"نمذجة و ترشيدالقرارات متعددة المعايير باستخدام برمجة الاهداف المعيارية"
دراسة حالة مؤسسة صناعة الكوابل – جنرال كابل – بسكرة

أ/ باشا نجاح
جامعة بسكرة

الملخص :

هدفت هذه الدراسة إلى توضيح كيفية استخدام برمجة الأهداف المعيارية كأحد الأساليب الرياضية متعددة المعايير من أجل نمذجة و ترشيد القرار، و محاولة ابراز الدور الفعال لها في مساعدة صاحب القرار على تحقيق الحلول و احتواء جميع أهدافه.

و لتحقيق أهداف الدراسة تمت نمذجة واقع القرار الانتاجي لمؤسسة صناعة الكوابل "*ENICAB* " فرع جنرال كابل بسكرة، واقتراح نموذج تم الحصول على نتائجه باستخدام برمجية الطرق الكمية للنوافذ "*QM* "*.

توصلت الدراسة إلى عدة نتائج أهمها تفوق نتائج النموذج المقترح على ما تم تحقيقه و التخطيط له على مستوى المؤسسة، و بالتالي اثبات الدور الفعال لبرمجة الاهداف المعيارية في ترجمة واقع المشكلات التي أصبح تعدد الأهداف يسيطر عليها.

الكلمات المفتاحية: نمذجة القرار ، ترشيد القرار، ، برمجة الأهداف، النموذج الرياضي، التحليل متعدد المعايير.

Abstract :

This study aimed to clarify explain how to use normative Programming objectives as one of the mathematical methods Multi-criteria in order to model and rationalize the decision and trying to highlight its effective role and helping the decision maker to achieve solutions And contain all his objectives.

In order to achieve the objectives of the study has been modeled the reality of the productive decision of cable industry corporation « ENICAB » proposed a model whose results were obtained using the « QM » program.

The study reached several results, the most important the results of the proposed model outweigh what has been achieved and planned at the enterprise level which is one of the most important institutions that are active in the field of industrial cable types and derivatives in Algeria, thus demonstrating the effective role of normative programming objectives in translating the reality of the problems that the multiplicity of objectives has become dominated by.

Keywords: Decision Modeling, the rationalization of the decision, programming goals, the mathematical model, Multi-criteria analysis

تمهيد:

لقد أصبحت مشاكل اليوم أكثر تعقيدا و ذات أبعاد متعددة ما يستوجب التعامل معها بأسلوب علمي منظم و الاهتمام الكامل في الأمور و الشؤون المتعلقة بمصالح المؤسسة كيفما كانت إنتاجية أو إدارية ذات المصلحة الخاصة أو العامة، و ذلك من أجل البقاء و الاستمرار و تحقيق أهدافها مع استغلال مواردها الممكنة و المتاحة بدرجة عالية من الكفاءة و الفعالية و عليه تغيرت مشاكل القرار من مشاكل ذات المعيار الواحد إلى مشاكل قرار متعددة المعايير.

و لقد دفع هذا الواقع الذي يواجهه صاحب القرار إلى التفكير في طرق أكثر فعالية لمواجهة مشاكل القرار متعدد المعايير و التي يطلق عليها التحليل متعدد المعايير لتساعده على الإحاطة بجوانب المشكلات المختلفة و المتعددة كتوضيح أولوية المعايير في الأهمية و ترتيبها و هيكلة تفضيلات صاحب القرار.

و لقد بذلت الكثير من المحاولات و الجهود لنمذجة هذا النوع من القرارات، إذ تعد النمذجة الرياضية واحدة من الدراسات الحديثة التي جاءت لتعطي صاحب القرار حلولا قريبة أكثر من واقعه، و نتيجة للاهتمام المتزايد بدراسة مشاكل تعدد الأهداف و اتخاذ القرار الرشيد، و مع التطور الهائل الذي حدث في الآونة الأخيرة في مجال بحوث العمليات فقد وسع من قاعدة هذه الاستخدامات من خلال إضافة عدة أساليب رياضية و أهم هذه الأساليب البرمجة الرياضية بالأهداف. و سيتم من خلال هذه الدراسة توضيح كيفية استخدام هذه النماذج الرياضية في ظل تعدد الأهداف لإعطاء صاحب القرار مساحة أوسع في حل مشاكل القرار التي تواجهه خاصة منها التي تعتمد على عدة معايير بدل المعيار الواحد.

و عليه فإن اشكالية هذا الموضوع تدور حول كيفية استخدام برمجة الأهداف لنمذجة القرارات متعددة المعايير بهدف ترشيدها بمؤسسة "***ENICAB***"، و سوف يتم معالجة الاشكالية بالاعتماد على المحاور الرئيسية التالية:

1-الإطار المفاهيمي لنمذجة و ترشيد القرار متعدد المعايير.

2-البرمجة الرياضية متعددة الأهداف.

3-استخدام برمجة الاهداف المعيارية في نمذجة القرار الانتاجي بمؤسسة "***ENICAB***".

1-الإطار المفاهيمي لنمذجة و ترشيد القرار متعدد المعايير:

1-1 مفهوم نمذجة القرار الإداري: النمذجة هي مبدأ أو تقنية تمكن الباحث أو متخذ القرار من بناء نموذج لظاهرة أو لسلوك عبر إحصاء المتغيرات أو العوامل المفسرة لكل واحدة من هذه المتغيرات، فهي تمشي علمي يمكن من فهم الأنساق المركبة و المعقدة عبر خلق نموذج يكون بنية صورية تعيد إنتاج الواقع افتراضيا.[1] و لقد عرف باري ريندر بكتابه عملية نمذجة القرارات بأنها: تمثيل (رياضي عادة) لسيناريو أو حوار إحدى المشكلات التطبيقية أو لبيئتها، و يعرفها كذلك على أنها أسلوب علمي لاتخاذ القرارات الإدارية[2]، أما النمذجة الرياضية للقرارات تعرف بأنها التعبير عن الترابط بين المتغيرات الفيزيائية بعلاقات رياضية، أو بشكل آخر هي صياغة مشكلة ما وفق علاقات رياضية يطلق عليها اسم النموذج الرياضي.[3]

1-2 مفهوم ترشيد القرار الاداري: إن توضيح مفهوم ترشيد عملية اتخاذ القرار و مفهوم القرار الرشيد يصمم بالدرجة الأساس على تفسير مصطلح (الرشد) "***Rationality***"، حيث وردت فيه تفسيرات متعددة لهذا المصطلح مضمونها العام هو إضفاء صفة العقلانية في السلوك و التصرف، ومنه يفهم أن ترشيد القرار يعني إضفاء صفة الحكمة و العقلانية عليه، و بالتالي يقصد بالقرار الرشيد ذلك القرار الإداري الذي تتوفر فيه متطلبات العقلانية أو المعقولية في المضمون و المحتوى إضافة إلى أنه قائم على أساس علمي و مدروس.[4]

1-3 التحليل متعدد المعايير لاتخاذ القرار: و هو مختلف الاجراءات و الطرق و الأساليب التي تسمح بحل مشكل قرار يحتوي على عدة معايير،[5] و في الحقيقة أن الواقع هو متعدد الأبعاد، فمن الطبيعي أن نعتمد على عدة زوايا و جوانب لاتخاذ القرار و مع محدودية الحل أحادي المعيار أصبح من الضروري استخدام أساليب التحليل متعدد المعايير. و يرى برنارد روي أنه طريقة جديدة للتفكير و الفهم حيث يأخذ العديد من المعايير الكمية و الكيفية بعين الاعتبار و التي تكون في كثير من الأحيان غير متجانسة و متضاربة و مختلفة من حيث الأهمية و الدقة.[6]

2-مفهوم البرمجة الرياضية متعددة الأهداف: يندرج نموذج البرمجة الرياضية بالأهداف ضمن ما يعرف بالطرق المتعددة المعايير لاتخاذ القرار، و الذي يعرف بأنه الأسلوب الذي يساعد على اتخاذ القرار باختيار بديل ضمن عدة بدائل في ظل وجود عدة معايير تميز كل بديل عن الآخر، و قد تكون هذه المعايير إما كمية و إما نوعية أو مزيج بينهما. لقد تم

تطوير هذه الطرق بشكل كبير من طرف عدة باحثين إذ تم استحداث العديد من الطرق إلا أنه تبقى نماذج البرمجة بالأهداف أحد أهم هذه الطرق و أكثرها استخداما. و يعود الفضل إلى كل من كوبر و فرجيسون في ظهور فكرة برمجة الأهداف سنة ***1952***.[7] و كانت أول صياغة لنموذج برمجة الأهداف سنة ***1961*** من طرف شارنس و كوبر ، على الشكل التالي[8]

$$GP\begin{cases} \boldsymbol{Min\ Z:} \sum_{v=1}^{k}\left|\left(\sum_{j=1}^{n} C_{vj}X_j - g_v\right)\right| \\ SC\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} C_{vj}X_j - \delta_v^+ + \delta_v^- = g_v & ,(v = 1,2,\dots k) \\ \sum_{j=1}^{n} a_{ij}X_j \leq = \geq b_i & ,(i = 1,2,\dots m) \\ X_j, \delta_v^+, \delta_v^- \geq 0 \quad ,(j = \mathbf{1},2,\dots n) & ,(v = 1,2,\dots k) \end{cases} \end{cases}$$

حيث :

(X_j): متغير القرار (j)

(C_{vj}): معامل متغير القرار (X_j) في دالة الهدف (v) ، حيث: $(v = 1,2,\dots k)$

(g_v): مستوى الطموح لدالة الهدف (v)

(a_{ij}): معامل الموارد (i) المتاحة لمتغير القرار (j)، حيث: $(j = 1,2,\dots n)$

(b_i): الموارد المتاحة من النوع (i)، حيث: $(i = 1,2,\dots m)$

(δ_v^+): الانحراف الموجب عن مستوى الطموح.

(δ_v^-): الانحراف السالب عن مستوى الطموح.

3- نمذجة القرار الإداري لمؤسسة ENICAB باستخدام برمجة الأهداف المعيارية

3-1- الهدف من النمذجة ببرمجة الأهداف بمؤسسة ENICAB

إن الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو نمذجة أحد أهم القرارات الإدارية بمؤسسة ENICAB، و هو القرار الإنتاجي باستخدام برمجة الأهداف الرياضية، و تحديد الخطة الإنتاجية التي تسمح للمؤسسة بتحقيق أهدافها المتعارضة بسبب تعددها و ذلك في فترة تخطيطية إنتاجية متوسطة المدى لمدة سنة كاملة (2016) بالانطلاق من المعلومات و المعطيات التي تم الحصول عليها من مديرية المؤسسة نفسها.

و مضمون المشكلة قيد النمذجة هو تحديد خطة إنتاجية تحقق الأهداف المحددة من طرف المؤسسة للسنة قيد الدراسة (2016) و المتمثلة في رفع كمية الإنتاج بـ (7%) عن كمية الإنتاج للسنة الماضية(2015) كأدنى حد، و ما يتبعه من أهداف متعددة و متعارضة من رفع الإرادات و الأرباح و إنتاجية... بأقل التكاليف في ظل مجموعة من القيود المفروضة على المؤسسة و التي تم حصرها في الطاقة الإنتاجية المتاحة في الورشات الإنتاجية و الكميات المتوفرة من المواد الأولية و بعض الطلبات التي تم التعهد بإيفائها أمام زبائنها بشكل مسبق.

3-2- فرضيات نمذجة القرار الإنتاجي لمؤسسة ENICAB ببرمجة الأهداف

تعد مؤسسة "ENICAB" من أهم المؤسسات الاقتصادية على المستوى الوطني و تظهر أهميتها بقدرتها و تميزها في تعويض المؤسسات الأجنبية في مجال نشاطها المتمثل في صناعة الكوابل الكهربائية بأنواعها، ذات المستوى العالي من الجودة و التي ترقى إلى المستوى العالمي نتيجة التحكم في تقنيات الإنتاج المتطورة، مما فتح لها باب الدخول إلى الأسواق العالمية بعد حصولها على شهادات الـ "ISO".

من أجل نمذجة القرار الإنتاجي لمؤسسة ENICAB هناك مجموعة من الفرضيات التي تقوم عليها النمذجة ببرمجة الأهداف الخطية، لتحديد أهم العناصر و العوامل الملائمة للقرار الإنتاجي قيد النمذجة، فمن الصعب أن يشتمل النموذج جميع مركبات الظاهرة لذلك و بهدف الوصول إلى الحلول الأكثر اقترابا من الواقع و الأكثر إرضاء له و توفيقا لأهدافه سنحاول تحديد أهم تلك العناصر و أكثرها تحكما و تأثيرا في النتائج.

3-2-1- فرضية متغيرات النموذج: تقوم مؤسسة ENICAB بإنتاج خمس مجموعات رئيسية (عائلات) من الكوابل و تتفرع هذه الأخيرة إلى مجموعات فرعية (عائلات فرعية)، و كل مجموعة فرعية تتكون من أنواع مختلفة من حيث الوزن و الخصائص و التكوين و الاستخدام في المجموعة الرئيسية الواحدة ليصل عدد الأنواع المنتجة من الكوابل إلى 800 نوع مختلف، و من أجل تبسيط واقع منتجات المؤسسة و عدم إهمال التنوع الهائل لمنتجاتها سوف يتم الأخذ بعين الاعتبار المجموعات الفرعية الـ 16 لمنتجات المؤسسة لتعبر كل مجموعة فرعية عن أنواع الكوابل المتعددة التي تنتمي إليها.

و بناءا على ما سبق يمكن تحديد منتجات المؤسسة بـ 16 منتجا، يوضحها الجدول الموالي بحيث يرمز للكمية المنتجة بـ (X_i) ، و يتغير (i) حسب نوع الكوابل المدروسة أي $(i = 1,2, \dots ,16)$:

الجدول رقم(1): المتغيرات التي تمثل كمية المنتجات بمؤسسة *ENICAB*

الكوابل من نوع:	*11010F*	*11010R*	*110200*	*11020R*	*11030F*	*121200*	*11140F*	*11140R*
الكمية المنتجة	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8
الكوابل من نوع:	*110800*	*111100*	*111300*	*11210B*	*12210B*	*025000*	*015000*	*01500D*
الكمية المنتجة	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على مصلحة التخطيط

فرضيات قيود النموذج: بعد تحديد متغيرات النموذج، يتحدد الإطار العام لنموذج البرمجة بالأهداف و المتمثل في دالة الهدف و القيود و التي تنقسم إلى:

أ. **قيود الأهداف:** و تتضمن كافة الأهداف التي تسعى مؤسسة ***ENICAB*** لتحقيقها في تخطيط إنتاجها حيث تم حصرها في 11 هدفا، و كانت هذه الأهداف كما يلي:

- هدف مستوى الإنتاج الكلي: فالمؤسسة تهدف لأن يكون مستوى الإنتاج لسنة الدراسة (2016) أكبر من إنتاج السنة الماضية (2015) بـ 7% كحد أدنى.
- هدف تعظيم الإرادات.
- هدف تعظيم الربح.
- هدف تدنية تكاليف الإنتاج.
- هدف تدنية تكاليف الآلات
- هدف تدنية تكاليف المستخدمين.
- هدف تعظيم الإنتاجية.
- هدف تحقيق الحد الأدنى من الإنتاج للكوابل المنزلية، (24% من الإنتاج الكلي)
- هدف تحقيق الحد الأدنى من الإنتاج لكوابل التوزيع و الكوابل الاصطناعية، (23% من الإنتاج الكلي).
- هدف تحقيق الحد الأدنى من الإنتاج لباقي الكوابل المنتجة بالمؤسسة (ذات التوتر العالي و المتوسط، الكوابل غير المعزولة و الـ "***ALU/ACIER***" (51% من الإنتاج الكلي).

- هدف تحقيق الحد الأدنى من كمية مساهمات بعض المنتجات (0.25)11010F, , (0.6)11210B, (0.198)11030F, (0.42)015000(0.3)11140F)) في تغطية تكاليف المستخدمين (1.7% من الإنتاج الكلي).

ب.القيود التكنولوجية : و هي مجموعة القيود المفروضة على مؤسسة ***ENICAB*** من طاقة إنتاجية متاحة، و مواد أولية متاحة و كذا بعض الطلبيات التي يجب الوفاء بها لزبائنها و يمكن توضيحها كما يلي:

- **قيود المواد الأولية المتاحة:** تعتمد مؤسسة ***ENICAB*** على عدد من المواد الأولية في إنتاجها حيث تم إجمالها في 3 مجموعات رئيسية:
  - قيد استهلاك المادة الأولية (***CUIVRE***)
  - قيد استهلاك المواد الأولية (***AL , AGS , AGG***)
  - قيد استهلاك المواد الأولية (***PVS , PRS***)
- **قيود الطاقة الإنتاجية المتاحة:** تمر عملية إنتاج الكوابل بمجموعة من المراحل موزعة على 16 ورشة و تحتوي كل ورشة على مجموعة من الآلات التي تتكرر في بعض الورشات و تكون مفردة في ورشات أخرى، كل حسب نوع الوظيفة أو الوظائف التي تتم في الورشة الواحدة من قلد و ظفر و تجميع... و غيرها من العمليات، و المقصود بالطاقة الإنتاجية المتاحة الحجم الساعي المتاح في كل ورشة بحيث تنقسم إلى:

- ورشات تعمل بمعدل 24 ساعة مدة 26 يوما بالشهر على مدار السنة: $(724 \times 26 \times 12 = 7488)$.
- ورشات تعمل بمعدل 16 ساعة مدة 26 يوما بالشهر على مدار السنة : $(16 \times 26 \times 12 = 4992)$.
- ورشات تعمل بمعدل 8 ساعات مدة 30 يوما بالشهر على مدار السنة: $(3 \times 30 \times 12 = 2880)$.

- **قيود الوفاء بالطلب:** التزمت مؤسسة ***ENICAB*** بمجموعة من الطلبات لبعض من منتجاتها اتجاه بعض الزبائن، بحيث أن الكميات التي تلتزم بها مسبقا تكون كقيود ضمن مخططها الإنتاجي و يجب الوفاء بها.

ج. قيود عدم السلبية: و توضح بأن الكميات التي تهدف المؤسسة إنتاجها لا يمكن أن تأخذ قيما سالبة فصاحب القرار يقرر أن تنتج المؤسسة كميات معينة من كل المنتجات أو بعضها أو لا تنتج مطلقا.

3-2-3- فرضية وحدات القياس: يتم افتراض وحدات لقياس كما يلي:

- الطن **(طن)** لقياس وزن الكوابل محل الدراسة.
- الكيلوغرام **(كلغ)** لقياس وزن المواد الأولية الداخلة في إنتاج الكوابل.
- الساعة **(سا)** لقياس الطاقة الإنتاجية المتاحة بالورشات و الزمن المستغرق لإنتاج 1 طن من الكوابل.
- الدينار الجزائري **(دج)** لقياس الإرادات ، الأرباح، التكاليف الخاصة بمنتجات المؤسسة.

3-3- صياغة النموذج الرياضي لمتغيرات برمجة الأهداف المعيارية

انطلاقا من فرضيات النمذجة السابقة سوف يتم صياغة النموذج الرياضي للقرار الإنتاجي بمؤسسة ***ENICAB*** حسب متغيرات برمجة الأهداف المستخدمة في النمذجة.

3-3-1 الصياغة القانونية لنموذج البرمجة بالأهداف

و يعتبر أول نموذج تم التطرق إليه و يتكون من العناصر الأساسية : دالة الهدف، القيود بأنواعها الهدفية و التكنولوجية و قيود عدم السلبية، و على هذا الأساس تتم صياغة النموذج الرياضي لبرمجة الأهداف المعيارية كما يلي:

أ. صياغة دالة الهدف: و توضح مجموع الانحرافات السالبة و الموجبة التي يجب تخفيضها إلى أدنى حد ممكن و بما أن القرار الإنتاجي قيد النمذجة يتكون من 11 هدفا فإن دالة الهدف تأخذ الشكل التالي:

$$\text{Min : Z} = \sum_{i=1}^{11} (d_i^- + d_i^+)$$

حيث تمثل: (d_i^-, d_i^+) الانحرافات السالبة و الموجبة عن مستوى الطموح كما يتم التعبير عنه في برنامج "**QM For Windows**" المستخدم.

ب.صياغة القيود:

1- قيود الأهداف: و يتم تحديد مستويات الطموح التي تسعى المؤسسة لتحقيقها بالاعتماد على نتائج سنة 2015 ، و يمكن تفصيل ذلك كما يلي:

- **هدف مستوى الإنتاج الكلي (القيد رقم 1):** تسعى المؤسسة للرفع من مستوى الإنتاج لسنة 2016 عن ما حققته سنة 2015 و المساوي لـ11986.92 طن من الكوابل، بـ (7%) كحد أدنى، و عليه يكون مستوى الطموح للإنتاج الكلي:

$$11986.92 \times 1.07 = 12826$$

- **هدف تعظيم الإرادات (القيد رقم 2):** تسعى المؤسسة لتعظيم الإرادات لسنة 2016 عن ما حققته سنة 2015 بـ (7%) كحد أدنى، و عليه يكون مستوى الطموح للإرادات الكلية :

$$13212977392\ 1.07 = 14137890000$$

- **هدف تعظيم الأرباح (القيد رقم 3):** تسعى المؤسسة لتعظيم الأرباح لسنة 2016 عن ما حققته سنة 2015 و المساوية لـ5192087914 دج ، بـ (7%) كحد أدنى، و عليه يكون مستوى الطموح للأرباح الكلية :

$$5192087914 \times 1.07 = 5555534000$$

- **هدف تدنية تكاليف الإنتاج (القيد رقم 4):** تسعى المؤسسة لتدنية تكاليف الإنتاج لسنة 2016 إلى أدنى حد ممكن فالكمية المنتجة سنة 2015 كانت تكاليف الإنتاج لها مساوية لـ8020889479 دج ، و عليه كمية الإنتاج التي تطمح لها المؤسسة ستزيد عن تكاليف الإنتاج لسنة 2015 بـ (7%) كحد أقصى، و عليه يكون الحد الأقصى المسموح به لتكاليف الإنتاج لسنة 2016 :

$$8020889479 \times 1.07 = 8582352000$$

- **هدف تدنية تكاليف الآلات (القيد رقم 4):** تسعى المؤسسة لتدنية تكاليف الآلات لسنة 2016 إلى أدنى حد ممكن فالكمية المنتجة سنة 2015 كانت تكاليف الآلات لها مساوية لـ 3898532250 دج ، و عليه كمية الإنتاج التي تطمح لها المؤسسة ستزيد عن تكاليف الآلات لسنة 2015 بـ (7%) كحد أقصى ، و عليه يكون الحد الأقصى المسموح به لتكاليف الآلات لسنة 2016 : $3898532250 \times 1.07 = 4171430000$

- **هدف تدنية تكاليف المستخدمين (القيد رقم 5):** تسعى المؤسسة لتدنية تكاليف المستخدمين لسنة 2016 إلى أدنى حد ممكن فالكمية المنتجة سنة 2015 كانت تكاليف المستخدمين لها مساوية لـ 346436625.7 دج ، و عليه كمية الإنتاج التي تطمح لها المؤسسة ستزيد عن تكاليف المستخدمين لسنة 2015 بـ (7%) كحد أقصى ، و عليه يكون الحد الأقصى المسموح به لتكاليف المستخدمين لسنة 2016 :

$346436625.7 \times 1.07 = 370687200$

- **هدف تعظيم الإنتاجية (القيد رقم 6):** تسعى المؤسسة لتعظيم الإنتاجية لسنة 2016 عن ما حققته سنة 2015 و المساوية لـ 4241 دج ، بـ (7%) كحد أدنى، و عليه يكون مستوى الطموح للإنتاجية الكلية : $4241 \times 1.07 = 4538$
- **هدف تحقيق الحد الأدنى من الإنتاج للكوابل المنزلية (القيد رقم 7):** و التي تمثل نسبة أعلى من (24%) من الإنتاج الكلي أي 3121 طن كحد أدنى و يمكن تفصيل قيد الهدف كما يلي: $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 3121$
- **هدف تحقيق الحد الأدنى من الإنتاج لكوابل التوزيع و الكوابل الاصطناعية (القيد رقم 8):** و التي تمثل نسبة أعلى من (23%) من الإنتاج الكلي أي 3042 طن كحد أدنى: $X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \geq 3042$
- **هدف تحقيق الحد الأدنى من الإنتاج لبقية الكوابل المنتجة** (ذات التوتر العالي و المتوسط، الكوابل غير المعزولة و الكوابل من نوع الـ ***"ALU/ACIER"***) **(القيد رقم 9):** و التي تمثل نسبة أعلى من (51%) من الإنتاج الكلي أي 6663 طن كحد أدنى:

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} \geq 6663$$

- **هدف تحقيق الحد الأدنى من كمية مساهمات بعض المنتجات (القيد رقم 10)** (11210B,11010F ,11030F ,11140F ,015000) في تغطية تكاليف المستخدمين حيث تمثل (1.7%) من الإنتاج الكلي أي 224 طن كحد أدنى:

$$0.25X_1 + 0.3X_5 + 0.6X_7 + 0.198X_{12} + 0.42X_{15} \geq 224$$

2- القيود التكنولوجية: و تنقسم إلى قيود الطاقة الإنتاجية المتاحة و قيود المواد الأولية المتاحة و قيود الوفاء بالطلب:

- **قيود المتاح من المادة الأولية** :من خلال الكمية المستخدمة من المادة الأولية في طن واحد من الكوابل يمكن تفصيل القيود كما يلي:
  - ↳ **قيد استهلاك المادة الأولية (*CUIVRE*) (القيد رقم 11)**
  - ↳ **قيد استهلاك المواد الأولية (*AL , AGS , AGG*) (القيد رقم 12)**
  - ↳ **قيد استهلاك المواد الأولية (*PVS , PRS*) (القيد رقم 13)**
- **قيود الطاقة الإنتاجية المتاحة (القيود من 14 إلى29):** من خلال الزمن الذي يستغرقه كل 1 طن لكل منتج بكل ورشة يمكن تفصيل قيود الطاقة الإنتاجية .

●**قيود الوفاء بالطلب(القيود من 30 إلى33):** أي الكميات التي تعهدت بها المؤسسة أمام زبائنها.

و بناءا على ما سبق يمكن وضع الصياغة القانونية لنموذج البرمجة بالأهداف كما يلي:

$$
\begin{cases}
\textit{Goals} \begin{cases}
Max: Z_1 = X_1 + X_2 + \cdots + X_{10} \geq 12826 \\
Max: Z_1 = 1760247X_1 + 2548556X_2 + \cdots + 1421364X_{15} \geq 1413796000 \\
Max: Z_3 = 7248083X_1 + 8495222X_2 + \cdots + 4704858X_{15} \geq 5555534000 \\
Min: Z_4 = 1035433X_1 + 1593044X_2 + \cdots + 340909X_{15} \leq 353252000 \\
Min: Z_5 = 567394X_1 + 669086X_2 + \cdots + 742698X_{10} \leq 417420000 \\
Min: Z_6 = 46148X_1 + 38287X_2 + \cdots + 17124X_{10} \leq 370637200 \\
Max: Z_7 = 0.0243X_1 + 0.253X_2 + \cdots + 0.3854X_{10} \geq 4536 \\
Max: Z_8 = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 3121 \\
Max: Z_9 = X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \geq 3042 \\
Max: Z_{10} = X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} \geq 1662 \\
Max: Z_{11} = 0.2SX_1 + 0.3X_2 + 0.6X_3 + 0.198X_{12} + 3.42X_{15} \geq 324
\end{cases} \\
\textit{GP} \\
\textit{S.C} \begin{cases}
1007.74X_1 + 1000.18X_2 + \cdots + 998.96X_{10} \leq 4800000 \\
1003.04X_6 + 1000.13X_{13} + 1000.102X_{14} \leq 3100000 \\
33.248X_1 + 50.11X_2 + \cdots + 0.02X_{16} \leq 720000 \\
1.14X_2 + 25.09X_5 + 70.59X_6 + 3.96X_{12} + 1.35X_{15} \leq 7488 \\
9.53X_2 + 4.16X_4 + 7.27X_7 + 31.41X_{10} \leq 7488 \\
19.13X_{12} + 2.32X_{13} + 0.48X_{14} \leq 7488 \\
10.29X_1 + 1.1X_3 + 2.62X_5 + 0.4X_{14} \leq 7488 \\
0.95X_1 + 7.94X_3 + 8.46X_4 \leq 7488 \\
21.58X_5 + 6.05X_7 + X_8 + 58.32X_9 + 26.18X_{10} + 2X_{16} \leq 7488 \\
0.76X_2 + 6.35X_3 + 28.69X_{12} + 1.93X_{13} \leq 7488 \\
8.23X_1 + 2.77X_4 + 17.26X_5 + 0.86X_8 + 4.84X_9 \leq 7488 \\
0.57X_1 + 4.76X_3 + 2.08X_4 + 12.94X_5 + 0.96X_8 + 3.63X_9 \leq 7488 \\
6.17X_1 + 1.32X_2 + 1.57X_5 + 7.46X_{11} + 3.24X_{14} + 1.53X_{15} + X_{16} \leq 7488 \\
12.35X_1 + 3.14X_2 + X_3 + X_{10} + 5.97X_{11} \leq 4992 \\
2.09X_5 + 1.54X_{13} + 0.32X_{14} + 1.22X_{15} \leq 4992 \\
0.38X_2 + 3.17X_3 + 1.38X_4 + 3.52X_5 + 0.44X_9 \leq 4992 \\
6X_1 2.42X_2 + 1.04X_5 + 4.48X_{11} + 3.56X_{12} + 1.15X_{13} + 1.75X_{16} \leq 4992 \\
4.11X_1 + 2.96X_{11} + 0.77X_{12} + 3.34X_{16} \leq 2880 \\
105.88X_5 + 47.12X_{10} + 6.37X_{12} + 0.16X_{14} + 1.52X_{15} + 1.17X_{16} \leq 2880 \\
X_5 + X_{16} \geq 515 \\
X_{11} + X_{13} + X_{12} \geq 1018 \\
X_5 + X_{12} \geq 157
\end{cases} \\
X_1, X_2, \ldots, X_{16} \geq 0
\end{cases}
$$

صياغة النموذج الرياضي لبرمجة الأهداف المعيارية:

بناءا على الصياغة النظامية (القانونية) لنموذج البرمجة بالأهداف يمكن وضع الصيغة الرياضية القياسية لنموذج البرمجة بالأهداف المعيارية لنمذجة القرار الإنتاجي بمؤسسة ***ENICAB*** ، و ما يميزه هو دالة الهدف التي تعمل على تخفيض الانحرافات غير المرغوب فيها عن مستوى الطموح إلى أدنى حد ممكن و تكون الصياغة لدالة الهدف كما يلي:

$$Min: Z = d_1^- + d_2^- + d_3^- + d_4^+ + d_5^+ + d_6^+ + d_7^- + d_8^- + d_9^- + d_{10}^- + d_{11}^-$$

3-3- حل و تفسير نتائج النمذجة ببرمجة الأهداف المعيارية باستخدام برنامج *QM*

3-3-1- وضع جدول الحل الأولي: و تسمى بحالة عدم الإنتاج و هي مرحلة إدخال بيانات النموذج بجدول الحل الأولي لبرنامج ***QM for Windows*** بالاعتماد على الصياغة الرياضية له، و بما أن برمجة الأهداف المعيارية لا تميز بين الأهداف فإنه يتم وضع قيمة الواحد الصحيح لكل الأهداف لتوضيح أن كل الأهداف لها نفس مستوى الأولوية و دون أي أوزان، ترجح هدف عن الآخر، و ذلك حسب الانحرافات غير المرغوب فيها التي تدخل في دالة هدف النموذج و تبقى الانحرافات المرغوب فيها مساوية للصفر.

3-3-2- حل و تفسير نتائج النمذجة ببرمجة الأهداف المعيارية:

بعد إدخال بيانات النموذج في جدول الحل الأولي ، يتم الضغط على مفتاح "***Solve***" للحصول على الحل. و يمكن قراءة النتائج المحصلة من خلال ثلاث عناصر كما يلي:

المتغيرات القرارية: نلاحظ أن المتغيرات القرارية التي تعبر عن أنواع الكوابل المنتجة من طرف مؤسسة ***ENICAB*** تأخذ قيما معدومة مما يعني عدم إنتاج المنتجات من الكوابل المقابلة لها و التي تتمثل في كل من " (X_1) ، " (X_9) ، (X_{10}) ، (X_{15})، في حين باقي المنتجات يتم إنتاجها بكميات متفاوتة، و على هذا الأساس نقول أن نتائج الحل باستخدام برمجة الأهداف المعيارية تقترح أن يكون الإنتاج من 12 مجموعة من الكوابل بدل 16 مجموعة، و ذلك من أجل تحقيق الأهداف المرجوة قدر الإمكان، و يمكن تلخيص الكميات المنتجة المقابلة لكل نوع من المنتجات بالجدول الموالي:

الجدول رقم (2): الكميات المنتجة من الكوابل المقترحة باستخدام برمجة الأهداف المعيارية

الكوابل	(X_1)	(X_2)	(X_3)	(X_4)	(X_5)	(X_6)	(X_7)	(X_8)
الكمية المنتجة	0	2124.735	232.625	660.023	102.943	1887.243	304.07	850.812
الكوابل	(X_9)	(X_{10})	(X_{11})	(X_{12})	(X_{13})	(X_{14})	(X_{15})	(X_{16})
الكمية المنتجة	0	0	133.726	54.428	829.859	5319.653	0	325.659

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج برنامج ( )

قيود الأهداف: و يمكن تحليل النتائج المحصل عليها حسب نوع الانحرافات كما يلي:

- **الانحرافات المرغوب فيها:** و هي الانحرافات التي زادت أو نقصت عن مستوى الطموح لكن في في نفس اتجاه تغير قيد الهدف و تظهر هذه الانحرافات كما يلي:

- انحرافات بالنقصان بالنسبة لهدف تدنية تكاليف الإنتاج و هدف تدنية تكاليف الآلات و هو ما يتماشى مع رغبة المؤسسة حيث تراجعت تكاليف الإنتاج بـ 389120 دج عن مستوى الطموح الذي لا ترغب المؤسسة في تجاوزه لتصبح التكاليف مساوية لـ 8581954740 دج بدل الـ 8582343000 دج ، كما تراجعت تكاليف الآلات بـ 129792 دج عن مستوى الطموح لتصبح مساوية لـ 4171295281 دج بدل الـ 4171425000 دج ، و هذا التغير في مصلحة المؤسسة.
- انحرافات بالزيادة في كل من : هدف تعظيم الإنتاجية حيث هناك زيادة بـ 5.51 طن/ سا تقريبا ، و هدف تحقيق نسبة 23% على الأقل من الكميات المنتجة من الكوابل الصناعية و كوابل التوزيع بزيادة قدرها 0.125 طن و إن كانت بسيطة إلا أنها في إتجاه تغير القيد ، و هو نفس الشيء بالنسبة لهدف تحقق نسبة 51% على الأقل من إنتاج باقي الكوابل (ذات التوتر العالي و المتوسط و الكوابل غير المعزولة و كوابل الـ "***ALU/ACIER*** ") بتغير طفيف مقدر بـ 0.326 طن، بالإضافة لهدف تحقق الحد الأدنى لكمية إنتاج الكوابل التي تساهم في تغطية تكاليف المستخدمين و الذي سجل انحراف بالزيادة بقدر بسيط جدا 0.102 طن تقريبا.

و مما سبق يمكن القول أنه رغم الانحرافات البسيطة عن مستويات الطموح إلا أنها انحرافات مرغوب فيها و هي في صالح المؤسسة مما يعني نجاح النموذج في تحقيق رغبات صاحب القرار بالنسبة لهذه الأهداف.

- **الانحرافات غير المرغوب فيها:** و تظهر في الزيادة في مستوى تكاليف المستخدمين (عكس اتجاه تغير قيد تكاليف المستخدمين) و التي تقدر بـ 29312 دج ، كما تظهر هذه الانحرافات و لكن بالنقصان في كمية الإنتاج (الهدف الأول) و التي تراجعت بـ 0.223 طن، و كذلك في مستوى الإرادات التي تراجعت بـ 477184 دج، و هو

نفس الشيء بالنسبة للأرباح التي انحرفت بـ87040 دج، و كذا تراجع كمية المنتجات من الكوابل المنزلية بانحراف قدره 0.674 طن.

ما يمكن ملاحظته هو أنه رغم أن هذه الانحرافات التي حدثت على مستويات الطموح كانت غير مرغوب فيها إلا أنها صغيرة جدا لا تكاد أن تغير رأي متخذ القرار في إتباع هذه الخطة و هو ما يعزز دور برمجة الأهداف في تدنية الانحرافات إلى أدنى حد ممكن.

ج. **قيود النظام:** أو القيود التكنولوجية و التي انقسمت إلى:

- **قيود المتاح من المادة الأولية:** لم يتم استغلال ما يعادل 213 كلغ من الـ "***CUIVRE***" و 56857 كلغ من الـ "***AL , AGS , AGG***" أي أنه تم استغلال : 4799787 كلغ و 8043143 كلغ على التوالي بدلا من الكمية المتاحة، أما المواد الأولية "***PVC , PRS***" فقد تم استغلالها كليا و يوضح العمود "a^+ (row i)" الاحتياج من هذه المواد لتحقيق الكميات المقترحة للإنتاج الذي يقدر بـ 27.1875 كلغ ، أي أن المؤسسة بحاجة إلى 720027.1875 كلغ من هذه المواد بدل 720000 كلغ ، و رغم أن هذه الكمية غير متوفرة إلا أن صاحب القرار بإمكانه توفيرها من أجل تحقيق هذه الخطة المقترحة كونها كمية بسيطة مقارنة بما سيتم تحقيقه من أهداف.
- **قيود الطاقة الإنتاجية بالورشات:** الطاقة المتاحة لم يتم استغلالها كليا في كامل الورشات، أي أن هناك فائض في الطاقة الإنتاجية للمؤسسة في جميع الورشات، حيث هناك طاقة غير مستغلة في الورشة "H_2" تقدر بـ 1202.413 سا، و في الورشة "H_3" طاقة غير مستغلة تقدر بـ 314.803 ... و هكذا في باقي الورشات، و هو ما يتيح لصاحب القرار إعادة التفكير في كيفية استغلالها و استثمارها فيما هو لصالح المؤسسة.
- **قيود الوفاء بالطلب:** تحققت قيود الطلب على السلع ما يعني أنه لا يوجد نقص عن الكمية المطلوبة، بل يوجد زيادة عن المستوى المطلوب ، حيث زاد مجموع كميات الإنتاج للمجموعة الأولى بـ 43.28 طن و هي كمية معتبرة، و هناك زيادة في كميات الطلب للمجموعتين المتبقيتين بـ 1.428 طن و 0.372 طن على التوالي، و هذه الزيادة تمكن صاحب القرار من التعاقد بكميات إضافية تعادل هذه الزيادة مع زبائن آخرون.

3-4- تحليل نتائج النمذجة ببرمجة الأهداف المعيارية و تقييمها:

بعد بناء النموذج و حله تأتي مرحلة مهمة بالنسبة لمتخذ القرار و هي مرحلة التأكد من صلاحية هذا النموذج لحل المشكلة قيد النمذجة طبقا للحل الذي تم اشتقاقه، و ما مدى حكمه عليه بالفعالية، و ذلك بمقارنة النتائج المقترحة باستخدام النمذجة بما تم التخطيط له بشكل مسبق بالأساليب الخاصة بالمؤسسة و ما تم إنجازه فعليا، و يمكن توضيح ذلك من خلال الجدول الموالي:

الجدول رقم (3): جدول مقارنة كميات الإنتاج المخططة و الفعلية و المقترحة بمؤسسة *ENICAB*

الكوابل	(X_1)	(X_2)	(X_3)	(X_4)	(X_5)	(X_6)	(X_7)	(X_8)
الكمية الفعلية	58	2273	271	511	100	1937	233	711
الكمية المخططة	76	2126	300	563	62	1946	28	705
الكمية المقترحة	0	2124.735	232.625	660.023	102.943	1887.243	304.07	850.812
الكوابل	(X_9)	(X_{10})	(X_{11})	(X_{12})	(X_{13})	(X_{14})	(X_{15})	(X_{16})
الكمية الفعلية	1.7	1	148	66	712	4849	42	299
الكمية المخططة	1	2	151	68	889	5439	39	252
الكمية المقترحة	0	0	133.726	54.428	829.859	5319.653	0	325.659

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج برنامج ( ) و ما تم الحصول عليه من مصلحة التخطيط بمؤسسة *ENICAB*

من خلال جدول مقارنة كمية المنتجات نجد أن الكميات كانت متقاربة بين المخطط و الفعلي و المقترح بأنواعه في العديد من المنتجات منها المنتجات (X_2)،(X_3)،(X_4)، (X_5)،(X_6)،(X_7)،(X_8)، ... ، و هو ما يدل على صدق نتائج النمذجة و خاصة بالنسبة للمنتجات (X_9)، (X_{10})التي كانت قيمها مساوية للصفر و هي قريبة جدا من واقع المؤسسة ، و كذلك بالنسبة لمخططها، و بذلك يمكن أن نقول على الرغم من الاختلاف الكبير في كميات الإنتاج الكلية بين ما هو مخطط و ما هو منجز بالمقارنة بما تم اقتراحه إلا أنه

هناك تقارب كبير في توزيع الكميات و هذا ما يدل على اقتراب نتائج النمذجة من الواقع الذي يحيط بمتخذ القرار و الذي يسعى من خلاله تحديد الحل الأكثر إرضاء و خدمة لأهداف المؤسسة.

و الجدول الموالي يوضح مقارنة نتائج النمذجة مع المخطط و المنجز و المقترح:

الجدول رقم (4): جدول مقارنة مستويات الأهداف المخططة و الفعلية و المقترحة بمؤسسة *ENICAB*

	الهدف (1)	الهدف (2)	الهدف (3)	الهدف (4)	الهدف (5)	الهدف (6)
الفعلي	12212,7	14047362382	5426813692	8620548690	4112166758	369437522
المخطط	12899	14054062687	5467470811	8586688779	4112706709	371081241
المقترح	12825,7776	14137395010	5555440269	8581954740	4171295281	370715630
	الهدف (7)	الهدف (8)	الهدف (9)	الهدف (10)	الهدف (11)	
الفعلي	4269,620303	3213	2883,7	6116	215,008	
المخطط	4619,664098	3127	2934	6838	235,444	
المقترح	4542,6264	3120,3257	3042,1253	6663,32658	224,101779	

المصدر: من إعداد الباحثين بالاعتماد على نتائج برنامج ( ) و ما تم الحصول عليه من مصلحة التخطيط بمؤسسة *ENICAB*

و بتحليل مستويات الأهداف ، يظهر تميز نتائج برمجة الأهداف المعيارية عن ما تم تحقيقه فعليا أو التخطيط له على مستوى المؤسسة، بحيث استطاعت تحديد الحل المرضي الذي يوفق بين جميع الأهداف و بفعالية أهمها هدف كمية الإنتاج الكلي، حيث انحصرت الكميات المقترحة (12825.77 طن، 12882.47 طن، 12882.43 طن، 12817.68 طن) بين الكمية المنتجة فعليا (12212.7 طن) و الكمية المخطط لها على مستوى المؤسسة لسنة 2016 (12899 طن)، حيث حاولت المؤسسة في تخطيطها أن تنتج كميات أكبر لتحقيق إيرادات و أرباح أكبر بتكاليف أقل ، إلا أن الخطة المقترحة باستخدام برمجة الأهداف المعيارية تحقق أرباح و إيرادات أعلى رغم كمية الإنتاج الأقل، و بتكاليف أقل من تكاليف خطة المؤسسة و التي قد تفسر بفارق كمية الإنتاج إلا أنها كانت أقل حتى من التكاليف الفعلية التي تحملتها المؤسسة بإنتاج 12212.7 طن فقط خلال السنة، و ذلك من أجل تحقيق إنتاجية أعلى و كذا الحفاظ على نسب الإنتاج التي حددتها المؤسسة : 24% من الكوابل المنزلية، 23% من الكوابل الصناعية و كوابل التوزيع و 51% من الكوابل ذات التوتر العالي و المتوسط و الكوابل غير المعزولة و كذا كوابل الـ "***ALU/ACIER***" ، و

كما تحقق الحد الأدنى من الكمية المستخدمة في تغطية تكاليف المستخدمين، و هو ما يبين صدق و صحة النموذج و إمكانية اعتماده في نمذجة القرار الإنتاجي للمؤسسة لما حققته نتائجه من تفوق و تميز عن ما أنجز فعليا أو ما تم التخطيط له خلال سنة الدراسة 2016.

خلاصة:

تم تطبيق أهم خوارزميات برمجة الأهداف المتعددة من خلال هذه الدراسة من أجل نمذجة القرار الإنتاجي لمؤسسة "***ENICAB***" ، و تم اعتماد برمجة الأهداف المعيارية في حالة كل الأهداف لها نفس المستوى من الأهمية و لا ترجح بعضها عن الآخر، و أثبتت النتائج الدور الفعال لبرمجة الأهداف في ترجمة واقع المشكلات التي أصبح تعدد الأهداف يسيطر عليها مع مراعاة الظروف الحقيقية المحيطة بالمؤسسة قدر الامكان كي لا يفقد النموذج قيمته و يجعله مجرد تطبيقات عددية محدودة الأهمية، فالإلمام بالمعلومات الحقيقية عن ظروف المؤسسة و المعطيات التي تحدد معاملات و متغيرات المسألة تعتبر مرحلة جد هامة لنجاح النمذجة و بالتالي ترشيد القرار.

و في الختام يمكن أن نقول أن إسقاط الجانب النظري من الدراسة على الجانب التطبيقي قد جعلنا نتطلع أكثر على واقع نمذجة القرارات متعددة المعايير و واقع المؤسسة الحقيقي و أهمية الأسلوب المتعدد المعايير و المتمثل في برمجة الأهداف المعيارية و الذي يحتاج إلى إثراء و دعم أكثر، لما يحققه من نتائج موضوعية.

الهوامش:

[1] أ. قيس مجيد عبد الحسين علوش، **مفهوم وأهمية النماذج**، بتاريخ 11-04-2016، من الموقع: http://www.uobabylon.edu.iq/uobcoleges/lecture.aspx?fid=10&lcid=30135

[2] ريندر،رالف ستير و ناجراج بالاكريشنان، **نمذجة القرارات و بحوث العمليات (باستخدام صفحات الانتشار الالكترونية على الحاسب الآلي)**، تعريب: د.م.مصطفى موسى، تقديم: أ.د.م يحي عبد العظيم المشد، دار المريخ للنشر، الرياض، 2007، ص 35

[3] بن عامر عبد الكريم، **نمذجة سلاسل القيمة باستعمال الأساليب الكمية كأداة إستراتيجية لدعم اتخاذ القرار (دراسة حالة شركة أطلس كيمياء بمغنية)**، مذكرة ماجستار غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية و علوم التسيير و العلوم التجارية- جامعة تلمسان- الجزائر، 2009-2010 ، ص77

[4] د. مؤيد الفضل، **الأساليب الكمية و النوعية في دعم قرارات المنظمة**، مؤسسة الوراق للنشر و التوزيع، عمان،2008 ، ص35

[5] Frini A, Guitouni A, Martel J-M, A general decomposition approach for multi-criteria decision, European Journal of Operational Research, Volume 220, 2012, p 453

[6] Amor Laaribi, SIG et analyse multicritère, Hermes science publications, 1er ED, Paris, 2000, p 51

[7]مكيديش محمد، **التخطيط الاجمالي للإنتاج باستخدام البرمجة الرياضية المبهمة** ، أطروحة دكتوراه، تخصص إدارة العمليات و الإنتاج، جامعة تلمسان (الجزائر)، 2012-2013، ص99

[8]مجدوب خيرة ، **دور بحوث العمليات في ترشيد تكاليف التوزيع**، دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة بتلمسان " *MANTAL SPA* " ، رسالة ماجستار غير منشورة، جامعة تلمسان (الجزائر)، 2010-2011، ص126

* برمجية الطرق الكمية للنوافذ ***QM for Windows***، وهي مجموعة نظم برامج تستخدم لأغراض الخاصة بالطرق الكمية أعدها هووارد ويز (***Howard Weiss***) ، وهو من أحدث البرمجيات، الذي يستخدم خصيصا لحل مشاكل البرمجة الخطية.