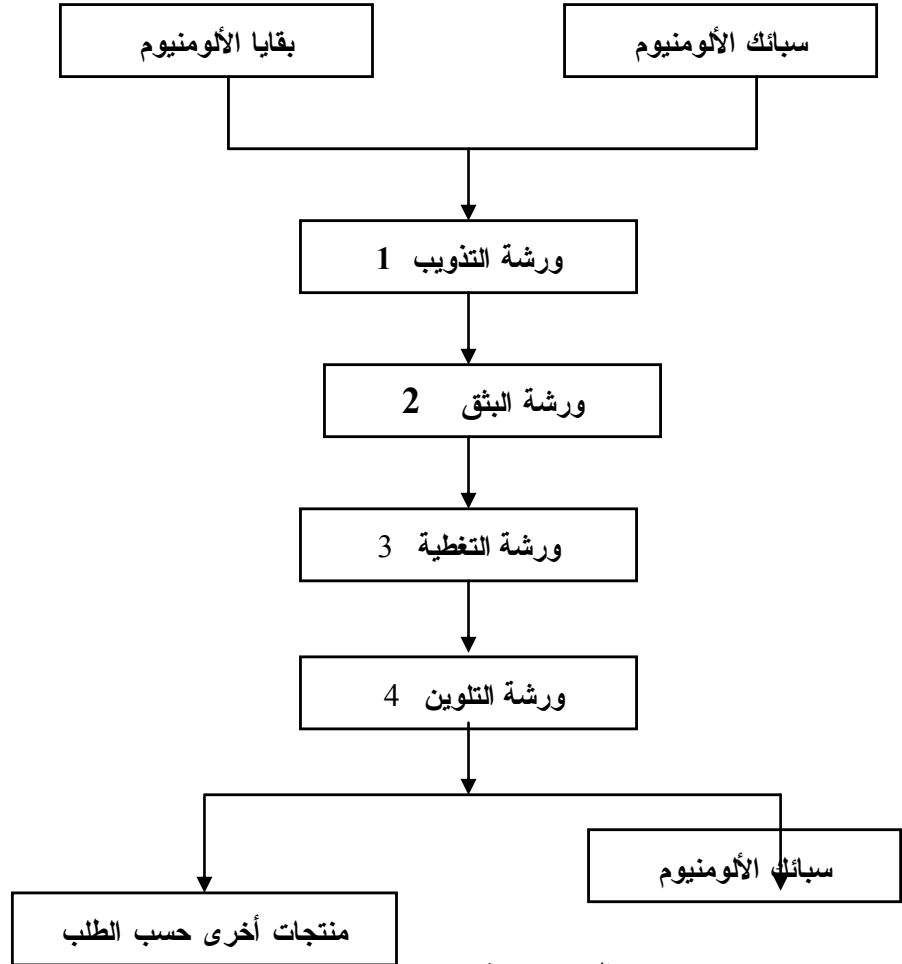
أما فيما يخص أنواع المحرجات للمؤسسة فينقسم إلى نوعين من المنتجات تتمثل في:
1) منتجات تامة الصنع أي جاهزة الاستعمال مثل الأبواب والنوافذ وواجهات المحلات وأبواب الري وغيرها. هذا الصنف من المنتجات عادة ما يكون حسب الطلب.

2) منتجات نصف مصنعة وتتمثل في مجموعة الأشكال الهندسية المختلفة Profilés ، هذا النوع يسوق كمادة أولية من وجهة نظر المستهلك (أي المستعمل) لإعادة تركيبه من طرف الحرفيين وفق ما تتطلبه حاجة السوق.

كما أن المؤسسة في بعض الحالات تقوم باستيراد بعض المنتجات التجارية التامة الصنع أو نصف مصنعة من أجل إعادة تسويقها، دون عملية تحويل لها، هذه العملية عادة ما تكون محل اتفاق بين المورد والمؤسسة، كما يمكن ان تكون حسب احتياجات المؤسسة للسيولة فتقوم بالاستيراد ثم البيع، هذه الظاهرة تدخل المؤسسة في نشاط

تجاري يختلف عن طبيعة نشاطها الذي انشئت من اجله وتتم دورة الإنتاج عبر المراحل
المبينة بالشكل رقم (1).

الشكل رقم (1) يبين دورة الإنتاج بالمؤسسة



المصدر وحدة EARA دائرة الإنتاج

سوف نركز في بحثنا هذا على المنتج التام الصنع والذي يتكون من أربعة منتجات
تتمثل في: Nu، Anodise، Laque وPolis.

البرمجة الخطية:

كما تمت الإشارة إليه سابقا فإن أغلب القرارات الإدارية تتطلب الاستخدام الفعال
لموارد المؤسسة متمثلة في : الآلات، اليد العاملة، المواد الأولية المستعملة، الموارد
المالية، الزمن، سعة التخزين وغيرها.

تعتبر البرمجة الخطية كما تمت الإشارة إليه سابقا إحدى الطرق العلمية المستعملة
في الأساليب الكمية لاتخاذ القرار، كما تعتبر تقنية رياضية واسعة الاستعمال في كثير

من الميادين العلمية، كما في الميدان الاقتصادي فتستعمل بشكل يبرز أهمية التخطيط في المؤسسة والوصول إلى الخطة المثلى من حيث الاستخدام الفعال للموارد المتاحة، بغرض تحقيق أفضل هدف.

بعد الانطلاقة للحرب العالمية الثانية وجدت بريطانيا نفسها عاجزة عن التصدي للهجمات الجوية لطائرات العدو فكلفت فريقا من العلماء في كثير من التخصصات لدراسة المشكلة وبالتالي تطوير نظام دفاعي لحماية المملكة، النجاح الذي تحقق أدى إلى تشجيع أمريكا لانشاء فرق علمية لتطوير هذه الأساليب وكان الفضل الكبير للعالم Dantzig، الذي أحدث طريقة علمية لحل المشكلات المعقدة بفضل طريقة السمبلكس Simplex Algorithms.⁽³⁾

بالرغم من النجاح الذي تحقق في هذا الميدان إلا أنه كان محصورا على الجانب العسكري فقط لأن تطبيقاته الاقتصادية ظلت محدودة جدا، لعدم ظهور دراسات واسعة في هذا الميدان من جهة، وصعوبة التطبيق والتكاليف المرتفعة والزمن الطويل الذي تتطلبه الحسابات اليدوية لهذا النوع من العمليات من جهة أخرى. على اثر التطور التكنولوجي بدا تطبيق هذا الأسلوب في عدة مجالات نذكر منها على سبيل المثال، التطبيقات التالية، في المجال الصناعي⁽⁴⁾، في المجال المالي⁽⁵⁾، في مجال التنظيم الإداري، في المجال الزراعي⁽⁶⁾.

تعريف البرمجة الخطية:

البرمجة الخطية هي أسلوب أو تقنية رياضية تبحث عن حل أو حلول لمشكلة اقتصادية سواء (إنتاجية، مالي، نقل، تحليل المشاريع، مباريات أو خدمات) واختيار أفضل الحلول التي تمثل الحل الأفضل أو الحل الأمثل. هذه التقنية الرياضية تستعمل من طرف الموظفين، الإحصائيين، والمسيرين لإيجاد الطريقة المثلى لتخصيص موارد المؤسسة المحدودة المستعملة لاستخدامات مختلفة من أجل تحقيق هدف معين.

ويقصد بالطريقة المثلى، حل أمثل يمكن المؤسسة للوصول إلى الهدف المطلوب، مع الأخذ بعين الاعتبار التزاماتها الداخلية والخارجية وعلاقتها مع المحيط وموقعها في السوق ومكانتها الاقتصادية إذا كان هدف المؤسسة هو تحقيق أكبر ربح ممكن مثلا ، فإنه يجب على مسيري المؤسسة توفير كل الإمكانيات الإنتاجية والإدارية لكي يتحقق الهدف المطلوب

مهما تكن هذه الإمكانيات فإن المؤسسة تكون مقيدة بعدة عوامل نذكر منها : -

(أ) قيود إنتاجية :

- عدد ساعات العمل على الآلات المختلفة.

- عدد ساعات اليد العاملة.

- المادة الأولية المستعملة خلال العملية الإنتاجية ... الخ

(ب) قيود تسويقية :

- الكمية المطلوبة الواجب إنتاجها.

- الكمية التي يجب توزيعها.

- طريقة التوزيع ووسائل النقل ... الخ

ج) قيود تخزينية :

- الكمية الممكن تخزينها.

- الكمية الممكن إعادة طلبها... الخ

وعلى ضوء هذه القيود، فإن الحل الأمثل الذي يبحث عنه المسير باستعمال تقنيات البرمجة الخطية، هو ذلك الحل الذي يحدد له، كمية الإنتاج الواجب إنتاجها والتي تمكن المؤسسة من تحقيق أفضل ربح .

متطلبات تطبيق البرمجة الخطية

مجموعة من الخصائص يجب توفرها لتطبيق البرمجة الخطية، هذه الخصائص تتمثل في ما يلي:

(1) هدف معين يراد تحقيقه، لكل مؤسسة إنتاجية أو غيرها هدف معين يراد تحقيقه وعادة هذا الهدف مطلوب زيادته إلى أقصى حد ممكن مثل تعظيم الأرباح أو تخفيض التكاليف.

(2) توفر الخطية في المشكلة محل الدراسة، هذا يعني وجود عدد من المتغيرات تتأثر في تغييرها بالقرارات التي تتخذها والتي يمكن زيادتها أو تخفيضها حسب البرنامج المقترح، وتؤثر هذه الزيادة أو النقص على تحقيق الهدف المطلوب بشكل خطي.

(3) وجود قيود، ويقصد بذلك وجود نهايات محدودة تحد من عدم محدودية تحقيق الهدف المطلوب، فإذا كان الهدف هو تحقيق أكبر ربح ممكن هذا ليس معناه تعظيم الربح إلى ما لا نهاية لأن ذلك يتطلب عدم تحديد الأدوات المطلوبة لتحقيق الهدف وهذا غير ممكن توفره لأن المؤسسة عادة ما تكون مقيدة بقيود تحد من إمكانياتها في تحقيق أرباح غير محدودة، بالإضافة إلى ذلك أن التغيير في المتغيرات يخضع إلى نوع من التقييدات هي:

- إنشاء ارتباط بين البدائل، أي أن الموارد المتاحة للمؤسسة متوفرة بكمية محدودة وبالتالي فإن الحد الأقصى لما هو متوفر من أي من تلك الموارد في فترة زمنية معينة يمثل قيودا يجب أخذه بعين الاعتبار عند وضع الحلول البديلة.

- إحداث تقييد مباشر على البدائل مثل الحد الأقصى لما يمكن للإدارة الحصول عليه من المادة الأولية المستعملة أو عدد ساعات العمل أو عدد ساعات عمل الآلات أو طاقة الاستيعاب للتخزين أو حجم السوق الممكنة لهذه أو تلك السلعة، ومثال على هذا النوع الذي يكون ارتباطا هناك نوعان من المنتجات تصنع من نفس المادة الأولية فإن هذا القيد يخلق ارتباطا بين هذين المنتجين أو البديلين لأن أي زيادة في إحداها سيؤدي إلى نقص الكمية المنتجة من المنتج الآخر.

(4) وجود خطط بديلة ممكنة للوصول إلى الهدف مع إمكانية التعبير عن المتغيرات

بصورة كمية أي يمكن قياسها عدديا(رقميا) (7)، وأن يكون ارتباطا فيما بينها، وبالتالي عندما يكون للمشكلة مجموعة بدائل فإنه بطبيعة الحال سيكون لكل بديل من هذه البدائل

قدرة جزئية على تحقيق الهدف المحدد من طرف المؤسسة وبالتالي سيكون أمام متخذ القرار القدرة والدراية الكافية لاختيار البديل الأفضل من بين مجموعة البدائل (8) .

فرضيات نماذج البرمجة الخطية (9)

تخضع نماذج البرمجة الخطية إلى ثلاث فرضيات أساسية هي:

(1) خاصية النسبية وتتطلب مساهمة كل متغير في دالة الهدف ومساهمته في استعمالات الموارد تكون بنسبة مباشرة لمستوى (قيمة) المتغير القراري، هذا يعني أن المساهمة لدالة الهدف ومقدار الموارد المستعملة (الاستعمالات) تكون نسبية لقيمة كل متغير قراري.

(2) خاصية الجمع وتتطلب أن دالة الهدف تكون مجموع مساهمة كل المتغيرات ، الطرف الأيسر لكل قيد يجب أن يكون مجموع الاستعمالات لكل متغير مشارك مع القيد ، هذا يعني أن قيمة دالة الهدف ومجموع الموارد المستعملة يمكن إيجادها بمجموع مساهمة دالة الهدف والموارد المستعملة لكل متغيرات القرار.

(3) خاصية القسمة وتعني أن متغيرات القرار متواصلة أي يمكن تقسيمها إلى أجزاء هذا يعني كذلك أنه يمكن أن يكون متغير القرار عدد صحيح كما يمكن أن يكون عدد كسري.

فرضية خاصية القسمة بالإضافة إلى لا سلبية القيود والمبررات الاقتصادية بالإنتاج وبالتالي نكون أمام وحدات فعلية أو عدم الإنتاج ونكون أمام الصفر تعني أن متغيرات القرار يمكنها أن تأخذ أي قيمة أكبر من أو تساوي الصفر.

مراحل أساليب البرمجة الخطية

في حقيقة الأمر، يصعب التطرق بإسهاب إلى مراحل أساليب البرمجة الخطية، لوجود عدد كبير ومتباين من الأدوات والأساليب التي تستخدم في تطبيقاتها، لكن رغم هذه الصعوبة فإنه يمكن تحديد بعض العناصر الرئيسية التي تشترك فيها أغلب الأساليب والمتمثلة في :

أولاً: تعريف بالمشكلة:

هذه المرحلة تمر بها مختلف أساليب البرمجة الخطية ، وتظهر أساساً نتيجة وجود أوضاع أو أشياء غير مرغوب فيها كما تظهر عند وجود تعارض في اتخاذ القرار، كذلك فإن المشكلة ليست شيئاً محسوساً أو ملموساً يسهل التعرف عليه، بل يتوقف التعرف على المشكلة على قدرة الفرد في إدراك وجودها وتمييزها والمقارنة بين ما يجب أن يكون وما يحدث فعلاً.

أما تحديد المشكلة فيستلزم تحاليل معمقة لفهم وتفسير تلك الظاهرة ، فهل انخفاض الربح ناتج عن :

- زيادة التكاليف وبالتالي زيادة الأسعار.
- أو زيادة المنافسة في السوق.

- أو تخفيض في حجم الترويج .
- أو تغيير سلوك المستهلك عن المنتج نتيجة لأسباب معينة .
- أو لأسباب أخرى قد تكون مجهولة ، ويتطلب الأمر البحث عنها
ومعرفتها

ثانيا: تحديد مجموعة بدائل الحلول ومقارنتها:

غالبا ما ترتبط عملية البحث عن البدائل بعملية تقويم كل بديل من تلك البدائل لتحديد أسبابها ، وتعتبر هذه المرحلة من بين المراحل التي تتطلب اهتماما كبيرا ، لأن عيوب البدائل المحددة ومزاياها لا تظهر بصورة واضحة عند الدراسة ولكنها تظهر عند التطبيق الفعلي ، وبالتالي فإن هذه المرحلة تتطلب فهم الواقع العملي والتنبؤ المستقبلي وما ستكون عليه الحالات والأوضاع في المستقبل ، وعلى هذا نجد أن بعض العارفين في هذا الميدان يعرفون هذه المرحلة ~ بمرحلة تكوين وصياغة النموذج ~.

ثالثا: تحليل البدائل (تهيئة البيانات) وحل النماذج :

بعد بناء النموذج بصورة واضحة وكاملة ومفهومة وقابلة للتطبيق، تبدأ مرحلة التحليل والتي تهدف إلى وضع حل للمشكلة القرارية، وفيها يتم تقويم البدائل عن طريق تقدير النتائج المتوقعة الإيجابية والسلبية لكل بديل ووضع معايير محددة تقوم على أساسها نتائج كل بديل، مع إخراج البدائل غير الملائمة، والوصول إلى البديل المناسب يتطلب الآتي:

- * الموازنة بين درجة المخاطرة المحتملة ، هذا يعني مقارنة بين الفائدة المرجوة ودرجة الخطر المحتملة، الأمر الذي يسهل اختيار البديل المناسب.
- * المفاضلة بين البدائل واختيار البديل الذي يتماشى مع كل أو أغلب الإمكانيات المادية والبشرية اللازمة للعملية الإدارية والإنتاجية .
- * اختيار البديل الذي يضمن السرعة في تحقيق أهداف المنظمة ككل ويحقق مجموعة الإستراتيجيات المخططة من طرف الإدارة.

رابعا: تنفيذ القرارات:

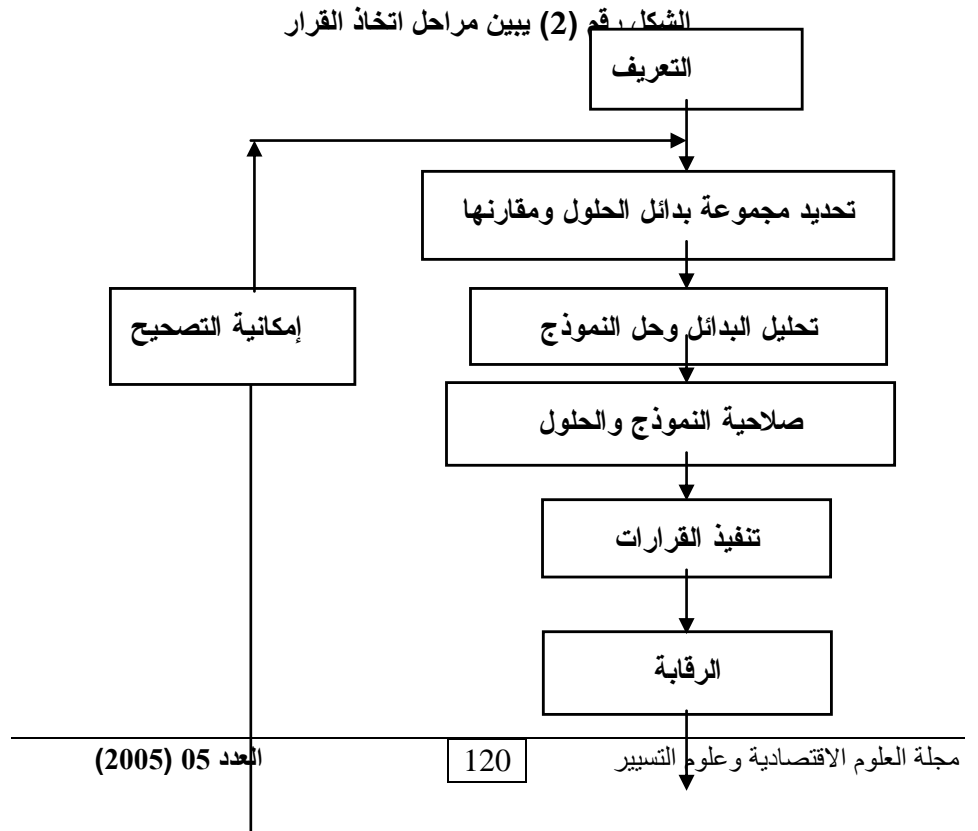
وبتعبير آخر تنفيذ النتائج في حقيقة الأمر ليس من الصعوبة بمكان اتخاذ القرار وخاصة عند توفر المعطيات الضرورية ، ولكن ليس من السهولة تنفيذه ، لأنه يجب على الإدارة توفير كل الوسائل والإمكانات المادية والبشرية والشروط الضرورية للتنفيذ والتطبيق ، وتتطلب هذه المرحلة إشراك جميع المستويات الإدارية وتحسيسها بأهمية المرحلة حتى يكون هناك تجنيد كامل لكل القوى الفاعلة في المؤسسة من أجل الوصول إلى تنفيذ النتائج.

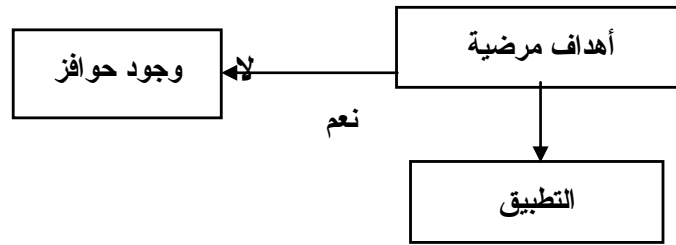
خامسا: الرقابة:

وهذه المرحلة هي آخر مرحلة في الدورة التي تقيم فيها القرارات المتخذة من طرف الفاعلين في المؤسسة، ويفترض بالتقييم أن يقوم وفقا لمعايير وأسس موضوعية من توضيح ومعرفة مزايا وعيوب كل بديل من هذه البدائل وعلى أساس المفاضلة تصحح الانحرافات في حالة حدوثها ويطلب ذلك عدة شروط أهمها:

- ظهور أو بروز اختلاف في النتائج حول ما تم التخطيط له وما تم تنفيذه فعليا.

- وجود حوافز تساعد على الاستغلال الأمثل لعناصر الإنتاج المادية والبشرية بالإضافة إلى الانعكاسات النفسية والاجتماعية للعاملين لتصحيح الانحراف.
- وجود الموارد المادية والمالية والإمكانات البشرية المساعدة من أجل عملية التصحيح ويمكن تلخيص هذه المراحل في الشكل (2).





الخطة الإنتاجية لوحدة EARA:

سوف نستعمل في هذا البحث أسلوب البرمجة الخطية لأنه يمكننا من تحديد الخطة الإنتاجية المثلى للمؤسسة، كما يهدف هذا الأسلوب إلى إتباع إما تعظيم الإيراد وبالتالي معالجة الخطة الإنتاجية على أساس Max أو تخفيض التكاليف وتكون الخطة الإنتاجية معالجة على أساس Min سوف نعالج الخطة الإنتاجية على أساس التعظيم Max.

(أ) دالة الهدف

كل نوع من الأنواع الأربعة يحتوي على عدد كبير من المصنفات (أي الأشكال على شكل مجنحات) سوف نكتفي بدراسة المنتجات الأربعة. كما أن هدف الدراسة هو وضع خطة إنتاجية للمؤسسة.

- سوف نرمز للمنتج Nu بالرمز A حيث X_1 تمثل الكمية المنتجة من A.
ونرمز للمنتج Anodise بالرمز B حيث X_2 تمثل الكمية المنتجة من B.
ونرمز للمنتج Laque بالرمز C حيث X_3 تمثل الكمية المنتجة من C.
كما نرمز للمنتج Polis بالرمز D حيث X_4 تمثل الكمية المنتجة من D.
بعد الإطلاع على جدول الإنتاج الفعلي الشهري لسنة 2003 من المنتجات الأربعة،
والمتمثل في * :

الجدول رقم (1) يمثل إنتاج المؤسسة الشهري لسنة 2003

النوع	جانفي	فيفري	مارس	أفريل	ماي	جوان
A	30728	25209	22508	42441	17481	111649
B	102369	74986	63512	38378	63826	108828
C	24075	42094	57651	63251	37014	69271
D	6680	4348	5225	5349	7967	3752

تابع الجدول رقم (1)

جويلية	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع
107846	80833	75124	76729	142527	733035
71496	138492	309882	211575	184229	1367573
67789	75112	92676	94594	72884	696411
4942	4436	8103	6350	2263	59415

• المصدر وحدة EARA . الوحدة المستعملة كلغ

وإجمالي الإيرادات لنفس السنة المتمثل في الجدول رقم (2) * :

الجدول رقم (2) يبين إجمالي الإيرادات لسنة 2003

النوع	الكمية المنتجة 2003	الكمية المباعة 2003	الإيرادات 2003
A	733035	547100	166415356 دج
B	1367573	1567312	356991256 دج
C	696411	682430	202592924 دج
D	59415	55570	20710881 دج
	المجموع		746710417 دج

• المصدر وحدة EARA * الوحدة المستعملة كلغ

من الجدول السابق يمكن تحديد الإيراد الإجمالي المحقق من بيع كل وحدة من كل منتج حسب الجدول رقم (3).

الجدول رقم (3) يبين الإيراد لكل وحدة مباعة

النوع	الكمية المباعة 2003	الإيرادات 2003	إيراد الوحدة
A	547100	166415356 دج	304.18 دج
B	1567312	356991256 دج	281.65 دج
C	682430	202592924 دج	295.15 دج
D	55570	20710881 دج	348.58 دج

هذا يعني أن وحدة واحدة من A ستحقق إيرادا قدره 304.18 دج.

وأن وحدة واحدة من B ستحقق إيرادا قدره 281.65 دج.

وأن وحدة واحدة من C ستحقق إيرادا قدره 295.15 دج.

بينما وحدة واحدة من D ستحقق إيرادا قدره 348.58 دج. كل ما أنتج تم بيعه.

إذا ما رمزنا إلى مجموع الإيرادات بالرمز Z_p فإن دالة الهدف يمكن التعبير عنها

كالتالي:

$$\text{Max } Z_p = 304.18X_1 + 281.65 X_2 + 295.15 X_3 + 348.58 X_4$$

ب) القيود

1) قيود زمن الإنتاج: تمر المنتجات الأربعة على 4 ورشات إنتاجية كما تمت الإشارة

إليها في المخطط (ورشة التذويب ، ورشة البثق ، ورشة التغطية ، ورشة التلوين) ،

حساب ساعات العمل المبينة في الجدول رقم (4) *:

الجدول رقم (4) يبين ساعات العمل الفعلية والنظرية

الورشة	ساعات العمل الفعلية	ساعات العمل النظرية
ورشة التذويب	3532	3680
ورشة البثق**	6350	7360
ورشة التغطية	2588	3680
ورشة التلوين***	4158	7360

* المصدر وحدة EARA

** ورشة البثق بها حوضين وبالتالي يتضاعف الزمن لأن المنتج يمر عبر الحوض الأول أو الثاني.

*** ورشة التلوين بها آلتين تعملان نفس العمل وبالتالي يتضاعف الزمن.

بالنسبة لساعات العمل النظرية حسب تقييد العمل بنظام ورديتين يكون:
ساعات العمل السنوية = (ساعات العمل اليومية * عدد أيام السنة) أي أن:

- ورشة التذويب: $230 \times 16 = 3680$ ساعة سنويا.
- ورشة البثق : $2 \times 230 \times 16 = 7360$ ساعة سنويا.
- ورشة التغطية: $230 \times 16 = 3680$ ساعة سنويا.
- ورشة التلوين: $2 \times 230 \times 16 = 7360$ ساعة سنويا

- بالنسبة لورشة التذويب فإن الزمن المستغرق لإنتاج 1 كغ من A يحسب كالتالي:
الإنتاج الكلي للمنتجات الأربعة = $59415 + 696411 + 1367573 + 733075 = 2856474$

وبالتالي إنتاج وحدة من A = $3532 / 2856474 = 0.0012$ ساعة.
وهذا ينطبق على كل المنتجات.

- بالنسبة لورشة البثق فإن الزمن المستغرق لإنتاج 1 كغ من A يحسب كالتالي:
الإنتاج الكلي للمنتجات الأربعة = $59415 + 696411 + 1367573 + 733075 = 2856474$

وبالتالي إنتاج وحدة من A = $6350 / 2856474 = 0.0022$ ساعة.
وهذا ينطبق على كل المنتجات الأخرى B و C و D.

- بالنسبة لورشة التغطية يمر إليها المنتجين B و D فقط.
إذن الزمن المستغرق لإنتاج 1 كغ من B يحسب كالتالي:
الإنتاج الكلي للمنتجين = $59415 + 1367573 = 1426988$
وبالتالي إنتاج وحدة من B = $1426988 / 3532 = 0.0025$ ساعة.
وهذا ينطبق على D.

- بالنسبة لورشة التلوين يمر إليها المنتج C فقط
إذا الزمن المستغرق لإنتاج 1 كغ من C يحسب كالتالي:
الإنتاج الكلي للمنتج C = 696411
وبالتالي إنتاج وحدة من C = $696411 / 4158 = 0.0060$ ساعة.
بهذا يمكن تلخيص المعطيات السابقة في الجدول رقم (5) الذي يبين الاستعمال في
الزمن لإنتاج كل وحدة من كل منتج*.

الجدول رقم (5) يبين الاستعمال في الزمن لإنتاج كل وحدة من كل منتج

D	C	B	A	
0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	ورشة التذويب
0.0022	0.0022	0.0022	0.0022	ورشة البثق
0.0025	/	0.0025	/	ورشة التغطية
/	0.0060	/	/	ورشة التلوين

من هذه المعطيات يمكن تكوين قيود الزمن كالتالي:

$$\begin{array}{l} \text{القيود 1} \quad 0.0012 X_1 + 0.0012 X_2 + 0.0012 X_3 + 0.0012 X_4 \leq 3680 \\ \text{القيود 2} \quad 0.0022 X_1 + 0.0022 X_2 + 0.0022 X_3 + 0.0022 X_4 \leq 7360 \\ \text{القيود 3} \quad 0 X_1 + 0.0025 X_2 + 0 X_3 + 0.0025 X_4 \leq 3680 \\ \text{القيود 4} \quad 0 X_1 + 0 X_2 + 0.0060 X_3 + 0 X_4 \leq 7360 \end{array}$$

(2) قيد المادة الأولية: بمان المادة الأولية متمثلة في سبائك الألمونيوم تدخل في المنتجات الأربعة (A + B + C + D)، وهي مقدرة لسنة 2003 بـ 3705507 كلغ وأن المنتجات الأربعة تأخذ نفس المقدار من السبائك، هذا يعني أن القيد يكون:

$$\text{القيود 5} \quad X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 3705507$$

(3) قيود الطلب: حسب مصالح المؤسسة فقد تم تحديدها وفق الطلب وبالتالي فإن قيود الطلب تكون حسب الكميات المطلوبة لسنة 2003 حسب الجدول رقم (6)*:

الجدول رقم (6) حجم الطلب لكل منتج لسنة 2003

النوع	الكمية المطلوبة 2003
A	547100
B	1567312
C	682430
D	55570

* المصدر وحدة EARA * الوحدة المستعملة كلغ

وبالتالي فإن قيود الطلب تكون كالتالي:

$$\begin{array}{l} \text{القيود 6} \quad X_1 \leq 547100 \\ \text{القيود 7} \quad X_2 \leq 1567312 \\ \text{القيود 8} \quad X_3 \leq 682430 \\ \text{القيود 9} \quad X_4 \leq 55570 \end{array}$$

أما بالنسبة للمنتج D فتتم له معالجة ميكانيكية خاصة من أجل التلميع وهذا بواسطة آلة وباستخدام مادة أولية تستورد من الخارج عبارة عن عجينة مما يتسبب في ارتفاع ثمنه. وتعتمد هذه المعالجة على توفر العجينة أو المادة الأولية.

الإستهلاك الشهري هو 200 كلغ من العجينة.
كما أن الاستهلاك السنوي 200 كلغ*11 = 2200 كلغ.

وحيث أن الإنتاج الفعلي من X_4 هو 59415 .
هذا يعني أن الاستعمال من هذه المادة لكل وحدة واحدة يتمثل في:

$$0.037 = 2200/59415$$

وبالتالي فإن قيد المادة الأولية الخاصة بالتلميع يكون:

$$\text{القيود 10} \quad 0.037 X_4 \leq 2200$$

بعد المعالجة الميكانيكية يمر المنتج B والمنتج D إلى ورشة التغطية من أجل المعالجة الكيميائية، الكمية المتاحة من المواد الكيميائية تتمثل في الجدول رقم (7):

الجدول رقم (7) يبين الكمية المتاحة من المواد الكيميائية لسنة 2003

SYSTO 1201	HNO3	H2 SO4	NAOH	
2000	6240	25927	30907	جانفي
1000	/	17461	12206	فيفري
2000	2718	13026	18267	مارس
1000	1972	20176	13047	افريل
1000	/	9472	24201	ماي
2000	2070	17695	28482	جوان
/	/	7215	22948	جويلية
2000	300	33196	52322	سبتمبر
4000	1940	21807	34680	اكتوبر
/	2840	27156	40182	نوفمبر
/	4652	18311	36520	ديسمبر
15000	22732	211442	313762	المجموع

* المصدر وحدة EARA . الوحدة كلغ

حسب مصالح المؤسسة المختصة فإن كل ما هو متاح تم استعماله وبالتالي فإن الاستعمال يكون كالتالي:

$$0.2198 = 3/142698813762 : \text{NAOH لـ بالنسبة}$$

$$0.1481 = 211442/1426988 : \text{H2 SO4 لـ بالنسبة}$$

$$0.0159 = 22732/1426988 : \text{HNO3 لـ بالنسبة}$$

$$0.0105 = 1426988/15000 : \text{SYSTO 1201 لـ بالنسبة}$$

أما القيود الخاصة بالمواد الكيميائية فتكون كالتالي:

$$\text{القيود 11} \quad 0.2198 X_2 + 0.2198 X_4 \leq 313762$$

$$\text{القيود 12} \quad 0.1481 X_2 + 0.1481 X_4 \leq 211442$$

$$\text{القيود 13} \quad 0.0159 X_2 + 0.0159 X_4 \leq 22732$$

$$\text{القيود 14} \quad 0.0105 X_2 + 0.0105 X_4 \leq 15000$$

بالنسبة للمنتج C كذلك له تلوين خاص باستعمال غبرة ملونة تدخل ضمن المواد الكيميائية، الكمية المتاحة والمستعملة من الغبرة مقدرة بكلغ وتتمثل في الجدول رقم (8):*

الجدول رقم (8) يبين الكمية المتاحة من الغبراء لسنة 2003

الكمية المستعملة من الغبراء					الكمية المتاحة من الغبراء					
اللون الأخضر	اللون الأسود	اللون الأبيض	اللون الأحمر	اللون الأزرق	اللون الأخضر	اللون الأسود	اللون الأبيض	اللون الأحمر	اللون الأزرق	
/	/	700	240	/	160	1000	860	478	1240	جانفي
360	160	/	238	1160	420	1000	1260	498	2240	فيفري
/	600	1200	660	600	560	1260	2400	498	2580	مارس
500	/	900	440	1420	560	660	1200	1260	1980	أفريل
20	800	240	220	620	60	860	300	600	720	ماي
590	860	510	/	1500	940	1560	3600	620	3100	جوان
300	/	1325	/	1220	350	100	1940	560	1600	جويلية
210	560	2015	720	1880	210	1600	2615	560	3380	سبتمبر
420	100	2960	400	700	/	1040	1100	720	1500	أكتوبر
/	/	3540	400	800	/	1480	/	/	8000	نوفمبر
400	1240	2250	/	1000	400	1898	8000	400	3000	ديسمبر
2800	4328	15640	3318	10900	3660	12458	23275	6194	29340	المجموع

* المصدر وحدة EARA الوحدة المستعملة كلغ

يحسب الاستهلاك من الكلف وفق التالي:

$$\text{الغبرة الزرقاء} : 0.0157 = 10900/696411$$

$$\text{الغبرة الحمراء} : 0.0048 = 3318/696411$$

$$\text{الغبرة البيضاء} : 0.0225 = 15640/696411$$

$$\text{الغبرة السوداء} : 0.0062 = 4328/696411$$

$$\text{الغبرة الخضراء} : 0.0040 = 2800/696411$$

وبالتالي تصبح قيود المواد الملونة كالتالي:

$$\text{القيود 15} \quad 0.0157X_3 \leq 29340$$

$$\text{القيود 16} \quad 0.0048 X_3 \leq 6194$$

$$\text{القيود 17} \quad 0.0225 X_3 \leq 23275$$

$$\text{القيود 18} \quad 0.0062 X_3 \leq 12458$$

$$\text{القيود 19} \quad 0.0040 X_3 \leq 3660$$

وحيث أن المؤسسة تكون إما في حالة عدم إنتاج نهائيا أو أنها تبدأ العملية الإنتاجية وبالتالي تبدأ الوحدات في التشكيل وتظهر موجبة، وتعبير آخر على المؤسسة إنتاج وحدات موجبة لأنه من غير الممكن أن تنتج وحدات سالبة، هذا يعني إضافة للبرنامج الخطي لا سلبية المتغيرات وبالتالي يكون كل متغير أكبر من أو يساوي الصفر.

النموذج الرياضي للمؤسسة

يتمثل النموذج الرياضي لمؤسسة EARA في الجدول رقم (9):
الجدول رقم (9) يبين النموذج الرياضي الخطي لسنة 2003

Max Z _p = 304.18 X ₁ + 281.65 X ₂ + 291.15 X ₃ + 348.58 X ₄	
St,	
القيد 1	0.0012 X ₁ + 0.0012 X ₂ + 0.0012 X ₃ + 0.0012 X ₄ ≤ 3680
القيد 2	0.0022 X ₁ + 0.0022 X ₂ + 0.0022 X ₃ + 0.0022 X ₄ ≤ 7360
القيد 3	0 X ₁ + 0.0025 X ₂ + 0 X ₃ + 0.0025 X ₄ ≤ 3680
القيد 4	0 X ₁ + 0 X ₂ + 0.0060 X ₃ + 0 X ₄ ≤ 7360
القيد 5	X ₁ + X ₂ + X ₃ + X ₄ ≤ 3705507
القيد 6	X ₁ ≤ 547100
القيد 7	X ₂ ≤ 1567312
القيد 8	X ₃ ≤ 682430
القيد 9	X ₄ ≤ 55500
القيد 10	0.037 X ₄ ≤ 2200
القيد 11	0.2198 X ₂ + 0.2198 X ₄ ≤ 313762
القيد 12	0.1481 X ₂ + 0.1481 X ₄ ≤ 211442
القيد 13	0.0159 X ₂ + 0.0159 X ₄ ≤ 22732
القيد 14	0.0105 X ₂ + 0.0105 X ₄ ≤ 15000
القيد 15	0.0157 X ₃ ≤ 29340
القيد 16	0.0048 X ₃ ≤ 6194
القيد 17	0.0225 X ₃ ≤ 23275
القيد 18	0.0062 X ₃ ≤ 12458
القيد 19	0.0040 X ₃ ≤ 3660
لاسلبية المتغيرات	X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ ≥ 0

خاتمة نتائج وتوصيات:

بعد الوصول إلى النموذج الرياضي، نكون قد وصلنا إلى مرحلة معالجة المعلومات الخاصة بالمؤسسة من خلال حل النموذج الرياضي، وذلك باستعمال برنامج STORM المتميز بمعالجة البرامج التي بها كثير من المتغيرات والقيود.
من خلال حل البرنامج تم الوصول إلى الحل الأمثل له في خمسة جداول، هذا يعني أن للمؤسسة خمسة خطط يمكن العمل وفقها، من بين هذه الخطط توجد خطة مثلى تتمثل في جدول الحل الأمثل والملخص في:

الجدول رقم (10) يبين ملخص الحل الأمثل للبرنامج

المنتج	الكمية المنتجة	إيراد الوحدة	الإيرادات المحققة	طبيعة المتغير
A	547100=X ₁	304.18	166416878.00	أساسي
B	1371919=X ₂	281.65	386400986.35	أساسي
C	682430=X ₃	296.87	202592994.10	أساسي
D	55570=X ₄	348.58	20710880.70	أساسي
مجموع الإيراد			776121739.13 دج	

وعليه ومن خلال البحث فقد تم الوصول إلى النتائج التالية:
1) من خلال الجدول (10) نستنتج أنه من خلال مراحل الحل للبرنامج الخطي نجد أن المؤسسة بإمكانها إنتاج الأربع منتجات وفق الكميات المبينة في الجدول رقم (10)، إذ نجد أن المنتج الأول والثالث والرابع أنتج وفق ما هو مخطط له من طرف المؤسسة وهذا طبيعي لأن المواد الأولية المستعملة مبرمجة وفق الطلب بينما المنتج الثاني فإنه أنتج بكمية أقل وهذا ناتج عن الندرة في القيد 11 المتمثلة في استعمالات المواد الكيميائية.

كما يمكن مقارنة نتائج البرنامج الخطي للخطة المثلى مع نتائج المؤسسة حتى نتأكد من الوصول إلى اقتراحات معينة تنفيذ المؤسسة في وضع خطتها الإنتاجية المثلى.
الجدول رقم (11) يوضح المقارنة بين الخطة المثلى والخطة المبرمجة من طرف المؤسسة

نوع المنتج	الإيراد الوحدوي	حسب الخطة المثلى		حسب خطة المؤسسة	
		عدد المنتجات	الإيراد السنوي	عدد المنتجات	الإيراد السنوي
A	304.18	547100=X ₁	166416878.00 دج	733035=X ₁	166415356 دج
B	281.65	1371919=X ₂	386400986.35 دج	1367573=X ₂	356991256 دج
C	296.87	682430=X ₃	202592994.10 دج	696411=X ₃	202592924 دج
D	348.58	55570=X ₄	20710880.70 دج	59415=X ₄	20710881 دج
المجموع			776121739.13 دج		746710417 دج

3) يلاحظ من الجدول رقم (11) أن الإيراد المحقق من الخطة المثلى يساوي 776121739 دج أم المحقق الخطة المبرمجة من طرف المؤسسة فيساوي 746710417 دج وبمقارنة هاتين النتيجتين نجد أن إيراد الخطة المثلى يزيد عن إيراد الخطة المبرمجة من طرف المؤسسة.

فإذا ما أعطي الرمز E لمعدل الزيادة فإن:

$$E = \left(\frac{\text{الإيراد السنوي للخطة المثلى} - \text{الإيراد السنوي لخطة المؤسسة}}{\text{الإيراد السنوي لخطة المؤسسة}} \right) (100)$$

$$E = \left[\frac{(776121739 - 746710417)}{746710417} \right] (100)$$

$$E = 3.94\%$$

هذا يعني أن معدل الزيادة السنوية سيرتفع بنسبة 3.94% في حالة استعمال الخطة المثلى.

ولتعميق التحليل لمعطيات المؤسسة يمكن إستخلاص من الحل الأمثل الجدول التالي:

الجدول رقم (12) يبين ملخص الحل الأمثل للبرنامج

رقم القيد	الطرف الأيمن للقيد	المتبقي بعد الحل
01	3680	791.60
02	7360	1514.60
03	3680	111.32
04	7360	3265.42
05	3705507	1048488
06	547100	00
07	1567312	195993.30
08	682430	00
09	55570	00
10	2200	143.91
11	313762	00
12	211442	30.93
13	22732	34.93
14	15000	11.37
15	29340	18625.85
16	6194	2918.34
17	23275	7920.32
18	12458	9809.36
19	3660	930.28

3) بالنسبة للمؤسسة يوجد احتياطي كبير في كثير من المواد الأولية المستعملة حسب الجدول رقم (12)، هذا الاحتياطي يمكن أن يكون مفيد للمؤسسة في تحويله إلى سيولة أو استعماله مرة أخرى في الدورة الإنتاجية اللاحقة في حالة سهولة التخزين، كما يمكن أن يكون في غير صالح المؤسسة في حالة التلف لهذه المواد بطول فترة التخزين.

4) بالإضافة إلى التحليل الكمي، فإن التحليل الإقتصادي يلعب دورا كبيرا في اتخاذ القرار الإنتاجي، فنجد أن المؤسسة مقيدة بالإنتاج وفق الطلب وبالتالي في حالات معينة يمكن أن لا تستعمل كل طاقتها الإنتاجية، هذا يعني أنه على المؤسسة إجراء دراسات تسويقية معمقة والبحث عن أسواق لمنتجاتها وإلا تبقى في حالة استعمال غير مثلى لطاقتها الإنتاجية.

5) وأخيرا فإن التحليل وفق أسلوب البرمجة الخطية يعتبر عاملا مساعدا مهما في عملية اتخاذ القرار، وأن استعماله يعتبر مؤشر موجب للمؤسسة بإضافته إلى المعلومات النوعية سيكون القرار المتخذ أكثر دقة وأكثر موضوعية وأقرب إلى الواقعية.

بناء على النتائج السابقة التي تم التطرق إليها فإنه بالإمكان إعطاء جملة من التوصيات نوجزها في ما يلي:

أ) العمل على تحسين النظام الإنتاجي للمؤسسة وتكييفه مع متطلبات الطاقة الإنتاجية باستعمال أسلوب البرنامج الخطي الذي يتماشى ومراحل اتخاذ القرار.

(ب) يجب اعطاء اهتمام أكبر لطرق التسيير العلمية بعيدا عن الإرتجالية في التسيير وهذا بإعطاء دور فعال لمصلحة الإنتاج وتزويدها بخبراء إحصائيين على أساس الاحتياجات.

(ج) يجب على المؤسسة تفعيل وظائف التخطيط والرقابة داخل المؤسسة حتى تتمكن من تصحيح الانحرافات في الوقت المناسب.
يعتبر البحث المقدم محاولة لادخال التسيير العلمي للإدارة الإنتاجية لكنه يبقى مجالا مفتوحا للتطوير أكثر من طرف المهتمين والباحثين مستقبلا.

المراجع:

- 1) سمير بباوي فهمي ، بحوث العمليات في الإدارة والمحاسبة ، القاهرة ، المركز الدولي للعلوم الإدارية ، 1977 ، ص.6
 - 2) علي السلمي ، بحوث العمليات في التطبيق الإداري ، القاهرة ، المنظمة العربية للعلوم الإدارية ، العدد 192 ، ص.53
 - 3) Dantzig G.B. , Programming and Extensions, Princeton, New Jersey, Prenceton University Press, 1963.
 - 4) Cabraal R.A., Production Planning in Sri Lanka Coconut Mill Using Parametric Linear Programming , Interfaces,Vol.11,N°3(June 1981)P.16-21.
 - 5) Balkier, Sheldon D. et David S. , An Application of Linear Programming to Bank Financial Planning , Interfaces,Vol.11,N°5(Oct. 1981)P.77-82.
 - 6) Polineno,F., Rehman,T.,Neal,H. et Yates,CM. Integrating the Use of linear and Dynamic Methods for Dairy Cow Diet Formutation , Journal of Operation Research Society , Vol .50 N°9(Sep. 1999)
 - 7) محمد نور برهان ، البرمجة الخطية في إدارة وتخطيط الإنتاج ، المنظمة العربية للعلوم الإدارية ، عمان ، 1983 ، ص. 11
 - 8) د. منعم زمير الموسوي ، مقدمة في بحوث العمليات ، جامعة العلوم التطبيقية ، عمان ، الأردن ، 1995 ، ص. 15
 - 9) Anderson , Sweeney , Williams , an introduction to Management Science Quntitative Approaches to Decision Making , seventh edition , West Publishing Company , USA , 1994 , P. 33.
- بالإضافة إلى المراجع التي تم مراجعتها
- 10) Glen, J.J., A Linear Programming Model for an Integrated Crop and Intensive Beef Production Entreprise, Journal of Operational Research Society, Vol.37,(Sep.1999).
 - 11) Hamdy A. Taha, Operations Research an Introduction, Macmillan Puplishing Co.Inc. New York,7th Ed. 1997.
 - 13) فريد عبد الفتاح زين الدين، بحوث العمليات وتطبيقاتها في حل المشكلات واتخاذ القرارات، الجزء الأول، البرامج الخطية، جامعة الزقازيق، 1997.
 - 13) Everett E, Adam,JR, Ronald J. Ebert, Production and Operations Management, Concepts, Modele and Behavior, Printice Hall International Editions, Third Edition, 1986.
 - 14) Render,B. and Stair,R.M. Quantitative Analysis for Management, 5th Edition, Boston? Allyn and Bacon, 1994.
 - 15) Bowels,G. et Dagpunar,JS,Optimizaton of Sinking Funds for Major Repair in a Housing Association , Journal of Operation Research Society , Vol .51, N°2 (Feb. 2000)