البرمجة الخطية ودورها في إعداد خطة الإنتاج المثلى في مؤسسة إنتاجية– دراسة حالة مؤسسة لينذ غاز الجزائر

The Role of Linear Programming in preparing the optimal production plan in a productive institution – Study case: Linde Gaz Algeria

ط د. اصولاح خديجة[1]
مخبر العولمة والسياسات الاقتصادية ،جامعة الجزائر 3 – الجزائر
Issolahkhadidja@outlook.fr

د. غريس عبد النور
جامعة الجزائر 3 – الجزائر
frghrissabden@yahoo.fr

تاريخ الاستلام: 18 /02/ 2019 تاريخ النشر:2020/03/03

Abstract:
The linear programming is one of the most important methods of operational research in various administrative decisions. The advantage of this method lies in its ability to express mathematically on many problems and to find the optimal solution for the mathematical formula which will serve as the basis for decision making.
We found that the use of this method helps us determine the quantities to be produced, which leads to maximizing profit. Because the resources available are rare, linear programming is the effective way to distribute these resources on the goods to be produced in such a way as to maximize the profits of the institution.
In this paper, we will attempt to study the case of an economic institution for the production of medical and industrial gases to enable it to plan the optimal production mix in light of the many constraints and resources available.
Key words:
Operations Research - Decision making- Linear Programming - Production Mix.

مقدمـة:

تعتبر المنظمة الصناعية مركز القوة لاقتصاد أي بلد بتلبيتها لحاجيات المجتمع من السلع و الخدمات، و من أهم العوامل التي تلعب دورا رئيسيا في نجاح أي مؤسسة صناعية هي تحقيق الأهداف العامة و الخاصة المرسومة، و وجود إدارة واعية و خبرة مؤهلة تستطيع عن طريق استخدام الأساليب الحديثة في الإدارة تحقيق الاستخدام الأمثل للآلات و التجهيزات و المواد الأولية و الجهود البشرية و الاستفادة من الموارد الاقتصادية البشرية و المادية، ونظرا لتطور المؤسسات الصناعية و كبر حجمها و تنوع أنشطتها و تشعبها، أصبح من الضروري إن تتبنى تنظيم معين يمكنها من ترجمة خطوطها المرسومة إلى حيز الواقع، وذالك بإتباع الأساليب الكمية التي تمكن صانعي القرارات و القائمين على تنفيذها من الوصول إلى الغايات المرجوة في ظل الإمكانيات المتاحة.

ويعد نموذج البرمجة الخطية من بين أهم الأساليب الكمية، حيث يتم استخدامه في تحديد التوزيع الأمثل للموارد النادرة والتي عادة ما تشمل المواد الخام والعمالة والآلات والوقت والمال، ويتم تطبيقه على العديد من مشاكل العمل الحقيقية في مجالات مختلفة مثل التمويل والإنتاج والتسويق والتوزيع وفي العديد من نواحي الإدارة، وعلى هذا الأساس يمكننا صياغة الإشكالية على النحو التالي:

1- المؤلف المرسل: اصولاح خديجة ، issolahkhadidja@outlook.fr

❖ **الإشكالية:**

ما مدى مساهمة أسلوب البرمجة الخطية كأسلوب كمي في تحديد توليفة الإنتاج المثلى بمؤسسة اقتصادية في ظل مواردها المتاحة؟

❖ **الفرضيات:**

يستند البحث على الفرضيات التالية:

✓ تعتبر البرمجة الخطية من أفضل الأساليب الكمية لاتخاذ القرارات الإدارية المتعلقة بالإنتاج، من خلال تحديد كمية إنتاج كل نوع من السلع المنتجة وكذلك الكميات المستخدمة من عناصر الإنتاج.

✓ استعمال نموذج البرمجة الخطية يساهم في تحسين توزيع الموارد المحددة بين الاستخدامات البديلة ضمن إطار القيود والمحددات المفروضة لتحقق الأهداف المرجوة إما تعظيم الأرباح أو تقليل التكاليف.

❖ **أسباب ودوافع اختيار الموضوع:**

محاولة عرض تقنية البرمجة الخطية التي تطبق بنجاح في الدولة المتقدمة والتي لا يعطى لها أي أهمية في مؤسساتنا الجزائرية بالرغم من نجاعتها.

❖ **أهداف الدراسة:**

تهدف هذه الدراسة إلى محاولة اقتراح نموذج أمثل للإنتاج باستخدام أحد الأساليب الكمية وهي البرمجة الخطية، وذالك بتحديد أفضل توليفة من منتجات مؤسسة لينيد غاز الجزائر والتي تؤدي إلى تعظيم ربحها في ظل الاستغلال الأمثل للموارد المتوفرة لديها.

❖ **منهجية الدراسة:**

بغية تحقيق الأهداف المرجوة فقد تم تقسيم الدراسة إلى قسمين: أولا الإلمام بالجانب النظري المتعلق بالبرمجة الخطية، ثم محاولة تطبيقها في مؤسسة "لينيد غاز الجزائر".

❖ **الدراسات السابقة:**

من اجل الإلمام بمختلف جوانب الموضوع وسعيا منا لإثراء الحقل المعرفي، قمنا بالاطلاع على مجموعة من الدراسات لتفادي التكرار وتحقيق التكامل معها، نذكر منها:

✓ **زهواني رضا:**مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية ، تخصص : تسيير المؤسسات الصغيرة والمتوسطة بعنوان: **تحسين تخطيط الإنتاج في المؤسسات الصغيرة و المتوسطة – دراسة حالة مؤسسة رمال بلاستيك تقرت،** نوقشت بتاريخ **05/2008** ، هدفت هذه الدراسة إلى تبيان إمكانية استعمال أحد الأساليب الكمية (البرمجة الخطية) في مجال تخطيط الإنتاج لصناعة القارورات البلاستيكية، وإبراز فعالية تطبيق البرمجة الخطية مقارنة بنتائج المنظمة الفعلية، و قد توصلت هذه الدراسة الى اعتبار أسلوب البرمجة الخطية أداة فعالة خاصة في واقع المؤسسات الصغيرة والمتوسطة والتي يمكنها من التحكم في استغلال مواردها وفق حاجيات السوق، وذلك تجنبا لفائض في الكميات المنتجة أو إنتاج دون المستوى المطلوب، الأمر الذي يجعلها تحيد عن تحقيق أهدافها.

✓ **بوقرة رابح ، مخوخ رزيقة:**مقال مجلة العلوم الاقتصادية و التسيير و العلوم التجارية العدد **09/2013** بعنوان: **ترشيد الاستعمال لموارد المتاحة باستعمال أسلوب البرمجة الخطية–دراسة حالة مطاحن الحضنة بالمسيلة** ، هدفت هذه الدراسة إلى إبراز دور وأهمية تطبيق تقنية البرمجة الخطية في تحسين استعمال موارد المنظمة المتاحة، و ذالك من خلال التطرق الى واقع استخدام الأساليب الكمية ودورها في تحسين أداء المؤسسات الاقتصادية مع عرض و تحليل نتائج الدراسة الميدانية بإحدى الوحدات الاقتصادية الجزائرية، وقد توصلت هذه الدراسة الى ضرورة الاهتمام بإدخال تقنية البرمجة الخطية، وغيرها من الطرق الكمية العلمية .

الجانب النظري:

1. تعريف الأساليب الكمية:

تعتبر الأساليب الكمية وسيلة فعالة في ترشيد القرارات الإدارية من حيث الاقتصاد بالجهد و الوقت و الموارد و تحقيق الحل الأمثل و الأفضل للمشكلات التي تواجه عالم الاعمال اليوم ، حيث ان هذه المشكلات اخذة بالتزايد و التعقيد بشكل لم يعد بالإمكان الاعتماد على الطرق التقليدية ، و يمكن تعريف الأساليب الكمية بانها: [1] **"مجموعة الطرق و الصيغ و المعدلات و النماذج التي تساعد في حل المشكلات على أساس عقلاني"** ، كما يمكن تعريفها بانها: **"الاليات التي من خلالها يتم تنفيذ المدخل الكمي، او علم الإدارة (Management Science) الذي ينظر الى نشاطات المنظمة بانها عمليات منطقية يمكن ترجمتها بصورة كمية على شكل نماذج و معادلات و رموز رياضية"** ، و بظهور الحاسوب و البرمجيات اصبح من الممكن استخدام المدخل الكمي على نطاق واسع في معالجة كافة عمليات المنظمة .

2. بحوث العمليات كمدخل كمي لصنع القرارات الإدارية:

إن بداية ظهور المدخل الكمي في الفكر الإداري واعتماده كمنهج من مناهج دراسة إدارة الأعمال يرتبط مع المحاولات التي بذلها رواد الإدارة العلمية ومنهم **Fredrick Taylor**[2] في بداية القرن العشرين في إدخال الأساليب العلمية في الإدارة، وقد كان الاستخدام الواضح للأفكار والأدوات العلمية في معالجة مشاكل إدارة أعمال المنظمات هو في منتصف الأربعينيات من القرن العشرين، حيث فرضت الحرب العالمية الثانية الحاجة الملحة للدقة في توزيع الموارد المهمة لمختلف العمليات العسكرية وبالطريقة الكفؤة لما تتمتع به تلك الموارد من ندرة آنذاك، هذا الأمر دعى القيادة العسكرية البريطانية إلى تشكيل فريق من المتخصصين بعلم (الرياضيات والهندسة والفيزياء والاقتصاد وغيرها من التخصصات العلمية)، مهمة هذا الفريق هو إجراء بحوث في العمليات العسكرية معتقدين الحلول المقترحة للقيادة العسكرية للنظر في تنفيذها، فمع نهاية الحرب العالمية الثانية وما

تحقق من نجاحات لفريق بحوث العمليات العسكرية، ظهرت الرغبة في اعتماد هذا المدخل خارج الاستخدامات العسكرية وبالتحديد في ميدان الصناعة والإنتاج الاقتصادي، وهذا ما أقنع معظم المتخصصين في معالجة المشكلات الإدارية بأن المدخل الكمي هو التوجه الملائم للتعامل مع مشاكل إدارة الأعمال في المنظمات المختلفة والصناعية على وجه التحديد.

3. خطوات عملية التحليل الكمي:

يذهب البعض من المهتمين بالفكر الإداري إلى التمييز بين عملية صنع القرار **(Decision Making)** و عملية اتخاذ القرار **(Decision Taking)**، حيث أن صناعة القرار تتضمن كافة المراحل التي من شانها ان تقود الى عملية اتخاذ القرار في حين أن المصطلح الأخير يعني مرحلة الاختيار للبديل والتنفيذ في صياغة القرار ، و رغم هذا التفسير المنطقي و العلمي لهذه المسميات إلا أن الطروحات الإدارية بشكل عام (والكمية منها بشكل خاص) تعتمد مصطلح **Decision Taking** ليدل على مفهوم واحد و هو اتخاذ القرار في منظمة الأعمال، وتشير هذه الطروحات إلى تعريفات مختلفة لعملية اتخاذ القرار أهمها بأنها:[3] "مجموعة خطوات **(Process)** شاملة و متسلسلة تهدف في النهاية إلى إيجاد حل لمشكلة معينة أو لمواجهة حالات طارئة أو مواقف معينة محتملة الوقوع أو لتحقيق أهداف مرسومة".

4. لمحة موجز عن البرمجة الخطية:

تشكل البرمجة الخطية جزءا هاما من بحوث البرمجة الرياضية التي تشتمل على البرمجة الخطية والبرمجة اللاخطية، كما ان البرمجة الرياضية بدورها تشكل جزءا من مواضيع أكثر عمومية منه وهي "بحوث العمليات".

عرفت البرمجة الخطية تطورا كبيرا منذ ظهورها، اول مرة سنة **1939 م** من طرف الرياضي الروسي **يونيد ڤيتالييڤيتش كانتوروڤيتش Kontorovitch**[4]، بعده جاءت المحاولة التي قام بها العالم **جورج ستيغلر George Stigler**[5] عام **1945** في البرمجة الخطية ، فقد حاول دراسة الحد الأدنى للنفقات اللازمة لإنسان ما، لتامين الكميات الكافية لحياته والمكونة من **9** تسع مقومات غذائية أساسية (فيتامين، حديد، بروتين،.....) يحصل عليها الانسان من سبع و سبعين مادة غذائية كانت متوافرة في الأسواق حينئذ، و كان الهدف من هذه الدراسة مقارنة غلاء المعيشة قبل الحرب العالمية الثانية و بعدها في أوروبا، هذه الدراسة قادت هذا العالم الى وضع اول نموذج رياضي سماه (**البرنامج الخطي**) وقد حاول حل هذا النموذج بالطرق الرياضية التي كانت معروفة مثل طريقة لاغرانج **Lagrange Method** ، و كتب حينئذ: "يبدو انه لا توجد اية طريقة مباشرة لإيجاد الحد الأدنى لدالة خطية تخضع متغيراتها لشروط خطية"، و لذالك اضطر الى استخدام طريقة المحاولة والتحريب للتقرب من حل المسالة[6]، و بعد سنتين أي عام **1947**، اوجد العالم جورج دانتزيغ **(G.Dantzing)** [7]طريقة عملية و بسيطة اسماها طريقة السمبلكس **(Simplex Method)** و لم تنتشر الا في عام **1951** ، الا ان هذه الطريقة طرأت عليها تعديلات كثيرة و تطورات لتلائم جميع الحالات الممكنة للنماذج الخطية التي رافقت التطورات الاقتصادية و الصناعية في العالم[8]،و أصبحت البرمجة الخطية اليوم احد اهم الأساليب الكمية و اكثرها شيوعا و استخداما في تحليل المواقف الإدارية و التخطيط الإداري و الهندسي للحصول على النتائج التي تجمع بين النشاطات الإنسانية المختلفة و الموارد المتاحة، و تساهم في توفير المعلومات و الحقائق للإدارة لتتمكن الأخيرة من اتخاذ قرارات علمية سليمة ، و زادها الحاسوب أهمية عندما أعطاها السرعة في تنفيذ خطواتها و في توفير الجهد البشري خاصة عندما يكون عدد المتغيرات كثيرا.

فهي تهدف عموما إلى تحديد التخصيص أو التوزيع الأمثل لمجموعة من الموارد (اليد العاملة، الآلات، المواد، رؤوس الأموال وغيرها)، وذلك لتحقيق هدف محدد (تعظيم النتيجة كالربح أو تخفيضها كالتكاليف)، وهذا مع العمل وفقا لقيود (محددات) تحدد وتؤثر على هذه الموارد.

يتم تطبيق البرمجة الخطية على العديد من مشاكل العمل الحقيقية في مجالات مختلفة مثل التمويل والإنتاج والتسويق والتوزيع وفي العديد من نواحي الإدارة نذكر منها:[9]

- تحديد المزيج من السلع الذي يحقق أفضل استغلال للإمكانيات الإنتاجية المتاحة (الذي يؤدي الى اقل كلفة ممكنة او اعلى ربح ممكن).
- تحديد كمية الاستهلاك وبالتالي كمية الإنتاج حسب حاجة السوق.
- تعيين الوظائف على الآلات والمعدات، والاعمال على الافراد، وأوامر التشغيل على المراكز الإنتاجية بالشكل الذي يؤدي الى اقل زمن ممكن للتنفيذ او اقل كلفة ممكنة، او اعلى ربح ممكن.
- التخطيط الأمثل لعمليات النقل من المنشاة واليها بالشكل الذي يحقق اقل كلفة ممكنة او أقصر وقت ممكن.

إضافة الى النتائج الواضحة والمحددة التي نصل اليها في البرمجة الخطية – وهي بالتأكيد أكثر دقة من استعمال الطريقة التخمينية والقدرات الفردية في حل المشاكل- يمكننا الحصول على الفوائد التالية للإدارة:

- تقوم البرمجة الخطية بدور ملحوظ في المساعدة على تحليل المشاكل التي تتميز بعدد كبير من المتغيرات والشروط.
- تساعد البرمجة الخطية في ارغام الإدارة والمحللين على تحليل التكاليف والإيرادات الخاصة بكل مورد من الموارد المراد توزيعها على البدائل المختلفة، كذالك يمكن للإدارة عن طريق تحليل الحساسية وتغيير قيمة المتغيرات او بعض الشروط والمقيدات او بعض ارقام التكاليف والإيرادات معرفة مدى تأثير ذالك على قرارات التوزيع والقرارات الإدارية المختلفة، وعلى هذا يمكننا تقدير وتقييم احتمالات الخطأ في التكوين الرياضي للمشكلة وتأثر هذا التكوين على النتائج والأرباح او التكاليف.

يتكون مصطلح البرمجة الخطية من كلمتين: البرمجة والخطية، **فالبرمجة** تعني البحث عن البرنامج الذي يحقق الهدف المطلوب، من بين مجموعة كبيرة من البرامج الممكنة، أما صفة **الخطية** فتعني أن جميع العلاقات، بين مختلف عناصر النموذج الرياضي للمسألة هي علاقة خطية، أي يتغير المتغير التابع تبعا لتغير المتغير المستقل، بنفس النسبة و نفس الاتجاه.

يكتب نموذجها الرياضي بالشكل التالي:[10]

$$\textbf{(MAX)/MIN } Z=C_1X_1+C_2X_2+.....C_xX_n$$

تحت القيود:

$$a_{11}X_1+a_{12}X_2+.....+a_{1n}X_n(\leq = \geq)b_1$$
$$a_{21}X_1+a_{22}X_2+.....+a_{2n}X_n(\leq = \geq)b_2$$
$$.....$$
$$.....$$
$$a_{m1}X_1+a_{m2}X_2+.....+a_{mx}X_n(\leq = \geq)b_m$$
$$X_{j\geq 0} \qquad (j=1,2,.....n)$$

حيث:

$\mathbf{x_j}$: المتغيرات الاساسية المكونة للنموذج.

$\mathbf{C_j}$: معاملات دالة الهدف، حيث تمثل الربح الوحدوي في حالة التعظيم والتكلفة الوحدوية في حالة التدنئة.

$\mathbf{b_i}$: الكمية المتاحة للموارد.

$\mathbf{a_{ij}}$: المعاملات التقنية لكل منتوج بالنسبة للمورد المقابل له.

كخلاصة يمكننا ان نقول بان البرمجة الخطية تستخدم في جميع المجالات المختلفة في حالة توفر المعلومات والبيانات المتفقة مع الشروط الأساسية لهذا النموذج التي سنذكرها لاحقا.

5. الشروط الأساسية التي يجب توفرها عند استخدام او تطبيق أسلوب البرمجة الخطية:

البرمجة الخطية مثلها في ذالك مثل أي من أساليب ونماذج التحليل الكمي الأخرى لا تصلح للاستخدام في حل كل المشكلات الإدارية، وانما هي محددة بتوافر شروط تطبيقها، وشروطها هي على النحو الاتي: [11]

- يجب ان يكون هناك هدف واضح ومحدد تحديدا دقيقا ويمكن صياغته في صيغة رياضية صريحة، وهذا الهدف اما ان يكون زيادة الأرباح او تقليل التكاليف.
- يجب ان تكون العلاقة بين الموارد المتاحة والمحدودة ومتغيرات الهدف المراد تحقيقه، علاقة خطية متجانسة من الدرجة الأولى وقابلة للصياغة في صورة معادلات رياضية صريحة، وان تكون هناك بدائل مختلفة يمكن المفاضلة بينهما واختيار الأنسب.
- يجب ان تكون الموارد المتاحة لدى المشروع محدودة ويمكن استخدامها بطرق متعددة.

6. تحليل الحساسية Sensitivity Analysis

ان واحدة من خصائص نماذج البرمجة الخطية هي كونها من النماذج المؤكدة حيث ان جميع معلمات النموذج عند صياغته يفترض ان تكون معلومة وثابتة، وهذا ما يجعل منها طريقة سكونيه في حل المشكلات في حين ان مشكلات الاعمال تتسم بالتغير المستمر سواء في الربح او التكلفة او مدى توفر الموارد المتاحة او استخدامات الوحدة الواحدة من هذه الموارد بسبب ادخال طرق وتكنولوجيا جديدة، كما ان

هذه المتغيرات نادرا ما تجعل الحل النهائي والقيمة العددية متطابقة مع النتائج الفعلية لهذا يكون مفيدا وضروريا أحيانا دراسة تأثير التغيرات في معلمات المدخلات (**Input Parameters**) وهي (a_{ij}) (b_i) و (C_j) على الحل الأمثل.

ان صانع القرار يحتاج الى قدر اكبر من الثقة بالحل النهائي (الامثل) من خلال معرفته بمدى استجابته للتغيرات التي تحدث، أي معرفة مدى بقاء الحل الأمثل كذالك عند حدوث التغير في واحد (او اكثر من معلمات النموذج) ، مما لاشك في ان الحل الأمثل الملائم لصانع القرار ليس هو الحل الاني وانا هو الحل الأمثل في الفترة القادمة أيضا وهذا لا يتحقق من خلال الحل الأمثل الذي يظل كذالك عند حدوث التغيرات، ولكي يتمكن صانع القرار من تحقيق ثقة اكبر في هذا الحل فانه لا يبحث عن نقطة الامثلية التي يحققها الحل وانما يبحث عن مدى الامثلية أي المدى الذي يظل فيه هذا الحل النهائي هو الحل الأمثل عند ظهور التغيرات في معلمات النموذج، لهذا فان تحليل الحساسية او ما يسمى تحليل مابعد الامثلية يكون مفيدا لأنه يساعد على دراسة اثر التغيرات على الحل النهائي.

يمكن القيام بها بيانيا في المشكلات ذات متغيرين او اكثر، ومن الممكن القيام بتحليل الحساسية على الجدول الاولي لمشكلة البرمجة الخطية الاصلية وذالك بإجراء التغيرات على معلمات النموذج والقيام بحل المشكلة من جديد بطريقة السمبلكس ومن ثم القيام بمقارنة نتائج الحل النهائي الجديد بعد اجراء التغيرات مع الحل النهائي قبل التغيرات، الا ان هذه الطريقة تعتبر غير فعالة لأنها تتطلب وقتا أطول وجهدا حسابيا مكررا، لهذا يتم اللجوء الى القيام بتحليل الحساسية على الجدول النهائي ، واجراء التغيرات عليه والتعرف على تأثيرها على الحل الأمثل الذي يمثله، ان اكثر التغيرات استخداما في تحليل الحساسية هي:[12]

- **أولا**: التغيرات في معاملات دالة الهدف.
- **ثانيا**: التغيرات في قيم الجانب الايسر.
- **ثالثا**: التغير في معاملات القيود.
- **رابعا**: إضافة قيد جديد.
- **خامسا**: إضافة متغير جديد.

الجزء التطبيقي: تطبيق نموذج البرمجة الخطية على مؤسسة لينذ غاز الجزائر

بغية إبراز الدور الهام الذي تلعبه الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية وخاصة القرارات المتعلقة بالإنتاج، قمنا بدراسة تطبيقية على مؤسسة إنتاجية المتمثلة في لينذ غاز الجزائر.

I. التعريف بمؤسسة لينذ غاز الجزائر: LINDE GAS ALGERIE

تعتبر مؤسسة لينذ غاز الجزائر، من المؤسسات الجزائرية الاجنبية الناجحة، فهي شركة ذات رأسمال مختلط، جزائري ألماني، حيث تملك الجزائر **34%** من الأسهم عن طريق الشراكة الجزائرية للغاز الصناعي، بينما يملك المجمع الألماني ''لينذ غاز'' **66%** من الأسهم، وتشغل المؤسسة حاليا أزيد من **500** عامل، ولها **10** وحدات إنتاجية موزعة عبر كامل التراب الوطني منها: **03** وحدات في الغرب (وهران، ارزو، سيدي بلعباس)، **03** في الشرق (عنابة، سكيكدة، قسنطينة)، **02** في الوسط (رغاية، بويرة) و**02** في الجنوب (ورقلة، حاسي مسعود).

❖ **طبيعة نشاط مؤسسة لينذ غاز الجزائر:**

مؤسسة لينذ غاز الجزائر هي مؤسسة إنتاجية خدماتية تقوم ب:

✓ بإنتاج وتوزيع وتسويق الغازات الصناعية والطبية في كل اشكالها، وكذا المنتجات الكيميائية التي لها علاقة مباشرة او غير مباشرة مع نشاط الغازات الصناعية والطبية.

✓ انتاج واستيراد وتصدير وتسويق تركيب وصناعة معدات التلحيم وتجهيزات المستشفيات ومعدات التصريد وكل الخدمات المرتبطة بها.

❖ **اهداف مؤسسة لينذ غاز الجزائر:**

ان النشاط الرئيسي التي انشات من اجله مؤسسة **Linde Gas Algerie** هو إنتاج وتسويق الغازات الصناعية والطبية، لذالك فهي تسعى دائما إلى تحقيق الأهداف التي وجدت من اجلها ومنها:

✓ توفير الكميات المناسبة من المنتجات لتغطية احتياجات السوق المحلية، والحرص على النوعية الجيدة للمنتجات.

✓ اختيار استثمار من عدة خيارات متاحة أمام المنظمة، حيث يكون الهدف اختيار الاستثمار الذي يعطي أكبر عائد ممكن.

✓ نقل المنتوجات والمعدات بين عدة مناطق بأدنى التكاليف.

II- صياغة نموذج البرمجة الخطية:

1. التعريف بمتغيرات القرار المستعملة في كتابة نموذج البرمجة الخطية:

إن إيراد المنظمة مرتبط بمختلف منتجاتها، وعليه نفترض ان X_j يعبر عن عدد الوحدات المنتجة والتي تؤدي الى تعظيم أرباح المنظمة في حدود الموارد المتاحة لها حيث: **J=1 ,2 ,.....8**

X_1: عدد الوحدات المتوقع إنتاجها من الأكسجين السائل **(LOX)**.

X_2: عدد الوحدات المتوقع إنتاجها من الازوت السائل **(LIN).**

X_3: عدد الوحدات المتوقع إنتاجها من الأرغون السائل **(LAR).**

X_4: عدد الوحدات المتوقع إنتاجها من ثاني أكسيد الكربون السائل (LCO2**).**

X_5: عدد الوحدات المتوقع إنتاجها من غاز أكسيد النيتروز **(N2O).**

X_6: عدد الوحدات المتوقع إنتاجها من غاز الاستيلين **(C2H2).**

X_7: عدد الوحدات المتوقع انتاجها منغاز فريون **(FREON).**

X_8: عدد الوحدات المتوقع انتاجها منغاز أكسيد الإيثيلين **(OE).**

❖ **فرضيات وحدات القياس:**

✓ وحدة قياس **LOX-LIN-LAR** هي: **Littre (L).**

✓ وحدة قياس **LCO2-OE-Freon-N2O** هي: **Kilogramme (Kg).**

✓ وحدة قياس **C2H2** هي: **Le mètre cube (m3).**

2. تحديد دالة الهدف: Objective Function

من بين أهداف المنظمة تحديد المزيج الإنتاجي الذي يحقق أعلى الأرباح في ظل الشروط والقيود العديدة التي تواجهها المنظمة، هذا وتتساوى مساهمة كل وحدة منتجة في أرباح الشركة، ومنه فان دالة الهدف للمسالة تمثل صافي الربح وهو يستخرج وفق المعادلة الآتية والموضحة في الجدول أسفله:

صافي الربح = سعر بيع الغاز -(كلفة الإنتاج + كلفة نقل المنتوج).

الجدول رقم (1): هامش الربح لكل منتوج (الوحدة دج)

المنتج	سعر بيع المنتوج*	كلفة الإنتاج *	كلفة نقل المنتوج*	هامش ربح المنتوج *
x1 (LOX) (L)	52,80	14,60	4,02	34,18
x2 (LIN) (L)	60,70	11,52	1,23	47,95
x3 (LAR) (L)	345,61	64,69	6,44	274,48
x4 (LCO2) (Kg)	26,21	15,39	3,56	7,27
x5 (N2O) (Kg)	721,60	480,97	10,43	230,20
x6 (C2H2) (m3)	722,46	600,32	13,38	108,76
x7 (FREON) (Kg)	1 174,86	688,37	10,21	476,28
x8 (OE) (Kg)	638,70	274,66	11,31	352,73

المصدر: مصلحة الإنتاج والمبيعات

ومنه تكون دالة الهدف:

$$Max\ Z = 34.18x_1 + 47.95x_2 + 274,48x_3 + 7,27x_4 + 230,20x_5 + 108,76x_6 + 476.28x_7 + 352,73x_8$$

3. تعريف وتحديد القيود:

بعد ان يتم تحديد متغيرات القرار ودالة الهدف يتم تحديد قيود المسالة والتي تتمثل في القيود المفروضة على مؤسسة **LGA** من طاقة إنتاجية متاحة، ومواد أولية وكذا الطلبيات التي يجب الوفاء بها لزبائنها، ويمكن توضيحها كمايلي:

1.3 القيود المتعلقة بالحد الأقصى للإنتاج:

أي مؤسسة انتاجية تهدف لإرضاء زبائنها وذالك بتحقيق الطلب على منتوجاتها، حيث يتوقع مسؤولي إدارتي الإنتاج والتوزيع في مؤسسة **LGA** وذالك بناءا على خبرتهم السابقة وعلى ما هو متاح من مواد أولية أن يتم الطلب على هذا المنتجات، وستظهر القيود التالية حجم الطلب المتوقع لكل منتوج وهي تؤكد بان حجم الإنتاج لكل منتوج يجب ان لا يتجاوز حجم الطلب المتوقع لذالك المنتوج خلال سنة **2017**:

الجدول رقم (2):حجم الطلب لكل منتج لسنة 2017

المنتج	الكمية المطلوبة
x1 (LOX) (L)	37 669 009,00
x2 (LIN) (L)	71 022 146,00
x3 (LAR) (L)	1 577 917,00
x4 (LCO2) (Kg)	32 865 208,00
x5 (N2O) (Kg)	622 665,00
x6 (C2H2) (m3)	417 375,00
x7 (FREON) (Kg)	319 696,00
x8 (OE) (Kg)	128 281,00

المصدر:المصلحة التجارية

وبالتالي فان قيود الطلب تكون كالتالي:

القيد1: $x_1 \leq 37\ 669\ 009,00$

القيد2: $x_2 \leq 71\ 022\ 146.00$

القيد3: $x_3 \leq 1\ 577\ 917.00$

القيد4: $x_4 \leq 32\ 865\ 208.00$

القيد5: $x_5 \leq 622\ 665.00$

القيد6: $x_6 \leq 417\ 375.00$

القيد7: $x_7 \leq 319\ 696.0$

القيد 8: $x_8 \leq 128\ 281.00$

1.3 قيود المواد الأولية المستعملة خلال العملية الإنتاجية: تعتمد مؤسسة **LGA** في إنتاجها على كميات متعددة الأنواع والحجوم والقياسات، تم إجمالها في الجدول التالي من خلال الكميات المتاحة سنويا والمقادير الداخلة في تركيب كل منتوج:

جدول رقم (3): كميات المدخلات الداخلة في الإنتاج

	المخرجات (المنتوجات)								
المدخلات (المواد الاولية)	x1 (LOX)	x2 (LIN)	x3 (LAR)	x4 (LCO2)	x5 (N2O)	x6 (C2H2)	x7 (FREON)	x8 (OE)	الكمية المتاحة
Electricité (Kwh)	1,39	3,46	2,39	200					6 239 870 942
Eau (M3)		4	4	12					612 478 208
Gaz naturel (M3)				196					5 853 580 768
MEA (kg)				3					89 595 624
kMnO4 (kg)				0,2					5 973 042
Soude (kg)				2,50					74 663 020
Propane (kg)				25					746 630 200
N2O vrac (kg)					1				497 670
Carbure de Calcium (kg)						3,4			1 019 721
FREON(R134A- R22 R410 -R134 -R60 -R404) (kg)							1		219 696
LIC (kg)								0,9	70 453
futs oxydes ethlène (kg)								0,1	7 828

المصدر: قسم الإنتاج

بالتالي فان قيود المدخلات المستعلمة تكون كالأتي:

القيد 9 : $1.39x_1 + 3.46x_2 + 2.39x_3 + 200x_4 \leq 6\ 239\ 870\ 942$

القيد 10 : $4x_2 + 4x_3 + 12x_4 \leq 612\ 478\ 208$

القيد 11 : $196x_4 \leq 5\ 853\ 580$

القيد 12 : $3x_4 \leq 89\ 595\ 624$

القيد 13 : $0.2x_4 \leq 5\ 973\ 042$

القيد 14 : $2.5\ x_4 \leq 74\ 663\ 020$

القيد 15 : $25\ x_4 \leq 746\ 630\ 200$

القيد 16 : $x_5 \leq 497\ 670$

القيد 17 : $3.4\ x_6 \leq 1\ 019\ 721$

القيد 18 : $x_7 \leq 219\ 696.60$

القيد 19 : $0.9\ x_8 \leq 70\ 453$

القيد 20 : $0.1\ x_8 \leq 7\ 828$

3.3 قيود ساعات العمل المتاحة :

الغازات الصناعية هي غازات يجري الحصول عليها من مصادر طبيعية عادة كالهواء الجوي والغاز الطبيعي من خلال عملية تحليل كمي ونوعي للهواء، وهذا مرورا بعدة ورشات، مؤسسة ليند غاز الجزائر تعمل بنظام العمل المتواصل **(3*8)** وعليه يتم حساب الطاقة الإنتاجية القصوى السنوية الخاصة بالورشات التي تقوم بإنتاج منتجات محل الدراسة كما هو مبين في الجدول رقم (4):

يمكننا الحصول على الزمن اللازم لإنتاج وحدة واحدة من منتجات محل الدراسة، بالاعتماد على الطريقة التالية:

بالنسبة لورشة أكسجين السائل **LOX**: ساعات العمل الفعلية بورشات أكسجين السائل تقدر ب **577 816,82** ساعة، و الإنتاج الكلي للأكسجين السائل قدر ب : **34 669 009,00 لترا**.

نقوم بحساب الحجم الساعي الوحدوي لإنتاج وحدة واحدة من المنتج **LOX** بالاعتماد على الطريقة التالية:

ساعة 0,0167 = لترا 34 669 009 / ساعة 577 816,82

هذا يعني انه إنتاج وحدة واحدة من **X1** يستلزم **0,0167** ساعة في روشة أكسجين السائل **LOX**، وهذا ينطبق أيضا على باقي المنتجات، ويمكن تقديم الورشات والزمن الإنتاجي اللازم لإنتاج وحدة واحدة من منتجات محل الدراسة في الجدول التالي:

جدول رقم (4): الزمن المستغرق لإنتاج كل وحدة من كل منتج *الوحدة: الساعة*

	x1 (LOX)	x2 (LIN)	x3 (LAR)	x4 (LCO2)	x5 (N2O)	x6 (C2H2)	x7 (FREON)	x8 (OE)	ساعات العمل الفعلية السنوية
1/ LOX 2641 L/h	0,0167								577 816,82
LIN 1400L/h		0,0167							1 040 766,85
LAR 91 L/h			0,0167						17 965,28
2/Atelier de GAZ CARBONIQUE CO2 1000Kg/h				0,0167					497 753,47
3/ Ateliers de Protoxyde D'azote : N2O 100kg/h					0,0167				8 294,50
4/Ateliers production et conditionnement C2H2 100/h						0,0167			4 998,63
5/Atelier Fréons : FREON 100/h							0,0167		3 661,60
6/Atelier oxyde d'éthylène : OE 250/h								0,0167	1 304,68

المصدر: مصلحة الإنتاج

القيد 21: $0.0167\ x_1 \leq 577\,816{,}82$

القيد 22: $0.0167 x_2 \leq 1\,040\,766{,}85$

القيد 23: $0.0167 x_3 \leq 17\,965{,}28$

القيد 24: $0.0167 x_4 \leq 497\,753{,}47$

القيد 25: $0.0167\ x_5 \leq 8\,294{,}50$

القيد 25: $0.0167 x_6 \leq 4\,998{,}63$

القيد 26: $0.0167\ x_7 \leq 3\,661{,}60$

القيد 27: $0.0167 x_8 \leq 1\,304{,}68$

4.هذا بالإضافة إلى قيود عدم السالبية: Non-negativity Requirements

وهي القيود التي يفرضها الواقع العملي، والتي تعني أن عدد الوحدات المنتجة يجب ألا تكون بالسالب.

III- إيجاد الحل بالاستعانة ببرنامج Lindo 6.1:

بعد الوصول إلى النموذج الرياضي، نكون قد وصلنا إلى مرحلة معالجة البيانات الخاصة بمؤسسة **LGA** من خلال حل النموذج الرياضي، وذالك باستعمال برنامج **Lindo 6.1** و بعد إدخال البيانات التي بحوزتنا الخاصة بالبرنامج الخطي، تحصلنا على النتائج التالية:

1. قيمة دالة الهدف:

الربح الأمثل المقترح، في ظل الموارد المتاحة للمؤسسة **(4 961 767 708,8 دج)** وهو يظهر في الحل تحت عنوان **Objective Function Value** ، وهذا ما يوضحه **الملحق رقم (1)**.

2.الكميات المقترح إنتاجها:

من برنامج **(Lindo 6.1)** تبين لنا الوضعية المثلى في تحقيق برنامج الإنتاج الأمثل من خلال القيم التالية للمنتجات والتي تظهر في **الملحق رقم (2)** تحت عنوان **Value**، وبمقارنتها مع الكمية المطلوبة المتحصل عليها من قسم الإنتاج والمبيعات بالمنظمة، تحصلنا على الجدول التالي:

الجدول رقم (5): الكميات المطلوبة مع الكميات المقترح إنتاجها

المنتوج	كمية المقترح انتاجها حسب البرنامج الخطي	الكمية المطلوب انتاجها	المخزون
x1 (LOX) (L)	34 599 808,00	37 669 009,00	3 069 201,00
x2 (LIN) (L)	62 321 372,00	71 022 146,00	8 700 774,00
x3 (LAR) (L)	1 075 765,25	1 577 917,00	502 151,75
x4 (LCO2) (Kg)	29 805 598,00	32 865 208,00	3 059 610,00
x5 (N2O) (Kg)	496 676,65	622 665,00	125 988,35
x6 (C2H2) (m3)	299 319,15	417 375,00	118 055,85
x7 (FREON) (Kg)	219 257,48	319 696,00	100 438,52
x8 (OE) (Kg)	78 124,55	128 281,00	50 156,45

المصدر: مخرجات برنامج **Lindo 6.1**

قيم المخزون الموجودة في الجدول أعلاه تأكده القيم الموجودة في الملحق رقم **(2)** تحت عمود **Slack or surplus** وهي تدل اقتصاديا إلى (الكميات المتبقية والغير المستغلة من الموارد المتاحة والتي نسميها بالمتغيرات العاطلة) .

IV- دراسة فعالية النموذج المقترح:

للتأكد من صحة نموذج البرمجة الخطية المقترح، ومدى فعاليته في تحسين تخطيط الإنتاج في المؤسسات الإنتاجية، نأخذ معيار الربحية كأساس للمقارنة بين مخطط البرمجة الخطية ومخطط المنظمة، وكذلك مدى الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة لديها، وهذا من خلال العناصر التالية:

1. **الربح المحقق:** الجدول التالي يوضح الفرق بين كميات الإنتاج المحققة فعلا والمقترحة:

الجدول رقم (6): مقارنة بين كميات الإنتاج المحققة فعلا والمقترحة

المنتوج	كمية الإنتاج المحقق	كمية الانتاج المقترح
x1 (LOX) (L)	31 648 674,00	34 599 808,00
x2 (LIN) (L)	61 022 146,00	62 321 372,00
x3 (LAR) (L)	913 990,00	1 075 765,25
x4 (LCO2) (Kg)	24 577 275,00	29 805 598,00
x5 (N2O) (Kg)	422 665,00	496 676,65
x6 (C2H2) (m3)	217 375,00	299 319,15
x7 (FREON) (Kg)	186 662,00	219 257,48
x8 (OE) (Kg)	57 224,00	78 124,55
الربح الإجمالي	**4 667 339 529,35**	**4 961 767 708,80**

المصدر: مخرجات برنامج **Lindo 1.6**

نلاحظ من خلال الجدول أعلاه أن قيمة دالة الهدف والتي تمثل الربح الإجمالي المقترح أكبر مما حققته المنظمة بفارق **294428179.45** دج، وسبب هذا الفارق راجع إلى الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة من طرف النموذج المقترح.

2. نسبة استغلال الموارد المتاحة: Slack Variable & Dual Price

لتعميق تحليل مصادر المنظمة عند الحل الأمثل، نلاحظ تحت العمود **(Slack or surplus)** في الملحق رقم **(2)** ان موارد القيود (من القيد **10** .... إلى القيد**29**) تقسم الى قسمين : مصادر نادرة **(Scarce resources)** و مصادر متوفرة (**Abundant resources**) و ذالك بناءا على ان الكمية الاصلية المتوفرة من المصادر قد تم استخدامها كليا او بقي جزء منها عند الوصول الى الحل الأمثل، و يمكن تحديد حالة المصدر عن طريق معرفة قيم المتغيرات المكملة حيث ان :

✓ قيمة صفر للمتغير المكمل في قيد معين تعني ان الكميات التي كانت متوفرة من هذا المورد استغلت استغلالا كاملا من اجل تنفيذ برنامج الإنتاج الأمثل.

✓ اما اذا كانت قيمة المتغير المكمل اكبر من الصفر فان ذالك يعني ان المصدر متوفر (أي لم تستخدم جميع الكمية الموجودة منه أصلا) ، فانها تظهر في قاعدة في جدول الحل الأمثل ، و القيمة التي تظهر بها هي بالضبط الكمية الغير المستعملة منها.

a) المواد الأولية غير المستغلة:

جدول رقم (7): قيم المواد الأولية غير المستغلة

المادة الاولوية	الكمية المتاحة	الكمية الفائضة	نسبة الاستغلال
Electricité (Kwh)	6 239 870 942,20	12 454 661,00	99%
Eau (M3)	612 478 208,00	1 222 486,87	99%
Gaz naturel (M3)	5 853 580 768,00	11 683 637,00	99%
MEA (kg)	89 595 624,00	178 830,68	99%
kMnO4 (kg)	5 973 041,60	11 921,94	99%
Soude (kg)	74 663 020,00	149 029,56	99%
Propane (kg)	746 630 200,00	1 490 263,75	99%
N2O vrac (kg)	497 670,00	993,34	99%
Carbure de Calcium (kg)	1 019 721,20	2 036,01	99%
FREON(R134A- R22 R410 -R134 -R60 -R404) (kg)	219 696,00	439,09	99%
LIC (kg)	70 452,90	140,80	99%
futs oxydes ethlène (kg)	7 828,10	15,64	99%

المصدر: مخرجات برنامج Lindo 6.1

من خلال **الملحق رقم (2)** نلاحظ أن القيود المتعلقة بالمواد الأولية هي (من القيد **10** إلى القيد **21**) ، و ما نلاحظه في هذا الملحق و الجدول أعلاه أن المدخلات الداخلة في إنتاج الغازات تم تقريبا استغلالها بنسبة **99%** ، بمعنى انه لم يتم استغلالها بالكامل ، هذا ما أكدته المتغيرات المكملة تحت العمود **(Slack or surplus)** ، و القيمة التي ظهرت هي بالضبط القيمة الغير المستغلة منها، كما أن أسعار ظلها تساوي إلى الصفر و التي تعني انو مقدار تأثير المورد على دالة الهدف هو صفر ، و هذا راجع إلى أن هذه الموارد موجودة لدى المنظمة بكميات فائضة ، و بالتالي فان زيادة كميات المستعمل منه لا تؤثر على دالة هدف هذه المنظمة، كما أن أهميتها بالنسبة للمؤسسة غير أساسية و هي من المنطق تعتبر موارد غير نادرة.

b)الزمن المستغرق غير المستغل:

جدول رقم (8): الزمن الغير مستغل

ورشات الإنتاج	الزمن المتاح	الكمية الفائضة	نسبة الاستغلال
1/ LOX 2641 L/h	577 816,82	0	100%
LIN 1400L/h	1 040 766,85	0	100%
LAR 91 L/h	17 965,28	0	100%
2/Atelier de GAZ CARBONIQUE CO2 1000Kg/h	497 753,47	0	100%
3/ Ateliers de Protoxyde D'azote : N2O 100kg/h	8 294,50	0	100%
4/Ateliers production et conditionnement C2H2 100/h	4 998,63	0	100%
5/Atelier Fréons : FREON 100/h	3 661,60	0	100%
6/Atelier oxyde d'éthylène : OE 250/h	1 304,68	0	100%

المصدر: مخرجات برنامج **Lindo 6.1**

من خلال **الملحق رقم (2)** نلاحظ أن القيود المتعلقة بالوقت المتاح هي (من القيد **22** إلى القيد **29**)، وما نلاحظه في هذا الملحق والجدول أعلاه انه الوقت الذي كان متوفر من هذا المورد قد استغل استغلالا كاملا من اجل تنفيذ برنامج الإنتاج الأمثل.

V .تحليل حساسية النتائج:

1. حساسية دالة الهدف للتغيرات في معاملاتها:

بالنظر إلى مدى معاملات دالة الهدف **Ranges Coefficient Objective** في **الملحق رقم (3)** الذي يمكن فيه لمعاملات دالة الهدف أن تتغير دون أن تؤثر على الحل الأمثل الحالي، و هذا المدى يتمثل في الزيادة المسموح بها **(Increase Allowable)** و النقصان المسموح **(Allowable Decrease)** فإذا كانت الزيادة أو النقصان ضمن المدى المسموح به فإن القيود النشطة لن تتغير (سيظل الحل الأمثل الحالي كما هو) ، و كذلك قيم المتغيرات لن تتغير ، و لكن قيمة دالة الهدف التي ستتغير.

2. حساسية التغير في الطرف الأيمن من القيود:

بالنظر إلى مدى الجانب الأيمن **Ranges Side Hand-Right** في **الملحق رقم (4)** الذي يمكن فيه لقيم الجانب الأيمن للقيود بالتغير دون أن يؤثر ذلك على الحل الأمثل الحالي وهذا المدى يتمثل في الزيادة المسموح بها **Allowable Increase** والنقصان المسموح به .**Decrease Allowable** فإذا كانت الزيادة أو النقصان ضمن المدى المسموح به لقيد نشط فإن قيم المتغيرات وقيمة دالة الهدف ستتغيران ولكن القيود النشطة لن تتغير.

بناءا على النتائج السابقة التي تم التطرق إليها بإمكاننا إعطاء جملة من التوصيات:

- العمل على تحسين النظام الإنتاجي للمؤسسة وتكييفه مع متطلبات الطاقة الإنتاجية.
- اعتماد إستراتيجية من قبل المدراء المسؤولين عن عمليات تخطيط الإنتاج بعدم إطلاق خطة إنتاج إلى الواقع العملي إلا بعد دخولها في نظام دعم قرار يعتمد نموذج رياضي يتم من خلاله التأكد من كفاءة الخطة وفعاليتها.
- اعتماد أسلوب تحليل الحساسية كأساس لتوفير المؤشرات الكمية في ترشيد خطة الإنتاج.

الخاتمة:

كخلاصة يمكننا القول بان الأساليب الكمية وسيلة فعالة في ترشيد القرارات الإدارية من حيث الاقتصاد بالجهد والوقت والموارد وتحقيق الحل الأمثل والأفضل للمشكلات التي تواجه عالم الأعمال.

ومن خلال دراستنا التطبيقية على مؤسسة لينيد غاز الجزائر تبين لها أن استعمال المنظمة لأسلوب البرمجة الخطية يساعدها في تحديد الكميات الواجب إنتاجها والتي تؤدي إلى تعظيم الربح، ولان الموارد المتاحة تمتاز بالندرة فان البرمجة الخطية تعتبر الوسيلة الفعالة لتوزيع تلك الموارد على السلع المراد إنتاجها.

وفي الأخير يمكننا القول بان بحوث العمليات تعتبر فعلا من أهم التقنيات الكمية المستخدمة في اتخاذ القرارات الإدارية في المنظمة.

المؤلفات:

1- نجم عبود نجم : مدخل إلى الأساليب الكمية النماذج المؤكدة – الوراق للنشر والتوزيع – الطبعة الأولى –ص **20**.

2- فريدريك تايلور (Fredrick Taylor) مهندس ميكانيك أمريكي سعى لتحسين الكفاءة الصناعية. يعدّ أباً لعلم الإدارة، كما كان من أوائل المستشارين الإداريين، كما يعدّ تايلور واحداً من قادة الفكر في حركة الكفاءة، وأفكاره تعدّ عالمياً شديدة التأثير في الحقبة التقدمية، وقد اشتهر بكتابه مبادئ الإدارة.

3- مؤيد عبد الحسين الفضل: **نظريات اتخاذ القرارات (منهج الكمي) –**دار المناهج للنشر والتوزيع–صفحة **17**.

4- يونيد ڤيتالييڤيتش كانتوروڤيتش Leonid Vitaliyevich Kantorovich، وهو عالم رياضيات واقتصاد روسي، اشتهر بنظريته عن الطريقة المثلى لتوظيف الإمكانات، حصل علي للاقتصاد وهو العالم السوفيتي الوحيد الذي حصل علي هذه الجائزة.

5- جورج ستجلر (George J. Stigler)- اقتصادي امريكي من أصول نمساوية مجرية، في عام **1946** نشر عمل عن البرمجة الخطية، وفي الخمسينات اقترح طريقة تحديد كفاءه أحجام المشاريع وعمل على تسليم الثمن بنظم الرأسي ومواضيع مماثلة، في عام **1982** تحصل على جائزة نوبل في العلوم الاقتصادية.

6- جهاد صياح بني هاني، تطبيقات بحوث العمليات في إدارة الاعمال، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن، **2013**، ص **77.**

7- جورج برنارد دانتزغ George Bernard Dantzig– عالم رياضيات امريكي ،إنجازات عظيمة في بحوث العمليات، علوم الكمبيوتر، الاقتصاد، وإحصاءات .

8- إبراهيم نائب، انعام باقية، بحوث العمليات: **خوارزميات وبرامج حاسوبية**، دار وائل للطباعة والنشر والتوزيع- الأردن، **1999**، ص **27.**

9- محمد نور برهان: **بحوث العمليات**، الشركة العربية المتحدة للتسويق والتوريدات، القاهرة، **2010**، ص **57**.

10– David G. Luenberger, Yinyu Ye :**Linear and Nonlinear Programming** - Stanford University, US, Third Edition, page 23.

11- احمد محمد غنيم: **الأساليب الكمية– المفاهيم العلمية والتطبيقات الإدارية**، الجزء الأول، المكتبة العصرية للنشر والتوزيع، جمهورية مصر العربية– **2010**، صفحة **50**

12- نجم عبود نجم: **مدخل الى الأساليب الكمية النماذج المؤكدة –** مرجع سبق ذكره – صفحة **292.**

المقالات:

1- بوقرة رابح، مخوخ رزيقة: **ترشيد الاستعمال لموارد المتاحة باستعمال أسلوب البرمجة الخطية**-دراسة حالة مطاحن الحضنة بالمسيلة، مجلة العلوم الاقتصادية والتسيير والعلوم التجارية، العدد **09**، السنة **2013**.

الأطروحات:

1- زهواني رضا: **تحسين تخطيط الإنتاج في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة** – دراسة حالة مؤسسة رمال بلاستيك تقرت، كلية الحقوق والعلوم الاقتصادية قسم العلوم الاقتصادية، ورقلة، السنة **2008** .

الملاحق:

الملحق رقم (01):

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 8

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.4961768E+10

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	34599808.000000	0.000000
X2	62321372.000000	0.000000
X3	1075765.250000	0.000000
X4	29805598.000000	0.000000
X5	496676.656250	0.000000
X6	299319.156250	0.000000
X7	219257.484375	0.000000
X8	78124.554688	0.000000

المصدر: مستخرج برنامج **Lindo 6.1**

الملحق رقم (02):

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	3069198.250000	0.000000
3)	8700772.000000	0.000000
4)	502151.687500	0.000000
5)	3059610.250000	0.000000
6)	125988.343750	0.000000
7)	118055.828125	0.000000
8)	100438.507812	0.000000
9)	50156.445312	0.000000
10)	12454661.000000	0.000000
11)	1222486.875000	0.000000
12)	11683637.000000	0.000000
13)	178830.687500	0.000000
14)	11921.945312	0.000000
15)	149029.562500	0.000000
16)	1490263.750000	0.000000
17)	993.340515	0.000000
18)	2036.014160	0.000000
19)	439.099335	0.000000
20)	140.802383	0.000000
21)	15.644710	0.000000
22)	0.000000	2046.706665
23)	0.000000	2871.257568
24)	0.000000	16435.927734
25)	0.000000	435.329346
26)	0.000000	13784.431641
27)	0.000000	6512.575195
28)	0.000000	28519.761719
29)	0.000000	21121.556641

NO. ITERATIONS= 0

المصدر: مستخرج برنامج **Lindo 6.1**

الملحق رقم (03):

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	CURRENT COEF	OBJ COEFFICIENT RANGES ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	34.180000	INFINITY	34.180000
X2	47.950001	INFINITY	47.950001
X3	274.480011	INFINITY	274.479980
X4	7.270000	INFINITY	7.270000
X5	230.199997	INFINITY	230.199997
X6	108.760002	INFINITY	108.760002
X7	476.279999	INFINITY	476.279999
X8	352.730011	INFINITY	352.729980

المصدر: مستخرج برنامج **Lindo 6.1**

الملحق رقم (04):

ROW	CURRENT RHS	RIGHTHAND SIDE RANGES ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	37669008.000000	INFINITY	3069198.250000
3	71022144.000000	INFINITY	8700772.000000
4	1577917.000000	INFINITY	502151.687500
5	32865208.000000	INFINITY	3059610.250000
6	622665.000000	INFINITY	125988.343750
7	417375.000000	INFINITY	118055.828125
8	319696.000000	INFINITY	100438.507812
9	128281.000000	INFINITY	50156.445312
10	**********	INFINITY	12454661.000000
11	612478208.000000	INFINITY	1222486.875000
12	**********	INFINITY	11683637.000000
13	89595624.000000	INFINITY	178830.687500
14	5973041.500000	INFINITY	11921.945312
15	74663024.000000	INFINITY	149029.562500
16	746630208.000000	INFINITY	1490263.750000
17	497670.000000	INFINITY	993.340515
18	1019721.187500	INFINITY	2036.014160
19	219696.593750	INFINITY	439.099335
20	70452.898438	INFINITY	140.802383
21	7828.100098	INFINITY	15.644710
22	577816.812500	51255.609375	577816.750000
23	1040766.875000	5103.882324	1040766.875000
24	17965.279297	5103.882324	17965.279297
25	497753.468750	995.482361	497753.468750
26	8294.500000	16.588785	8294.500000
27	4998.629883	10.000422	4998.629883
28	3661.600098	7.332959	3661.599854
29	1304.680054	2.612666	1304.680054

المصدر: مستخرج برنامج **Lindo 6.1**