تخطيط الإنتاج الإجمالي الاحتمالي متعدد الأهداف مع تطبيق عملي

أ.د. لميعة باقر جواد /كلية الادارة والاقتصاد / جامعة بغداد/ قسم الاحصاء
الباحث/ علاء شنيشل جيتر

المستخلص

في هذا البحث تم بناء أنموذج تخطيط انتاج اجمالي عشوائي متعدد اهداف لبيانات شركة المنصور العامة مع الطلب الاحتمالي في ظل تغير السوق وبيئة عدم التأكد بهدف استخلاص خطط انتاج قوية . واجريت التحليلات لأستخلاص رؤى الادارة المتعلقة بقضايا تكاليف العمل الاعتيادي والاضافي وتكاليف الاحتفاظ بالخزين وحسن اختيار السياسات تحت تأثير التوقعات التشاؤمية والمتوسطة والتفاؤلية باعتماد الأنموذج العشوائي وقد اعتمدت دالتي هدف وهما دالة التكاليف الكلية (وهي الاساسية) ودالة الايرادات ولأجل التوصل الى افضلية الانموذج العشوائي تمت مقارنته مع النماذج الثابتة ذوات دالة الهدف الاساسية واثبتت النتائج ان الانموذج العشوائي لمرحلتين مع k=4 هو افضل أنموذج عشوائي اذ ساهم بتخفيض التكاليف بنسبة بما يقارب 7% . وكذلك تم بيان ان التغير في مجموع التكاليف يكون عن طريق تغير الاحتمالات المرتبطة بحالات توقع الطلب (السياسات) حيث نلاحظ انخفاض التكلفة مع وجود احتمال كبير لانخفاض الطلب . في المقابل فان التكلفة الاجمالية تزداد بزيادة الطلب. لأن التغير في الاحتمالات يؤدي الى التغير في الخطة الانتاجية المستقبلية .وكذلك تم بناء وحل الأنموذج متعدد الاهداف بطريقة القيد- ε المطورة (augmented) وكانت النتائج المستخلصة مجموعة من الحلول المقبولة بدلاً من حل واحد وبالتالي يمكن لصانع القرار ان يختار افضل الحلول لحالة معينة لمشكلة تحقيق الامثلية متعددة الاهداف وتم حل الأنموذج باستخدام البرنامج المتطور GAMS.

المصطلحات الرئيسية للبحث/ البرمجة العشوائية – طريقة القيد-ε – برنامج GAMS.

مجلة العلوم الاقتصادية والإدارية
المجلد ٢١ العدد ٨٢
الصفحات ٣٥١-٣٧٣

*البحث مستل من رسالة ماجستير

(1) المقدمة

ينظر الاقتصاديون إلى الإنتاجية على انها المصدر الحقيقي للنمو الاقتصادي والرفاهية الاجتماعية وتحسين مستوى المعيشة في أي بلد، مهما كان نوع النشاط الاقتصادي فيه. ان معدلات نمو الإنتاجية وتحليل عناصرها تعطي نظرة فاحصة للنشاط الاقتصادي، وتكشف نواحي الضعف والقوة في هذا النشاط .

ان محور تحسين الإنتاجية هو تأدية العمل بالطريقة الصحيحة، وبكفاءة احسن، وليس العمل بجهد مضني لتحقيق نتائج افضل.

ان تخطيط الطاقة الانتاجية هي عملية تحديد القدرة الإنتاجية المطلوبة من قبل منظمة ما لتلبية حجم الطلب المتغير على منتجاتها.

بناء لما ورد في اعلاه يمكن تعريف مفهوم تخطيط الانتاج بشكل عام على انه " احد وظائف ادارة الانتاج والعمليات ، يهدف الى وضع خطط انتاج بالاعتماد على الاساليب العلمية والتنظيمية ، وبما يلائم وتصميم نظام الانتاج في المنشاة ويتضمن ذلك بالتحديد توظيف مجموعة من الاساليب الكمية لفحص وتقييم عناصر ومكونات الخطة الانتاجية مع مطابقة عملية استغلال هذه العناصر للحالة المثلى المستهدفة وذلك ضمن المحددات المفروضة على الخطة الانتاجية واهمها ما يتعلق بحدود الطلب المتوقع وتوفر مستلزمات الانتاج الاساسية بالكميات والنوعية المطلوبة ، والهدف من ذلك هو تحديد ما يتطلب توفره من طاقة انتاجية لمقابلة الطلب المتوقع "، وكذلك تحويل الطاقة الانتاجية من شكلها الاساسي الى شكل مرغوب فيه (سلعة) في الوقت المحدد وباقل التكاليف الممكنة وبما يضمن للمنشأة او منظمة الاعمال اعلى ربح ".

وهناك ثلاث مستويات لتخطيط الانتاج وفقاً للفترة الزمنية للتخطيط [2]

١. تخطيط الانتاج طويل الامد: وهو يتضمن تحديد مستويات الإنتاج في فترات زمنية طويلة قد تكون لعامين أو ثلاثة أو أكثر ويسمى أيضا بتخطيط الطاقة لأنه يتعلق بتحديد الطاقة اللازمة للإنتاج والتوسع وتطوير المنتج والتمويل والاستثمار وغيرها من القرارات التي تحتاج إلى فترات زمنية طويلة.

٢. تخطيط الانتاج متوسط الامد: ويطلق عليه في بعض الأحيان بالتخطيط الإجمالي حيث يقوم بتخطيط الإنتاج لمدة زمنية تتراوح بين ستة أشهر إلى ثمانية عشر شهر مع تفصيل لكل شهر التي يتضمنها تقديرات إجمالية لمستويات الإنتاج والعمال والخزين.

٣. تخطيط الانتاج قصير الامد: ويهتم بالتخطيط التفصيلي لفترات إنتاجية تقل عن ستة اشهر ويطلق علية بعملية الجدولة لأنه يقوم بجدولة إمكانيات الشركة لإنتاج أكثر من طلبيه أو أمر إنتاجي في نفس الفترة الإنتاجية.

وقد تم التركيز على تخطيط الانتاج الاحتمالي متوسط الأمد لفترة 12 شهر في شركة المنصور العامة مع بيانات الطلب غير مؤكدة من خلال تحديد مجموعة من حالات المتوقعة للطلب والتي يمكن الاشارة اليها بانها توقعات متشائمة وتوقعات متفائلة واخرى محايدة . ولتحوط ضد عدم التأكد واستخلاص خطط انتاج قوية تم بناء انموذج متعدد اهداف عشوائي على مرحلتين يتألف من دالتي هدف ستمثل الدالة الاولى الكلفة الاجمالية والمتضمنة تكلفة العمل في الوقت الاعتيادي وتكلفة العمل الاضافي وتكلفة الخزين للمواد الخام وتكلفة الخزين للمنتج النهائي ويراد تقليلها.

وتمثل الدالة الثانية الارباح من خلال قيمة المبيعات والتي تعتمد اعتماداً مباشراً على توقعات الطلب خلال افق التخطيط ويراد تعظيمها. وبالتالي زيادة الارباح وهو ما يطمح اليه كل مخطط للعملية الانتاجية. وقد تم حل الانموذج الرياضي الاحتمالي متعدد الاهداف باستخدام البرنامج GAMS. حيث اظهرت النتائج كفاءة الانموذج العشوائي مقارنة بالنماذج الثابتة وساهم بتخفيض الكلفة بنسبة 7% تقريباً ، واهمية طريقة القيد-ε المطورة من خلال سلسلة من الحلول الفعالة التي تتيح لصانع القرار من اختيار القرار المناسب الذي يناسب تفضيلاته تم تقسيم البحث الى المقدمة ومشكلة البحث وهدف البحث والجانب النظري والجانب التطبيقي والاستنتاجات والتوصيات. ليتضمن الجانب النظري جزئيين الاول البرمجة العشوائية حيث تم توضيح مفهوم نماذج الاستعانة العشوائي على مرحلتين اما الجزء الثاني فتضمن مفهوم الامثلية متعددة الاهداف وطريقة القيد-ε المطورة (AUGMECON) . في حين تضمن الجانب التطبيقي للبحث وصف الانموذج الرياضي وتطبيقه في شركة المنصور ووصف البيانات التي تم الحصول عليها من الشركة وكان اسلوب حل الانموذج العشوائي المتعدد باتجاهين الاول لبيان قوة الانموذج العشوائي وذلك من خلال حل الدالة الاولى التي تمثل أنموذج الكلفة والمتضمن تكاليف الانتاج في الوقت الاعتيادي والاضافي وتكاليف الخزين ومقارنته بمختلف النماذج الثابتة . ثانياً سيتم حل الأنموذج العشوائي المتعدد بأسلوب القيد-ε المطورة لأختيار القرار الامثل من بين مجموعة من الحلول الفعالة.

(2) مشكلة البحث

ان مجرد الانتاج او الاستجابة للطلب على المنتج لا يكفي لتطور المؤسسات الانتاجية. مالم يرافق ذلك تخطيط واضح وسليم للنهوض بواقع تلك المؤسسات لاستمرار توافر تلك المنتجات في السوق، وعلى هذا الاساس كان لابد من الاهتمام بعمل شركة المنصور العامة لما تشكله من اهمية في رفد السوق المحلية والمؤسسات الحكومية بالمنتجات ، وذلك بوضع خطة انتاج علمية لها تستجيب لمختلف توقعات الطلب التي تتلقاها الشركة ، حيث تنتج الشركة عدة منتجات رئيسة منها الماء الصحي وغاز الاوكسجين وسائل الاوكسجين والواح الطاقة الشمسية. وتم اختيار منتج الماء الصحي في هذا البحث لوضع خطة انتاجية متكاملة له لما يشكله من اهمية للشركة موضوعة البحث.

(3) الهدف

يهدف البحث الى وضع خطة انتاجية لمنتج الماء الصحي متوسطة الامد في شركة المنصور العامة مع بيانات طلب غير مؤكدة وفق سياسات الطلب العالي والاعتيادي والواطئ ، من خلال بناء انموذج رياضي عشوائي متعدد الاهداف بدالتي هدف حيث ستمثل دالة الهدف الاولى تقليل التكاليف الاجمالية للمنتج المتمثلة بتكلفة العمل الاعتيادي وتكلفة العمل الاضافي وتكلفة الخزين للمواد الاولية وتكلفة الخزين للمنتج في حين تمثل دالة الهدف الثانية تعظيم المبيعات وزيادة الارباح . كما يهدف الأنموذج الى بيان قوة الأنموذج العشوائي مقارنة مع النماذج الثابتة وكذلك ميزات طريقة القيد-ε المطورة بسلسة من الحلول الفعالة التي توفرها هذه الطريقة من خلال حلها الانموذج العشوائي المتعدد الاهداف.

(4) الجانب النظري

(4-1) البرمجة العشوائية [12] stochastic Programming

تعتبر البرمجة الخطية بانها برمجة خطية عشوائية (stochastic linear programming) عندما تكون بعض عناصر البيانات في البرمجة الخطية توصف باستخدام المتغيرات العشوائية . في هذا المعنى تتضمن البرامج العشوائية مزيج من البرامج الرياضية الثابتة (Deterministic) والنماذج العشوائية.

تعود جذور البرمجة العشوائية الى عام 1955 حيث كان Dantzig [3] اول من قدم نماذج الاستعانة العشوائي (Recourse Model)، في حين تم تقديم النماذج الاحتمالية في عام 1959 من قبل Charnes وCooper ،وفي عام 1989 طور الباحثون Eppen [4] واخرون البرمجة العشوائية على مرحلتين من خلال تطبيقها في مسالة اختيار مرفق استراتيجي لشركة جنرال موتورز ، في حين عام 2001 اقترح الباحثون Katok [7] واخرون برنامج عشوائي متعدد المراحل لتقييم فوائد المرونة في معدات الانتاج لشركة جيبسون ،حيث افاد الأنموذج بتخفيض في الكلف بما يقارب 10% وزيادة في الارباح بنسبة 24% . ان النماذج العشوائية الاكثر تطبيقاً ودراسة هي النماذج العشوائي على مرحلتين ، هنا صانع القرار يأخذ بعض العمل في المرحلة الاولى وبعد ذلك يحدث حدث عشوائي يؤثر على نتائج القرار في المرحلة الاولى ومن ثم اتخاذ قرار الاستعانة في المرحلة الثانية الذي يعوض عن اي اثار سيئة التي قد تكون شهدتها المرحلة الاولى.

(4-1-1) ادخال عدم التأكد الى البرمجة الخطية[10][5]

Introducing Uncertainty to the LP Model

المقصود بالبرمجة الخطية للمشكلة الثابتة (Deterministic) هو انه عند صياغة أنموذج البرمجة الخطية فان جميع عناصر البيانات معروفة الكميات . على سبيل المثال يوفر الجدول رقم (1) جميع الاحتياجات من الموارد لكل منتج. يتم تحديد الطلب لكل منتج وكل وحدة سعر بيع وكل وحدة تكاليف موارد. لنفرض ان كل هذه القيم او بعضها خاضعة لعدم التأكد .

جدول رقم (1) جدول انتاج/ بيانات الموارد

الموارد	الكلفة	المنتج الاول	المنتج الثاني	المنتج الثالث
1	C1	Q11	Q12	Q13
2	C2	Q21	Q22	Q23
3	C3	Q31	Q32	Q33
الطلب		d1	d2	d3

ان الجدول اعلاه يفترض بوجود مؤشر جيد على الاحتياجات من الموارد لكل عنصر من العناصر الثلاثة التي تنتج . مع ذلك يمكن ان تكون اسعار البيع وتكاليف الموارد والطلب على المنتج خاضعة الى عدم التأكد . ولبيان البرمجة العشوائية كأنموذج ، سوف نركز على الطلب ، واستكشاف اثر عدم التأكد في هذه القيم . بأن نفترض ان لكل منتج ثلاث حالات متوقعة (سياسات) من الطلب المحتمل ، والتي يمكن تعريفها بانها " منخفضة" و" متوسطة " و" عالية " كما مبين في الجدول رقم (2).

جدول رقم (2) توقع حالات (سياسات) الطلب

	التوقع المتشائم	التوقع المحايد	التوقع المتفائل
المنتج رقم 1	d11	d12	d13
المنتج رقم 2	d21	d22	d23
المنتج رقم 3	d31	d32	d33
مجموع الاحتمالات(1)	احتمال 1(p_l)	احتمال 2(p_m)	احتمال 3(p_h)

ان مجموعة من توقع حالات(سياسات) الطلب والاحتمالات المقابلة تشكل التوزيع الاحتمالي متعدد المتغيرات الذي يمكن استخدامه لوصف الطلب الذي قد تواجه المؤسسة في المستقبل .

والان علينا التوصل الى واحدة من الاقتراحات التالية او كليهما :

1-استخدام الطلب المتوقع والمضي قدماً.

2-حل المشكلة لكل حالات توقع (سياسات) الطلب .

في حالة الحل الثابت يلجأ الباحث الى استخدام تحليل الحساسية .ان الحلول التي يوفرها تحليل الحساسية هو على اساس فردي ،وقد يكون زائفاً وبالتالي لا يوفر ما يتم الطموح اليه. نتيجة لعدم معرفة ما سيكون عليه الطلب في المستقبل فانه من المهم الحصول على الحل الذي يوازن تأثير توقعات الطلب المختلفة التي تواجهها المؤسسة. لأن الأنموذج الذي يستخدم احد توقعات الطلب بصورة منفردة في كل مرة غير قادر على توفير التوازن . لذا نحتاج الى أنموذج يرى صراحة كل توقعات (سياسات) الطلب المختلفة ليس فردياً ولكن بشكل جماعي وهذا هو على وجه التحديد ما تلبيه نماذج البرمجة العشوائية .

(2-1-4) نماذج الاستعانة [5][10][15] A Recourse Model

تنتج نماذج الاستعانة متى ما كانت بعض القرارات يجب ان تكون ثابتة قبل توفر المعلومات ذات الصلة بعدم التأكد ، في حين يمكن ان تتخذ قرارات اخرى بعد ذلك اي بالاعتماد على بيانات عدم التأكد . في جدول رقم (2) نفترض انه يجب تحديد كميات الموارد في وقت مبكر نسبياً ، ولكن يمكن تأخير كميات الانتاج لحين معرفة الطلب. في معنى اخر يمكن ان نفكر في كميات الانتاج بأنها مرنة او متكيفة في حين كميات الموارد ليست كذلك.

يمكن تمثيل أنموذج الاستعانة للمشكلة في جدول (2) كالاتي :

$$Max \; -\sum_{i=1}^{3} cixi + E[h(x,\tilde{d})]$$
$$s.t. \;\; xi \geq 0 \;\; i = 1,\dots,3.$$

.....(1)

حيث cixi كلف الموارد. $\tilde{d} = \{\tilde{d}1, \tilde{d}2, \tilde{d}3\}$ والتي تمثل الطلب على المنتجات في ظل عدم التأكد لكل سيناريو $\omega \in \{l, m, h\}$.

ويمكن تمثيل الصيغة (1) بالشكل التالي :

$$Max \; -\sum_{i=1}^{3} cixi + \sum_{\omega\in\{l,m,h\}} p_{\omega}\{y_{i\omega}\}$$
$$s.t.\; xi, y_{i\omega} \geq 0 \quad \forall\, i\in\{1,2,3\}, \omega\in\{l,m,h\}. \qquad \ldots.(2)$$

p_{ω} : احتمال توقع الطلب (السياسة)

(4-1-4) نماذج الاستعانة لمرحلتين[5][10][15] Two-Stage Recourse Problem

الأنموذج العام لمشكلة البرمجة العشوائية (SLP) لمرحلتين تكون كالاتي :

$$Min \; cx + E[h(x,\tilde{\omega})]$$
$$s.t. \quad Ax \geq b$$
$$x \geq 0$$
$$where \quad h(x,\omega) = \text{Min} \; g_{\omega}y$$
$$s.t \quad W_{\omega}y \geq r_{\omega} - T_{\omega}x$$
$$y \geq 0. \qquad \ldots.(3)$$

في هذه الحالة تعرف x بقرار المرحلة الاولى . لاحظ ان في هذا الأنموذج x لا تستجيب لـ ω ، أي ما ثبت فعلياً من قرار قبل ان يتم الحصول على أي معلومات تتعلق بالبيانات غير المؤكدة . من ناحية اخرى y متغير المرحلة الثانية اي اتخاذ القرار بعد ان يتم تحديد المشاهدات المتعلقة بـ $\tilde{\omega}$ (البيانات غير المؤكدة) والتي تم الحصول عليها. الهدف من أنموذج الاستعانة على مرحلتين هو تحديد حل المرحلة الاولى الذي هو في وضع جيد ضد جميع المشاهدات المحتملة من $\tilde{\omega}$ ، ان الحل الامثل الذي يمتلك خاصية القرار في المرحلة الاولى x يترك قرار المرحلة الثانية في وضع يمكنه استغلال نتائج مفيدة من $\tilde{\omega}$ دون التأثر المفرط بنتائج غير ملائمة والذي يعوض عن اي اثار سيئة التي قد تكون شهدتها المرحلة الاولى.

(4-2) الامثلية متعددة الاهداف [6][9] Multi-Objective Optimization

هناك مجموعة واسعة من المشاكل في مجال الهندسة والصناعة والعديد من المجالات الاخرى. والتي تتضمن تحقيق الامثلية لعدة اهداف في وقت واحد . تقدم الاهداف قدراً كبيراً من الصراع فيما بينها (اي هدف من هذه الاهداف لا يمكن تحسينه دون تدهور الهدف الاخر) هذه المشاكل تسمى مشاكل تحقيق الامثلية متعددة الاهداف . في تحقيق الامثلية احادية الهدف ، من الممكن تحديد ما بين اي زوج معين من الحلول فيما اذا كان احد الحلول هو افضل من الاخر ، ونتيجة لذلك عادة ما نحصل على حل امثل وحيد . بينما في

تحقيق الامثلية متعددة الاهداف لا توجد طريقة واضحة فيما اذا كان الحل هو افضل من غيره . الطريقة المتبعة الاكثر شيوعاً في تحقيق الامثلية متعددة الاهداف لمقارنة الحلول التي تسمى مجموعة باريتو. والتي تعطي بدلاً من حل امثل وحيد مجموعة من البدائل المختلفة للمفاضلة بين الاهداف .

هذه الحلول تدعى الحلول المثلى لباريتو. على الرغم من ان هناك العديد من الحلول المثلى لباريتو ، احد الحلول فقط سيتم اختياره للتنفيذ ، لذلك في عملية تحقيق الامثلية متعددة الاهداف يمكن التميز بين مهمتين هما:

1. العثور على مجموعة من الحلول المثلى لباريتو .
2. اختيار الحل الاكثر تفضيلاً من هذه المجموعة .

المهمة الاخيرة تتطلب من صانع القرار ان يختار افضل الحلول لحالة معينة لمشكلة تحقيق الامثلية متعددة الاهداف. وعليه يمكن تعريف مشاكل تحقيق الامثلية عموماً بأنها المشاكل التي يرغب صانع القرار بتحسينها من خلال اتخاذ (s) من الاجراءات لتحديد القيم لمجموعة من للمتغيرات .

(4-2-1) طريقة القيد-ε The e-constraint method [8][13]

افترض لدينا مشكلة تحقيق الامثلية متعددة الاهداف التالية :

$$\begin{aligned} & max(f_1(x), f_2(x), \ldots, f_p(x)) \\ & \text{s.t.} \\ & x \in s, \end{aligned} \qquad \ldots..(4)$$

حيث x هو متجه متغيرات القرار، $\max(f_1(x), f_2(x), \ldots, f_p(x))$ حيث تمثل p دوال الهدف و s هي المنطقة الممكنة. في اسلوب القيد-ε يتم تحقيق الامثلية لأحدى دوال الهدف ولتكن $f_1(x)$ باستخدام دوال الهدف الاخرى كقيود، وادماجها في قيود الأنموذج وكما في ادناه:

$$\begin{aligned} & \text{Max } f_1(x) \\ & \text{St} \\ & f_2(x) \geq e_2, \\ & f_3(x) \geq e_3, \\ & f_p(x) \geq e_p, \\ & x \in s, \end{aligned} \qquad \ldots (5)$$

وبتغير القيم في الجانب الأيمن من قيود دوال الهدف (ei) يتم الحصول على حلول فعالة للمشكلة .

(4-2-2) طريقة القيد-ε المطورة (AUGMECON) [8]

The augmented ε-constraint method (AUGMECON)

يتم شرح الطريقة المذكورة انفا من خلال النقاط الاتية :

أ – تحقيق الامثلية باستخدام الطريقة المعجمية لبناء جدول العائد.

من اجل تطبيق القيد- ε بشكل صحيح يجب التعرف على المدى لكل دالة من دوال الهدف وعلى اقل تقدير لـ($P-1$) من دوال الهدف التي ستستخدم كقيود.

ب – الكفاءة المضمونة للحلول المكتسبة

المهم هو ان الحل الامثل للمشكلة (5) يجب ان يتم ضمانه بكونه حل فعال فقط اذا كانت جميع قيود دوال الهدف (p-1) متحققة . خلاف ذلك ، اذا كان هناك امثلية بديلة فان الحل الامثل للمشكلة (5) الذي يتم الحصول عليه هو ليس في الحقيقة فعال وانما حل فعال ضعيف . من اجل التغلب على هذا الاشكال يتم تحويل قيود دالة الهدف الى مساواة من خلال اضافة المتغيرات المناسبة الوهمية (الاصطناعية). في الوقت نفسه ، مجموعة من هذه المتغيرات الوهمية يتم استخدامه لفترة ثانية (مع اولوية ادنى) في دالة الهدف مما اضطر البرنامج لإنتاج حلول فعالة فقط . المشكلة الجديدة تصبح :

$$
\begin{aligned}
&max(f_1(X)+\delta\times(s_2+s_3+\cdots+s_p))\\
&f_2(X)-s_2=e_2\\
&f_3(X)-s_3=e_3\\
&\quad\ldots\\
&f_p(X)-s_p=e_p\\
&X\in S\\
&s_i\in R^+
\end{aligned}
\qquad \ldots\ldots (6)
$$

حيث δ عدد صغير (عادة يكون بين 10^{-3} و10^{-6}).

من اجل تجنب أي مشكلات توسيع المدى من المستحسن ان تحل محل s_i في دالة الهدف s_i/r_i حيث r_i هو المدى للدالة رقم i (الذي يتم احتسابه من جدول العائد باستخدام الطريقة المعجمية) . وعليه تصبح دالة الهدف بطريقة القيد –ε :

$$max\left(f_1(X)+eps\times\left(\frac{s_2}{r_2}+\frac{s_3}{r_3}+\cdots+\frac{s_p}{r_p}\right)\right) \qquad \ldots(7)$$

و النسخة المطورة من طريقة القيد –ε التي تتوافق مع الأنموذج (6) ومع دالة الهدف(7) والتي ستسمى طريقة القيد-ε المطورة او طريقة AUGMECON .

(5) الجانب التطبيقي

(5-1) وصف الأنموذج الرياضي :

برنامج الانتاج العشوائي هو لإيجاد خطط قوية لشراء المواد الاولية وانتاج السلع تحت كل الحالات المتوقعة (السياسات) خلال افق التخطيط للمدى المتوسط والبالغ 12 شهر وكذلك القدرة على الانتاج والذي يعرف بانه عدد الوحدات المصنعة خلال الفترة العادية والذي بالإمكان لصانع القرار تغير الطاقة الانتاجية من خلال توظيف وتسريح العمال وهذه النشاط الاخير يخفض معنويات الموظفين وبالتالي لا يؤخذ بها غالبا. لمواجهة الطلب في فترات الذروة يتم بناء المخزون الموسمي في الطلب المنخفض والذي ينبغي استخدام العمل الاضافي في مواسم ارتفاع الطلب. الأنموذج الرئيس هو متعدد اهداف وتتألف من دالتي هدف سيمثل الهدف الاول تقليل الكلفة الاجمالية والمتضمنة تكلفة العمل في الوقت الاعتيادي وتكلفة العمل الاضافي وتكلفة الخزن للمواد الخام وتكلفة الخزن للمنتج النهائي.

ويمثل الهدف الثاني تعظيم الارباح بالنسبة للأنموذج العشوائي المتعدد من خلال تعظيم قيمة المبيعات والذي يعتمد اعتماداً مباشراً على توقعات الطلب خلال افق التخطيط . ومن ثم زيادة الارباح وهو ما يطمح اليه كل مخطط للعملية الانتاجية من خلال الهدفين المذكورتين انفا.

المجموعات

S : مجموعة من توقع حالات (السياسات)

T : مجموعة فترات الوقت t

تحديد المعلمات

C_r تكلفة انتاج المنتج في الوقت الاعتيادي

C_o تكلفة انتاج المنتج في الوقت الاضافي

C_{h1} كلفة الخزن للمواد الاولية المستخدمة في الانتاج لسنة كاملة

C_{h2} كلفة الخزن للمنتج التام والنصف المصنع لسنة كاملة

ρ معدل الانتاج ، معدل كمية الانتاج المنتجة في اليوم الواحد للعامل الواحد

θ فعالية (كفاءة) القوى العاملة

ω حجم القوى العاملة

τ متوسط عدد ايام العمل في الشهر

α اعلى نسبة للعمل الإضافي

B الحد الادنى من الطاقات التي يجب المحافظة عليها.

I_{ro} كميات الخزين من المواد الاولية في بداية الفترة

I_{fo} كميات الخزين من المنتجات في بداية الفترة

L_f كميات الخزين من المنتجات التي يجب تواجدها في أي فترة

r سعر بيع المنتج

γ الحد الادنى من كميات المبيعات المتوقع بيعها.

معلمات السيناريو

$D(s,t)$ الطلب في الفترة t تحت الحالة (السيناريو) s.

$P(s)$ الاحتمال المرتبط بالسيناريو s.

متغيرات القرار

$X(s,t)$ كميات المواد الخام الواصلة في بداية الفترة t تحت السيناريو s

$P(s,t)$ كميات الانتاج في الوقت الاعتيادي في الفترة t تحت السيناريو s

$O(s,t)$ كميات الانتاج في الوقت الاضافي في الفترة t تحت السيناريو s

$Z(s,t)$ 1 الوقت الاضافي في الفترة t تحت السيناريو s، 0 ما عدا ذلك

$I_r(s,t)$ كميات المواد الخام المخزونة في نهاية الفترة t تحت السيناريو s

$I_f(s,t)$ كميات المنتجات المخزونة في نهاية الفترة t تحت السيناريو s

$S(s,t)$ كميات المنتجات المباعة في الفترة t تحت السيناريو s

صيغ أنموذج تخطيط الانتاج العشوائي متعدد الاهداف لمرحلتين هي:

$$\text{Min } Z1= \sum_{s=1}^{S} P(s)\left[\tau.\rho.\theta.\omega.C_r + \sum_{t=1}^{T} O(s,t)C_o + \sum_{t=1}^{T}\frac{1}{12} I_r(s,t)C_{h1} + \sum_{t=1}^{T}\frac{1}{12} I_f(s,t).C_{h2}\right] \dots (9)$$

$$\text{Max } Z2= \sum_{s=1}^{S} P(s)\left[\sum_{s=1}^{S} r.S(s,t)\right] \dots (10)$$

القيود

قيود الخزين للمواد الاولية

$$I_r(s,t-1) + X(s,t) = P(s,t) + O(s,t) + Ir(s,t), \quad \forall_s \in S, t \in T. \ (11)$$

قيود الخزين للمنتج النهائي

$$I_f(s,t-1) + P(s,t) + O(s,t) = S(s,t) + I_f(s,t), \quad \forall_s \in S, t \in T. \ (12)$$

قيود المواد المتاحة

$$P(s,t) + O(s,t) \le I_r(s,t), \quad \forall_s \in S, t \in T. \quad (13)$$

قيود الطاقة الانتاجية

$$P(s,t) \le \tau.\rho.\theta.\omega, \quad \forall_s \in S, t \in T. \quad (14)$$

قيود الحد الادنى للإنتاج

$$P(s,t) \ge B.\tau.\rho.\theta.\omega, \quad \forall_s \in S, t \in T. \quad (15)$$

قيد الانتاج في الوقت الاضافي

$$P(s,t) \ge \tau.\rho.\theta.\omega.Z(s,t), \quad \forall_s \in S, t \in T. \quad (16)$$

$$O(s,t) \le \alpha.\tau.\rho.\theta.\omega.Z(s,t), \quad \forall_s \in S, t \in T. \quad (17)$$

قيد كميات المبيعات

$$S(s,t) \le D(s,t), \quad \forall_s \in S, t \in T \ . \qquad (18)$$

$$S(s,t) \ge \gamma . D(s,t), \quad \forall_s \in S, t \in T. \qquad (19)$$

قيود عدم السالبية

$$I_r(s,t), I_f(s,t), X(s,t), P(s,t), O(s,t), S(s,t) \ge 0, \quad \forall_s \in S, t \in T. (20)$$

$$I_f \ge L_f, Z(s,t) \in \{0,1\}, \quad \forall_s \in S, t \in T. \qquad (21)$$

يمثل القيد (11) المواد الخام والذي يتكون من المواد الخام في بداية الفترة زائد المواد الخام الواصلة من الخارج تساوي الانتاج (سواء المنتج بالوقت العادي او الاضافي) زائد الخزين للمواد الخام في نهاية الفترة . القيد (12) هذا القيد للمنتج النهائي ويتكون من المنتج النهائي في بداية الفترة زائد الانتاج في الفترة العادية والانتاج في الوقت الاضافي يساوي الطلب المتوقع زائد الانتاج في نهاية الفترة. القيد (13) يضمن ان المواد الخام كافية لإنتاج المنتج . القيد (14) الطاقة المتاحة لأنتاج المنتج في الفترة العادية في الزمن t وتحت السيناريو s . القيد (15) يمثل ادنى ما يمكن انتاجه خلال الفترة العادية في الزمن t والسيناريو s . القيدين (16) و(17) تمثل قيود العمل الاضافي والتي تضمن الانتاج في العمل الاضافي لا يتجاوز نسبة معينة من الانتاج في الوقت العادي. القيد (18)و(19) هي قيود المبيعات واخيراً القيدين (20)و(21) تمثل قيود عدم السالبية لمتغيرات القرار والاحد الادنى لخزين المنتج الذي يجب المحافظة عليه ومتغير القرار $Z(s,t)$ يجب ان يكون ثنائي .

(5-2) خيارات الاستعانة للمرحلة الأولى والمرحلة الثانية

الأنموذج يتضمن خمسة مجموعات من متغيرات القرار ، $\{X(s,t)\}$، $\{P(s,t)\}$، $\{O(s,t), Z(s,t)\}$، $\{I_r(s,t), I_f(s,t)\}$، $\{S(s,t)\}$ المجموعة الاولى تمثل قرارات الشراء ، المجموعة الثانية تمثل قرارات الانتاج في الوقت الاعتيادي، المجموعة الثالثة تشير الى قرارات الانتاج في الوقت الا ضافي، المجموعة الرابعة قرارات الخزين ومتغيرات المجموعة الخامسة تمثل قرارات المبيعات.

<u>خيار الاستعانة 1</u> : اذا كانت المشكلة هي مشروع لخطة شراء مواد اولية من المجهزين الرئيسين ، المرحلة الاولى سوف تتضمن قرارات شراء $\{X(s,t)\}$ كمتغير قرار، وسوف تتضمن المرحلة الثانية المجموعة المتبقية ، قرارات الانتاج والعمل في الوقت الاضافي و قرارات الخزين كمتغيرات استعانة.

للقيام بذلك $\{X(s,t)\}$ ينبغي ان تحتوي على نفس القيمة في ظل جميع الحالات (السياسات) وعلى طول افق التخطيط وهذا يعني

$$X(s,t) = X(s',t), \forall (s,s'), s = s', t \in T.$$

بالأماكن استخدام هذا الأنموذج للتفاوض بشأن العقود في بداية السنة المالية للموردين للمشروع على كميات الانتاج.

خيارات الاستعانة 2 : اذا كانت المشكلة هي مشروع شراء وانتاج . المرحلة الاولى ستتضمن كلاهما قرارات الشراء والانتاج $\{X(s,t)\}$ ، $\{P(s,t)\}$ ، كمتغيرات قرار ، والمرحلة الثانية تتضمن باقي المجموعات ، العمل الاضافي، قرارات الخزين، كمتغيرات استعانة . لفعل ذلك كلاهما $\{P(s,t)\}$ و $\{X(s,t)\}$ لهما نفس القيمة تحت كل السياسات وخلال كل افق التخطيط وهذا يعني

$$X(s,t) = X(s',t), P(s,t) = P(s',t), \forall (s,s'), s = s', t \in T.$$

هذا الأنموذج اكثر ملائمة للمشكلة موضوعة البحث ومن خلال توفير التسهيلات لخطط الشراء والانتاج ويسمح بتخصيص الموارد داخل المنشأة وبالتالي هي المعتمدة. يتم عرض K كمعلمة لتمثيل الفترة الزمنية القصوى التي تتماثل فيها جميع قرارات المرحلة الاولى والتي تتم اضافة القيود لتعريف متغيرات القرار للمرحلة الاولى .

$$X(s,t) = X(s+1,t), \forall (s,s'), s = s', t \in T, t \in \{1, \dots, K\}, \dots (22)$$

$$P(s,t) = P(s+1,t), \forall (s,s'), s = s', t \in T, t \in \{1, \dots, K\}, \dots (23)$$

القيود (22) (23) التي تمثل قرارات الشراء والانتاج التي ينبغي ان يكون لها نفس القيمة للفترة الممتدة من 1الى K . والتي تعرف بقرارات المرحلة الاولى . وسيتم تحديد عدة قيم لـ K ، على طول الفترة الزمنية K=12 ، وسيتم تحديد K=4 او عدة مستويات والتي تمثل الفترة الزمنية اللازمة لشحن المواد الاولية ، اما اذا كانت K=0 هذا الأنموذج يمكن حله من خلال حل كل حالة توقع (سياسة) للطلب على حده .

في العديد من التطبيقات العملية ، غالباً ما يفضل متخذي القرار تحديد مجموعة من التوقعات وهي متشائمة ، محايدة ، متفائلة مراعاة لاتجاهات السوق (المصدر) سيشار الى التوقع المتشائم بالرمز $S(L)$ ، التوقع المحايد بالرمز $S(M)$ والتوقع المتفائل $S(H)$.

(5-3) البيانات

من خلال الزيارات المتكررة لشركة المنصور العامة وهي احدى تشكيلات وزارة الصناعة والمعادن ، ومقابلة المسؤولين في دائرة التخطيط والمتابعة وقسم التكاليف في دائرة المالية للشركة تم الحصول على المعلومات التالية الخاصة بأنموذج البحث .

جدول رقم (3) يبين البيانات الخاصة بمنتج الماء الصحي

اسم المنتج	وحدة القياس	كمية الطاقة السنوية المتاحة	كلفة المنتج في الوقت الاعتيادي	كلفة التخزين بالدينار	عدد العاملين	انتاجية العمل	الكفاءة %	كمية الخزين للمنتجات	كمية الخزين للمواد الاولية	سعر البيع بـ(الدينار)
الماء الصحي	صندوق	500000	645	103	50	833.3	66	7881	16682	3000

كلفة العمل بالوقت الإضافي

وهي كلفة عمل العامل الواحد لساعة واحدة بالوقت الإضافي التي تكون خارج أوقات العمل الاعتيادي وتكون نسبتها 1.2 من تكلفة الوقت العادي في الشركة .كما ان اكبر عمل اضافي مسموح فيه هو 20% من ساعات العمل الاعتيادي في اليوم .

كلفة التخزين

وهي الكلفة الناتجة عن خزن المنتج والمواد الاولية لمدة شهر كامل .

عدد ايام العمل :

ان عدد ساعات العمل 7 ساعات ومعدل ايام العمل في الشركة لشهر واحد هو 21 يوم.

كمية المبيعات المتحققة

يأمل صانع القرار بان اقل نسبة من كمية من المبيعات المتحققة من الطلب المتوقع لا تقل عن 95% .

(5-4) بناء انموذج رياضي للماء الصحي

صيغة انموذج تخطيط الانتاج العشوائي لمرحلتين هي:

$$Z1= \text{Min} \sum_{s=1}^{S} P(s)\,[27500 \times 645 + O(s,t) \times 774 + Ir(s,t) \times 103 + I_f(s,t) \times 103]$$

$$Z2= \text{Max} \sum_{s=1}^{S} P(s)\left[\sum_{s=1}^{S} 3000 \times S(s,t)\right]$$

قيود الخزين للمواد الاولية

$$16682 + X(s,t) = P(s,t) + O(s,t) + Ir(s,t), \quad \forall_s \in 3, t \in 12$$

قيود الخزين للمنتج النهائي

$$7881 + P(s,t) + O(s,t) = S(s,t) + I_f(s,t), \quad \forall_s \in 3, t \in 12$$

قيود المواد المتاحة

$$P(s,t) + O(s,t) \le I_r(s,t), \quad \forall_s \in 3, t \in 12.$$

قيود الطاقة الانتاجية

$$P(s,t) \le 27500 \quad \forall_s \in 3, t \in 12 .$$

قيد الانتاج في الوقت الاضافي

$$P(s,t) \ge 27500.Z(s,t), \quad \forall_s \in 3, t \in 12.$$
$$O(s,t) \le 0.2 \times 27500 \times Z(s,t), \quad \forall_s \in 3, t \in 12 .$$

قيد كميات المبيعات

$$S(s,t) \le D(s,t), \quad \forall_s \in 3, t \in 12 .$$
$$S(s,t) \ge 0.95 \times D(s,t), \quad \forall_s \in 3, t \in 12.$$

قيود عدم السالبية

$$I_r(s,t), I_f(s,t), X(s,t), P(s,t), O(s,t), S(s,t) \ge 0, \quad \forall_s \in S, t \in T.$$

$Z(s,t) \in \{0,1\}, \quad \forall_s \in 3, t \in T.$

قيود المرحلة الاولى

$$X(s,t) = X(s+1,t), \forall (s,s'), s = s', t \in T, t \in \{1, \dots, K\},$$
$$P(s,t) = P(s+1,t), \forall (s,s'), s = s', t \in T, t \in \{1, \dots, K\},$$
$P(s) = 0.333 \quad , \forall_s \in 3$, S ∈{L ,M ,H}

والجدول رقم (4) يبين الطلب على الماء الصحي تحت التوقعات المتشائمة والمحايدة والمتفائلة .

جدول رقم (4) يبين الطلب للماء الصحي تحت التوقعات المتشائمة والمحايدة والمتفائلة

توقعات الطلب	كانون الثاني	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	تشرين الاول	تشرين الثاني	كانون الاول
S(L)	18350	21217	20972	27318	25899	21519	14396	10840	15217	8093	7585	7347
S(M)	16321	20100	21322	22893	32543	24555	23213	16203	20703	15631	13359	14930
S(H)	12978	18440	22695	21922	42711	30954	24092	19370	21395	22932	15820	18001

تم تعيين لكل من هذه التوقعات (السياسات) في جدول رقم (4) ثلاثة احتمالات متساوية ، واخرى مختلفة لأستخلاص الرؤى الادارية. وقد تم حل الانموذج باستخدام البرنامج المتطور GAMS .

(5-5) النتائج الحسابية

اولاً : سيتم تطبيق أنموذج الهدف المنفرد وهو انموذج الكلفة ومقارنته مع النماذج الثابتة وسيتم حساب الانتاج والخزين ($I(t) = I_f(t) + I_r(t)$) والوقت الاضافي لمختلف النماذج التي سيتم مناقشتها.

1 . الحل في ظل معلومات مثالية كاملة

في هذا الانموذج وكما ذكرنا سابقاً فان متخذ القرار يعلم مسبقاً اي من توقعات الطلب (السياسات) هذه ممكن ان تحدث والنتائج لحل هذا الانموذج معطاة في الجدول رقم(5) وكانت كلفة التوقعات المحايدة (237505213 دينار) والتوقعات المتشائمة (232509816دينار)، والتوقعات المتفائلة (244791948 دينار). ان متوسط الكلفة في المدى الطويل ستكون متوسط الكلف الثلاث وهي (238268992 دينار) .هذه الكلفة يتم الحصول عليها في ظل معلومات كاملة عن الطلب المتنبأ به، والتي يلاحظ فيها عدم وجود العمل الاضافي .

نلاحظ إن المعادلة (القيد) (15)و(21) الموجودة في الانموذج العام لم تطبق في انموذج الشركة بسبب إن الشركة ليست لديها استراتيجية وجود حد ادنى للإنتاج او لإبقاء جزء من الخزين في كل شهر.

2.الحل العشوائي بمرحلتين مع $K = 4$

ما يقوم به متخذ القرار للحل وفق هذا الاسلوب هو متابعة خطة الانتاج والتي يقدمها انموذج تخطيط الانتاج العشوائي بافتراض ان الانتاج لأربعة اشهر الاولى هو نفسه لكل توقعات الطلب (السياسات). تظهر نتائج الحل في الجدول رقم (6) . تكون كلفة الانتاج للأنموذج العشوائي (239361608 دينار) سنوياً وانتاج اربعة الاشهر الاولى هو نفسه بالنسبة لجميع توقعات الطلب ويمكن حساب قيمة الانموذج العشوائي من حاصل طرح كلفة الانموذج العشوائي ناقصاً الحل تحت معلومات كاملة (238268992 دينار) ، اي ما يعادل (1092616 دينار) وهي الكلفة التي تتكبدها الشركة لعدم معرفة المستقبل والتي تعرف بالقيمة المتوقعة لمعلومات الكمال (EVPI) .

3. حل القيمة المتوقعة للإنتاج

وفق هذا النهج يتم حساب متوسط خطط الانتاج لجميع السياسات بعد ان يتم حلها بصورة فردية ، ومن ثم يتم حساب مستويات الخزين والعمل الاضافي وفق توقعات الطلب والتي من خلالها يتم الحصول على حل القيمة المتوقعة . والجدول رقم (7) يبين مستويات الخزين والعمل الاضافي . وفق هذا النهج كانت كلفة انتاج الانموذج على وفق التوقعات المحايدة (242756102 دينار) والتوقعات المتشائمة (255484706 دينار) في حين كلفة الانموذج على وفق التوقعات المتفائلة (269939452 دينار). متوسط الكلفة الكلية في المدى الطويل هو (256060087 دينار) سنوياً. ويمكن حساب قيمة الحل العشوائي (VSS) (هو المكسب الذي يتم الحصول عليه من الحل الانموذج العشوائي) من حساب كلفة انموذج القيمة المتوقعة للإنتاج مطروح منه كلفة الانموذج العشوائي وتساوي(16698479 دينار) اي ان الانموذج العشوائي ساهم بتخفيض الكلفة بنسبة 6.5%.

4. الحل في ظل متوسط الطلب المتوقع

وفق هذا النهج يتم احتساب معدل الطلب لحالات توقع الطلب (السياسات) الثلاث ، حيث كانت التكاليف لحل الانموذج الثابت أنموذج الطلب المتوقع (257004962 دينار) . ويتم حساب قيمة الحل العشوائي (VSS) من خلال طرح كلفة الانموذج العشوائي من كلفة حل انموذج متوسط الطلب المتوقع والتي تساوي (17643354 دينار) التي تمثل فائدة حل الانموذج العشوائي . والجدول رقم (8) يمثل مستويات الخزين والعمل الاضافي .اي ان الانموذج العشوائي ساهم بتخفيض الكلفة تقريباً بمقدار7% .

5. الأنموذج العشوائي بمرحلتين مع K=12

اذا تم وضع المجموعة K=12 سيكون لدينا انموذج عشوائي بمرحلتين بكلفة (258230512 دينار) وهي اعلى من كلفة الانموذج العشوائي بمرحلتين مع K=4 وذلك لوجود المزيد من القيود. ويمكن ملاحظة مستويات الأنتاج والخزين والعمل الاضافي في الجدول رقم (9).

جدول رقم (5) الحل في ظل معلومات كاملة

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	الشهر	
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	18350	D(t)	S(L)
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	10469	P(t)	
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	10469	I(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	32543	22893	21322	20100	16321	D(t)	S(M)
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	27500	27500	21758	20100	8440	P(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	27500	32543	22194	20100	8440	I(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	42711	21922	22695	18440	12978	D(t)	S(H)
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	27500	27500	27500	23469	8341	P(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	30945	46156	40578	31742	11585	I(t)	

جدول رقم (6) الحل العشوائي على مرحلتين مع K=4

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	18350	D(t)	S(L)
7347	7558	8093	15217	10840	14396	21519	19189	27500	27500	21217	10469	P(t)	
7347	7558	8093	15217	10840	14396	21519	19189	34210	34028	21217	10469	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	32543	22893	21322	20100	16321	D(t)	S(M)
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	18612	27500	27500	21217	10469	P(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	18612	41431	36824	24363	12498	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	42711	21922	22695	18440	12978	D(t)	S(H)
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	27500	27500	27500	21217	10469	P(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27633	30821	46032	40454	29366	15841	I(t)	
0	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	O(t)	

جدول رقم(7) تعاطي الطلب المتوقع مع القيمة المتوقعة للإنتاج

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	18350	D(t)	S(L)
13426	12255	15552	19105	15471	20567	24525	26966	27439	23410	21595	9083	P(t)	
53334	46084	44711	40805	33283	33748	31535	30970	30376	26226	21973	10469	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1386	O(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	32543	22893	21322	20100	16321	D(t)	S(M)
13426	12255	15552	19105	15471	20567	24525	26966	27439	23410	21595	9083	P(t)	
14930	13359	15631	20703	15684	21086	27690	30161	36211	27636	23733	9726	I(t)	
1504	1104	79	1598	213	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	42711	21922	22695	18440	12978	D(t)	S(H)
13426	12255	15552	19105	15471	20567	24525	26966	27439	23410	21595	9083	P(t)	
18001	15820	21052	25155	19370	24092	30025	31178	40812	31266	28736	13069	I(t)	
4575	3565	5500	4170	3899	3525	5500	3292	0	0	0	0	O(t)	

جدول رقم (8) توقع الانتاج في ظل نهج متوسط الطلب المتوقع

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	18350	D(t)	S(L)
13426	12255	15552	19105	15471	20567	25676	27500	27500	24425	19580	8341	P(t)	
55744	48494	47094	43188	35666	36131	35069	32736	31135	27878	21217	10469	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1637	2128	O(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	32543	22893	21322	20100	16321	D(t)	S(M)
13426	12255	15552	19105	15471	20567	25676	27500	27500	24425	19580	8341	P(t)	
14930	13359	15631	20293	15881	21709	29464	30167	35210	27528	20100	8440	I(t)	
1504	1104	79	1188	0	0	0	0	0	0	520	99	O(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	42711	21922	22695	18440	12978	D(t)	S(H)
13426	12255	15552	19105	15471	20567	25676	27500	27500	24425	19580	8341	P(t)	
18001	15820	21052	25155	19370	24092	30954	31019	39192	30539	23964	11585	I(t)	
4575	3565	5500	4170	3899	3525	5278	3519	0	0	0	0	O(t)	

جدول رقم (9) الحل العشوائي لمرحلتين مع K=12

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	18350	D(t)	S(L)
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	27500	27500	24179	21217	10469	P(t)	
90585	77750	76600	60224	52021	48213	45379	32490	30889	27386	21217	10469	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	32543	22893	21322	20100	16321	D(t)	S(M)
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	27500	27500	24179	21217	10469	P(t)	
47538	42286	46937	38099	35382	36937	42920	33067	38110	30182	24363	12498	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	42711	21922	22695	18440	12978	D(t)	S(H)
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	27500	27500	24179	21217	10469	P(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	27500	42711	33812	29366	15841	I(t)	
0	0	0	0	0	0	3454	0	0	0	0	0	O(t)	

والجدول رقم (10) يبين قيم EVIP و VSS للنموذجين العشوائيين

جدول رقم (10) قيم EVIP و VSS للنموذجين العشوائيين

الأنموذج	الكلفة الكلية	EVIP	VSS (القيمة المتوقعة)	VSS (توقع الطلب)
مرحلتين(K=4)	239361608	1092616	16698478	17643354
مرحلتين(K=12)	258230512	19961520	-2170426	-1225820

كما يمكن اجراء مقارنة للكلف المختلفة للنماذج المدروسة وهي موضحة بالجدول رقم (11)

جدول رقم (11) مقارنة الكلفة لمختلف النماذج

الأنموذج	حالة التوقع	كلفة العمل الاضافي	كلفة الاحتفاظ بالخزين	توقع الكلفة
الحل في ظل معلومات كاملة	S(L)	0	19659816	238268992
	S(M)	0	24655213	
	S(H)	0	31941948	
الحل العشوائي (K=4)	S(L)	0	21020549	239361608
	S(M)	0	27019166	
	S(H)	102942	32110971	
الحل العشوائي (K=12)	S(L)	0	59041969	258230512
	S(M)	0	44116857	
	S(H)	2673396	31084782	
حل القيمة المتوقعة	S(L)	1072764	41561942	256060086
	S(M)	3481452	26424650	
	S(H)	26336124	30753328	
الحل في ظل الطلب المتوقع	S(L)	2914110	43756563	257004962
	S(M)	3478356	26029336	
	S(H)	26339994	30343285	

6 - تغير الاحتمالات المرتبطة بالسياسات

في هذا القسم نفترض ان التغير في مجموع التكاليف يكون عن طريق تغير الاحتمالات المرتبطة بالسياسات ، ثلاث حالات تم افتراضها . الحالة الاولى كل سيناريو له احتمال متساويو الحالة الثانية التوزيع الاحتمالي هو الانحراف نحو التوقعات المتشائمة . في الحالة الثالثة هو الانحراف نحو التوقعات المتفائلة . ويبين الجدول رقم (12) احتمال كل سيناريو والتكلفة المثلى المقابلة في هذه الحالات . حيث نلاحظ انخفاض التكلفة للحالة الثانية مع وجود احتمال كبير لانخفاض الطلب . في المقابل ، فان التكلفة الاجمالية تزداد للحالة الثالثة بزيادة الطلب. لأن التغير في الاحتمالات يؤدي الى التغير في المستقبل : الطلب عالي (منخفض) يؤدي الى ارتفاع (انخفاض) التكلفة لأنه يتم انتاج المزيد من الوحدات و المزيد (القليل) من العمل الاضافي وكذلك الكثير (القليل) من المخزون لتفادي النقص.

جدول رقم (12) الاحتمال المرتبط بكل حالة متوقعة (سيناريو)

الحالة	S(L)	S(M)	S(H)	الكلفة الكلية
I	0.33	0.33	0.33	239361608
II	0.50	0.30	0.20	237506161
III	0.20	0.30	0.50	241263292

والجدول رقم (13) و(14) يبينان الحل العشوائي في حالة التوزيع الاحتمالي هو الانحراف نحو التوقعات المتشائمة و الحل العشوائي في حالة التوزيع الاحتمالي هو الانحراف نحو التوقعات المتفائلة

جدول رقم (13) الحل العشوائي في حالة التوزيع الاحتمالي هو الانحراف نحو التوقعات المتشائمة

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	18350	D(t)	S(L)
7347	7558	8093	15217	10840	14396	21519	25717	27500	20972	21217	10469	P(t)	
7347	7558	8093	15217	10840	14396	21519	25717	27682	20972	21217	10469	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	32543	22893	21322	20100	16321	D(t)	S(M)
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	25140	27500	20972	21217	10469	P(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	25140	34903	23768	24363	12498	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	42711	21922	22695	18440	12978	D(t)	S(H)
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	27500	27500	20972	21217	10469	P(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	30707	39504	27398	29366	15841	I(t)	
0	0	0	0	0	0	3454	3207	0	0	0	0	O(t)	

جدول رقم (14) الحل العشوائي في حالة التوزيع الاحتمالي هو الانحراف نحو التوقعات المتفائلة

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
7347	7585	8093	15217	10840	14396	21519	25899	27318	20972	21217	18350	D(t)	S(L)
7347	7558	8093	15217	10840	14396	21519	19056	27500	27500	21350	10469	P(t)	
7347	7558	8093	15217	10840	14396	21519	19056	34343	34161	21483	10469	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	32543	22893	21322	20100	16321	D(t)	S(M)
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	18479	27500	27500	21350	10469	P(t)	
14930	13359	15631	20703	16203	23213	24555	18479	41564	36957	24629	12498	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	30954	42711	21922	22695	18440	12978	D(t)	S(H)
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	27500	27500	27500	21350	10469	P(t)	
18001	15820	22932	21395	19370	24092	27500	30954	46165	40587	29632	15841	I(t)	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t)	

ثانياً: حل الانموذج المتعدد الاهداف العشوائي مع توقعات الطلب الثلاث بطريقة القيد-ε الموسعة (augmented) لتوليد حلول التي تتسم بالكفاءة في مشاكل متعددة الاهداف ومن ثم اختيار القرار المناسب. ودرجت النتائج في الجدولين رقم (15) و(16).

جدول رقم(15) الذي يمثل العائد باستخدام الطريقة المعجمية

	Z1	Z2
Min Z1	237002589	681982185
Max Z2	239361608	731359908

جدول رقم (16) يمثل الحلول الوحيدة باستخدام طريقة ε- الموسعة (augmented)

القرار	Z1	Z2
1	237002590	681982190
2	237102550	684893690
3	237202510	687805190
4	237302470	690716690
5	237402430	693628190
6	237502400	696539690
7	237602360	699451190
8	237702320	702362690
9	238016300	705274190
10	238606450	708185690
11	239361610	711097190

في ظل غياب اي معلومات اضافية عن تفضيلات متخذ القرار ومن خلال الجدول رقم (16) فان متخذ القرار يختار القرار الذي يعطي اعظم ربح وهذا يعني انه سيختار القرار رقم (11) والجدول رقم (17) يبين كميات الانتاج والخزين والعمل الاضافي والكميات المباعة وفق الانموذج المتعدد.

جدول رقم (17) يمثل قيم المتغيرات من حل الأنموذج العشوائي المتعدد الاهداف

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S(L)	D(t)	18350	21217	20972	27318	25899	21519	14396	10840	15217	8093	7585	7347
	P(t)	10469	21217	27500	27500	19189	21519	14396	10840	15217	8093	7558	7347
	I(t)	10469	21217	34028	34210	19189	21519	14396	10840	15217	8093	7558	7347
	O(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S(t)	18350	21217	20972	27318	25899	21519	14396	10840	15217	8093	7558	7347
S(M)	D(t)	16321	20100	21322	22893	32543	24555	23213	16203	20703	15631	13359	14930
	P(t)	10469	21217	27500	27500	18612	24555	23213	16203	20703	15631	13359	14930
	I(t)	12498	24363	36824	41431	18612	24555	23213	16203	20703	15631	13359	14930
	O(t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	S(t)	16321	20100	21322	22893	32543	24555	23213	16203	20703	15631	13359	14930
S(H)	D(t)	12978	18440	22695	21922	42711	30954	24092	19370	21395	22932	15820	18001
	P(t)	10469	21217	27500	27500	27500	27500	24092	19370	21395	22932	15820	18001
	I(t)	15841	29366	40454	46032	30821	27633	24092	19370	21395	22932	15820	18001
	O(t)	0	0	0	0	0	133	0	0	0	0	0	0
	S(t)	12978	18440	22695	21922	42711	30954	24092	19370	21395	22932	15820	18001

(6) الاستنتاجات والتوصيات

(6-1) الاستنتاجات

1-اثبتت النتائج قوة الأنموذج العشوائي على مرحلتين مع k=4 لكونه اكثر كفاءة من النماذج الثابتة بالتعاطي مع توقعات الطلب وذلك لتحقيقه كلفة اقل ، حيث ساهم بتخفيض الكلفة بنسبة تراوحت ما بين 6.5% - 7% والتي يمكن توضيحها كما في ادناه:

أ- كانت الكلفة التي تتكبدها الشركة لعدم معرفة المستقبل بلغت (1092616 دينار) وذلك بطرح قيمة حل الأنموذج العشوائي من الحل تحت معلومات كاملة .

ب- بالنسبة لأنموذج حل القيمة المتوقعة للإنتاج كانت قيمة الحل العشوائي (VSS) (هو المكسب الذي يتم الحصول عليه من الحل الأنموذج العشوائي) تساوي (16698479 دينار) اي ان الأنموذج العشوائي ساهم بتخفيض الكلفة بنسبة 6.5%.

ج- في حين كانت قيمة الحل العشوائي تساوي(17643354 دينار) مقارنةً مع أنموذج الحل في ظل متوسط الطلب المتوقع وهذا يعني ان الأنموذج العشوائي ساهم بتخفيض الكلفة تقريباً بمقدار7% .

د- ان قيمة الأنموذج العشوائي مع K=12 هي اعلى من الأنموذج العشوائي مع K=4 وذلك لفرض المزيد من القيود على الانتاج .

2-.كفاءة طريقة القيد-ε المطورة في حل الانموذج المتعدد وتوليد حلول فعالة فقط ، وعدد من القرارات الفعالة المتاحة من خلال سلسلة القرارات والتي من خلالها يستطيع صانع القرار اتخاذ القرار المناسب الذي يناسب تفضيلاته .

(6-2) التوصيات

1- نوصي الشركة باستخدام الأنموذج العشوائي على مرحلتين مع قيم k التي تتوافق مع فترة عدم التاكد في الطلب في تقدير الخطة الانتاجية من خلال وجود عدة حالات توقع للطلب (سياسات) .

2- نوصي باستخدام طريقة القيد- ε بنسخته augmented في حل الانموذج المتعدد لما تتميز فيه من دقة والتنوع في القرار من خلال سلسلة من الحلول الفعالة .

3- نوصي بان تكون للشركة سياسة ثابتة من خلال الحفاظ على مستوى معين من الانتاج التام كخزين لمواجهة الطلب المتذبذب ، وبالتالي التقليل من حالات اللجوء للعمل الاضافي لتقليل التكاليف الى الحد الادنى.

(7) المصادر

1. جاسم ، منعم عبد الواحد(2013) " التخطيط الشامل للإنتاج باستخدام برمجة الأهداف" بحث منشور في مجلة هندسة الرافدين. العدد ٣ .

2. الجبوري ،وسام ناطق عبد ،(2011)"استعمال برمجة الاعداد الصحيحة لتخطيط الانتاج الاجمالي في الشركة العامة للزيوت النباتية" جامعة بغداد-كلية الادارة والاقتصاد.

3. **Dantzig, G.B., 1955. Linear programming under uncertainty. Management Science, 1 (3), 197–206.**

4. **Eppen, G.D., Martin, R.K., & Schrage, L., (1989);" A scenario approach to capacity planning". Operations Research, 37 (4), ABI/INFORM Global pg. 517.**

5. **Higle, J.L.,(2005);"Stochastic Programming: Optimization When Uncertainty Matters" . INFORMS| isbn ,doi 10.1287/educ.1053.**

6. **Jaimes ,A.L., Martinez, S.Z., & Coello, C.A.,(2009);" AN INTRODUCTION TO MULTIO-BJECTIVE OPTIMIZATION TECHNIQUES". ISBN, Nova Science Publishers, Inc. Editor Name, pp. 1-26.**

7. **Katok, E., Tarantino, W., & Tiedeman, R., (2001); "Flexibility planning and technology management". Interfaces, 31 (1), 7–29.**

8. **Mavrotas, G., (2009);" Effective implementation of the ε-constraint method in Multi-Objective Mathematical Programming problems".Appl Math Comput 213(2):455- 465.**

9. **McCarl, B. A., & Spreen ,T. H. (2011); " APPLIED MATHEMATICAL PROGRAMMING USING ALGEBRAIC SYSTEMS".http://agecon2.tamu.edu/people/faculty/mccarl-bruce/mccspr/thebook.pdf.**

10. **Mirzapour Al-e-Hashem, S.M.J., Aryanezhad, M. B., & Sadjadi,S. J., (2012) ; " An efficient algorithm to solve a multi-objective robust aggregate production planning in an uncertain environment", Int J Adv Manuf Technol 58:765–782, DOI 10.1007/s00170-011-3396.**

11. **Rosenthal, R.E.,(2014);" GAMS A User's Guide". GAMS Development Corporation, Washington, DC, USA.**

12. **Shapiro, A., Dentcheva, D., & Ruszczyński, A. ,(2009);" Lectures on stochastic programming: Modeling and theory". MPS/SIAM Series on Optimization 9. Philadelphia, PA: Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM).**

13. **Singh, A. & Kumar, S., (2012); " Multiple Objectives Mathematical Programming Using Payoff Techniques ",Int. J. Pure Appl. Sci. Technol., 9(1), pp. 39-46.**

14. **Taha, H. A.,(2003); "Operations Research: An Introduction" 7th ed., Prentice Hall, Inc., U.S.A.**

15. **Vardanyan, Y., & Amelin M., (2012);" On stochastic optimization for short-term hydropower planning", Licentiate Thesis Stockholm, Sweden**

16. **Zhanga, X., Prajapatia, M. , & Pedenb, E.,(2011);"A stochastic production planning model under uncertain seasonal demand and market growth". International Journal of Production Research Vol. 49, No. 7, 1 April 2011, 1957–1975 .**

Multi-objectives probabilistic Aggregate production planning with practical application

Abstract:

In this research, has been to building a multi objective Stochastic Aggregate Production Planning model for General al Mansour company Data with Stochastic demand under changing of market and uncertainty environment in aim to draw strong production plans. The analysis to derive insights on management issues regular and extra labour costs and the costs of maintaining inventories and good policy choice under the influence medium and optimistic adoption of the model of random has adoption form and had adopted two objective functions total cost function (the core) and income and function for a random template priority compared with fixed forms with objective function and the results showed that the model of two phases with k = 4 is the best model of random which contributed to reducing costs by approximately 7%. It was also a statement that the change in the total costs will be changed by the possibilities associated with cases predicted demand (scenarios) where we note the low cost and with a high probability of low demand. In contrast, the total cost increases with increasing demand. Because the change in the possibilities leads to change in the Production plan for future. As well as the building and solving model multi-objectives by ε −constraint method improved (augmented) and the results were derived a set of acceptable solutions rather than a single solution and thus can be a decision-maker to choose the best solution for the specific case of the optimization problem of multiple objectives, was Form solution using the developed software GAMS.

Key words: stochastic programming, ε −constraint method, program GAMS.