Journal of Economics
and Administrative Sciences (JEAS)

Available online at http://jeasiq.uobaghdad.edu.iq

مقارنة طريقة التفريع والتحديد مع طريقة دالــة الجزاء لحل البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية (تطبيق عملي)

أ.د. حامد سعد الشمرتي
جامعــة الـبيان
hamed-Al-shemarty@yahoo.com

الباحث/ هبــة فاضل حربي
الجامعة المستنصــرية
hebaaalharbee@yahoo.com

Received :27/11/2019 Accepted :27/1/2020 Published :April / 2020

مستخلص البحث

ان مشكلة البرمجة ثنائيــة المستوى هي مشكلة تقليل (Min) او تعظيم (Max) لدالــة الهدف بوجود دالة هدف اخرى داخل القيود. وقد حظيت هذه المشكلة باهتمام كبير جداً في مجتمع البرمجة بسبب انتشار التطبيقات واستخدام الخوارزميات التطورية في معالجة هكذا نوع من المشــاكل. وفي هذا البــحث يــتم استخدام طريقتــين من طرائق حل البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية Non-linear Bi-level Progeamming هما: خوارزمية التحديد والتفريع Branch and Bound Algorithm وطريــقة منطــقــة الجــزاء (Penalty Function Method) والمقارنة بينهما من حيث قيمة دالة الهدف للوصول الى الحل الامثل من خلال اسلوب المحاكاة باستخدام طريقة مونت كارلو (Monte Carlo) باستخدام حجوم عينات مختلفة صغيرة وكبيرة وتطبيقها على مشاكل تحديد الكميات المثلى من الادوية والمستلزمات الطبية لشركة (كيماديا) وتم التوصل الى افضلية خوارزمية التحديد والتفريع في حل مشكلة البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية لان نتائجها كانت افضل من حيث تقليل الكلفة.

المصطلحات الرئيسة للبحث : البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية ، طريقة دالة الجزاء ، خوارزمية التحديد

*البحث مستل من رسالة ماجستير

(1 - 1) المقدمة : Introduction

نتيجة التطور الحاصل في مجال الحاسبات الالكترونية التي ساعد الباحثون المختصين في بحوث العمليات لانجاز كافة التحليلات والدراسات التي يتطلبها البحث وبسرعة فائقة . وقد ساهم ذلك التطور في ظهور وتطوير خوارزميات جديدة هدفها حل مثل تلك المسائل التي كان من الصعوبة الوصول الى حلها وايجاد الحلول المثلى لها.

ان مشكلة البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية هي مشكلة امثلية محددة ومقيدة بمنهجين غير معروفين هما (x, y) , وهي من المشاكل الصعبة والمعقدة ويتم حلها باستخدام الخوارزميات بدلاً من حلها بصورة مباشرة وهذه المشكلة يمكن استبدال حلول القيود للمشكلة ثنائية المستوى الى مجموعة من الشروط والتي يجب ان تحقق هذه الشروط اقل نقطة للمشكلة الداخلية.

(2-1) مشكلة البحث : The Problem of the Research

تتمثل مشكلة البحث بأيجاد الكميات المثلى للادوية والمستلزمات الطبية في الشركة العامة لتسويق الادوية والمستلزمات الطبية ضمن الميزانية المخصصة لشركة (المتمثلة الصرف الرشيد للميزانية) للادوية وللمستلزمات الطبية وتلبية حاجات المرضى لبعض الادوية والمستلزمات المطلوبة ليتمكن صانع القرار من أتخاذ القرار الأفضل .

(3-1) هدف البحث : The Purpose of the Research

يهدف هذا البحث في جانبه النظري الى المقارنة بين خوارزمية التحديد والتفريع مع طريقة دالة الجزاء لحل البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية وذلك لتقدير الحاجة السنوية لكميات لبعض الادوية والمستلزمات الطبية بشكل دقيق وصحيح بالاعتماد على البيانات والمعلومات عن كمية الاستعمال الفعلي للادوية والمستلزمات الطبية في كل من المستشفيات والمؤسسات الصحية خلال مدة معينة .

(2) الجانب النظري :

(1-2) البرمجة ثنائية المستوى [1] [4] [2] [3] [6 [5]

تعرف برمجة Bi_ level بصورة عامة بأنها برنامج رياضي حيث تشمل مشكلة الامثلية على مشكلة امثلية اخرى بصورة قيد وهنا يمكن وصفها بشكل ادق بأنها لعبة غير متكافئة من شخصين يكون اللعب بها متسلسلاً ولايسمح بالتعاون . وحضيت هذه المشكلة باهتمام كبير جداً في مجتمع البرمجة الرياضية بسبب انتشار التطبيقات واستخدام الخوارزميات التطورية في معالجة هذه المشاكل , وتعرف البرمجة ثنائية المستوى كالاتي :

$$(UP) \quad \begin{array}{l} \min \quad F(x, y) \\ S.t \end{array}$$

$$(LP) \quad \begin{array}{l} \min \quad f(x, y) \\ S.t \\ g(x, y) \le 0 \\ \quad S.t \\ x, y \ge 0 \end{array}$$

$$F : R^{n\times m} \to R^1 , f : R^{n\times m} \to R^1$$
$$g : R^{n\times m} \to R^q , X \in R^n , \quad y \in R^m$$

حيث F و f هي دوال الهدف المستقل والتابع على التوالي والمنطقة الممكنة للحل :

$$S = \{(x, y)\ | g(x, y) \le 0\ ,\ \ x, y \ge 0\}$$

الافتراضات الاساسية لمشكلة البرمجة ثنائية المستوى [2] [5]

1. منطقة القيود لمشكلة البرمجة ثنائية المستوى هي :

$$S = \{(x, y) \in x, y ; |G(x, y) \le 0\ ,\ \ g(x, y) \le 0\}$$

2. S هي قرار المستقل وتكون كالاتي :

$$S(x) = \{x \in x, \exists\ y \in y\ , \text{such that}\ (x, y) \in S\}$$

3. الحلول الممكنة للمستوى الادنى هي :

$$S(x) = \{\ y \in y\ ;\ g(x, y) \le 0\}$$

4. رد فعل المستوى الادنى لكل ثابت يكون كالاتي :

$$P(x) = \{\ y \in : y\ \text{argmin}\ f(x, y)\ ; y \in S(x)\}$$

5. منطقة الحلول الممكنة **(The inducible region)** لمشكلة البرمجة ثنائية المستوى هي :

$$IR = \{(x, y) \in x, y ;\ (x, y) \in S\ ,\ \ y \in P(x)\}$$

ومن خلال هذه الافتراضات فان مشكلة البرمجة ثنائية المستوى تحسن أي تعظم دالة الهدف للمستوى الاعلى F (x , y) من خلال منطقة الحلول الممكنة (The inducible region) .

تعريف *Definition* :

دالة *Fischer – Burmeister* تكون كالاتي:

$$\Phi: R^2 \to R, \Phi(a, b) = a + b - \sqrt{a^2 + b^2}$$ **or**

$$\Phi: R^3 \to R, \Phi(a, b, \varepsilon) = a + b - \sqrt{a^2 + b^2 + \varepsilon}\ ,$$

حيث $a \ge 0\ , b \ge 0\ , ab = 0 \leftrightarrow \Phi(a, b, \varepsilon) = 0$

وبأستخدام دالة *(Fischer – Burmeister)*

$$\Phi(a, b, \varepsilon) = a + b - \sqrt{a^2 + b^2 + \varepsilon}\ ,$$

للمشكلة التي تكون كالاتي:

Min F(x,y,μ)

S.t

$$\nabla_y\ L(x, y, \mu) = 0$$

$$\mu_i\ - g_i\,(x, y) - \sqrt{\mu_i^{\,2} - g_i^{\,2}(x, y) + \varepsilon} = 0\ , i = 1,2, \dots \dots m$$

x,y, $\mu_i\ \ge 0\ , i = 1, \dots \dots m$

حيث-r $b^i + g_i\,(x, y) = a^i$

$a = \mu_i\ \ge 0, b = -\,g_i\,(x, y)$ وان $a^i\ b^i$ تكون **i-th** من الصفوف ل **A,B** على التوالي وذلك بافتراض ان:

$$G(x,y,\mu)=\begin{bmatrix}\mu_1-g_1(x,y)-\sqrt{\mu_1^2+g_1^2(x,y)+\epsilon}\\ \mu_2-g_2(x,y)-\sqrt{\mu_2^2+g_2^2(x,y)+\epsilon}\\ \vdots\\ \mu_m-g_m(x,y)-\sqrt{\mu_m^2+g_m^2(x,y)+\epsilon}\end{bmatrix}.$$

$$\mathbf{H}(\mathbf{x},\mathbf{y},\mu)=\nabla_y L(x,y,\mu).$$

(2 -2) **طريقة دالة الجزاء** Penalty function method [12] [1] [13] [6]

وهي احدى الطرائق المهمة لحل المشكلة ثنائية المستوى غير الخطية , حيث تقوم بتحويل قيود المشكلة الى مشكلة غير مقيدة مفردة , او الى متسلسلة من المشاكل غير المقيدة . حيث القيود تعتمد دالة الهدف بواسطة معلمات الجزاء . وفي هذه الطريقة المستوى الادنى للمشكلة يعتمد على المستوى الاعلى لدالة الهدف مع الجزاء . حيث طريقة دالة الجزاء تستخدم لتحويل المشكلة الى مشكلة غير مقيدة .

$$\begin{aligned}&min \quad F(x,y,M)\\ &S.t\\ &\quad \mathbf{H}(x,y,M)=0\\ &\quad \mathbf{G}(x,y,M)=0 \qquad \text{———} \quad \mathbf{(1)}\\ &\quad x,y,M\geq 0\\ &\quad \mathbf{t}=(x,y,M)\end{aligned}$$

ويمكن كتابتها بالشكل الاتي :

$$\mathbf{Min}\ F(x,y,M)+M_1H(x,y,M)+\sum M_i(G(t))^2 \quad \text{———} \quad \mathbf{(2)}$$

حيث $G_j(t)$ **هي صفوف المصفوفة** $G(t)$ **و** M_i **تؤخذ من معادلات الجزاء , والمعادلة الثانية سوف نستخدمها لحل خطوات حل الطريقة اعلاه وكالاتي :**

افترض ان لدينا متجه X , والاتجاه الاول الذي نحدده d و *f* تكون minimize تقليل لـ X عند الاتجاه d . فأن الطريقة على الطول تكون للاتجاهات $(d_1, d_2, \ldots, d_{n-1})$ **, حيث j = 1,2,…,n ,** d_j **حيث هي متجه صفري عدا عند** j^{th} **يكون واحد و** d_n **تكون** $(\frac{1}{\sqrt{n}}, \frac{1}{\sqrt{n}}, \ldots, \frac{1}{\sqrt{n}})$ $= d_n$ **.**

الطريقة تستخدم الاتجاهات الاتية :

$$d_1=(1,0,\ldots,0),\ d_2=(0,1,\ldots,0)\ ,\ldots,\ d_{n-1}=(0,\ldots 1,0)$$

حيث x_j **تتغير بينما كل المتغيرات تبقى ثابتة . وسوف نلخص الطريقة اعلاه لتقليل الدالة (minimization الى عدة متغيرات وكالاتي :**

<u>(1) الخطوة الاولية :</u>

اختيار $\varepsilon > 0$ **تستخدم لتحديد الخوارزمية . ونفترض** $(d_1, d_2, \ldots, d_{n-1})$ **تنسق الاتجاهات وان** d_n **تكون متجه لـ** $\frac{1}{\sqrt{n}}$ **, ونختار النقطة الاولية** x_1 **, حيث نفترض** $x_1 = y_1$ **,** ***k*** **= j = 1 وبعدها نذهب للخطوة اللاحقة .**

<u>(2) الخطوة الرئيسة :</u>

نفترض M_j **هي الحل الامثل للمشكلة لتقليل** $(y_j + Md_j)$ **, ونفترض** $y_{j+1} = y_j + M_j d_j$ **اذا j < n نستبدل j بـ j+1 , وتكرر الخطوة الاولى وغير ذلك اذا (j = n) نذهب للخطوة اللاحقة .**

(3) الخطوة النهائية Termination :

افترض $x_{k+1} = y_{n+1}$ اذا $\| x_{k+1} - x_k \| < \varepsilon$ اذا نتوقف وغير ذلك افترض x_{k+1} $= y_1$ و $j = 1$ ونستبدل k بـ $k+1$ وتعاد الخطوة (الخطوة الرئيسية) .
وسوف نستخدم النظرية الاتية والتي أسست لتحويل الخوارزمية لحل المشكلة بشكل تقليل *f*(*x*) بالنسبة الى x $\in R^n$. وتبين لنا ان الخوارزمية تكون (n) من الاتجاهات المستقلة الخطية وتحدد النقطة الجديدة من خلال سلسلة لتقليل *f* على طول الاتجاهات لتصل الى النقطة المستمرة.

نظرية Theorem [1] [4]

افترض أن المشكلة كالاتي :

$$\min_{s.t} f(x)$$
$$g_i(x) \le 0 \qquad i = 1,2,\dots,m$$
$$h_j(x) = 0 \qquad j = 1,2,\dots,l$$

حيث *f* , $g_1, g_2, \dots, g_m$ و $h_1, h_2, \dots, h_l$ هي دوال مستمرة عند R^n و x مجموعة خالية في R^n . وافترض ان الحل مقبول و $\propto$ دالة مستمرة .

$$\propto(x) \sum_{i=1}^{m} \Phi[\ g_i(x)\ ] \sum_{j=1}^{l} \Phi\ [\ h_j(x)\ ]$$

حيث

$$\Phi(y) = 0 \qquad \text{if} \quad y \le 0$$
$$\Phi(y) > 0 \qquad \text{if} \quad y > 0$$
$$\Phi(y) = 0 \qquad \text{if} \quad y = \mathbf{0}$$
$$\Phi(y) > 0 \qquad \text{if} \quad y \ne 0$$

اذن :

$$\textbf{Inf}\{ f(x) : g(x) \le 0, h(x) = 0, x \in X\}$$
$$\textbf{Inf}\ \{ f(x)\, \boldsymbol{\mu} \propto (x) : x \in X \}$$

$\infty(\ \boldsymbol{\mu}\ )$ →حيث $\boldsymbol{\mu}$ ثابت كبير موجب

.

(3-2) **خوارزمية التفريخ والتحديد** Branch and Bound algorithms

[8] [10] [9] [11] [6]

تستخدم عندما يكون المستوى الادنى للمشكلة محدب ومنتظم ونستخدم به شروط (KKT) , خوارزمية التفريع والتحديد تتضمن حل سلسلة من المشاكل بدلاً من حل مشكلة البرمجة ثنائية المستوى بصورة مباشرة بحيث نستخدم شروط (KKT) لتعريف المستوى الاول لمشكلة الامثلية حيث :

$$BP_{KKT}: \min_{x,y,\lambda} F(x, y) = C^1 x + C^2 y$$

$$\textbf{Subject to}\ \ G_i(x, y) \ge 0 \qquad i \in T$$
$$\textbf{and}\ \ \nabla_y \mathcal{J}(x, y, \lambda) \approx 0$$
$$g_i(x, y) \ge 0 \qquad i \in p$$
$$\lambda_i\, g_i(x, y) = 0 \qquad i \in p$$
$$\lambda_i \ge 0 \qquad i \in p$$

حيث $\mathcal{J}(x, y, \lambda) = f(x, y) - \sum_{i=1}^{1} \lambda_i \, g_i(x, y)$

وهي مرتبطة بمتجه مضاعف لاكرانج و λ x ووهي دالة لاكرانج للمستوى الادنى للمشكلة وتعرف عند

$$\nabla_y \mathcal{J}(x, y, \lambda) = \frac{\partial}{\partial y_i} \mathcal{J}(x, y, \lambda)_{i \in \mathrm{M}}$$

y. هي الميل بالنسبة لمتجه $\mathrm{M} = \{1,2, \dots, m\}$

وان شروط (Complementary Slackness) تكون بصورة عامة غير خطية وغير محدبة , وهي تكون جيدة بأتباعها للبرمجة ثنائية المستوى مع شروط (Karsh _Kuhn _ Tucker) أي $\mathrm{BP}_{\mathrm{KKT}}$ وذلك ان شروط (Complementary Slackness) تكون قيودها جداً معقدة لتحقق الحل لـ $\mathrm{BP}_{\mathrm{KKT}}$. حيث ان خوارزمية (Branch and Bound) تحاول تقديم هذه الشروط لتكون هي الحل للمشكلة , وهذا الهدف يحقق من خلال بناء شجرة للمشاكل تستخرج من ($\mathrm{BP}_{\mathrm{KKT}}$) عند العقدة او الجذر الاولي لهذه الشجرة يكون للمشكلة :

$$\mathrm{P}_0: \min_{x, y, \lambda} \; \mathrm{F}(\mathrm{x}, \mathrm{y})$$

Subject to $\mathrm{G}_i(\mathrm{x}, \mathrm{y}) \geq 0 \qquad i \in \mathrm{T}$

and $\nabla_y \mathcal{J}(x, y, \lambda) = 0$

$\mathrm{g}_i(x, y) \geq 0 \qquad i \in \mathrm{p}$

$\lambda_i \geq 0 \qquad i \in \mathrm{p}$

وهذه المشكلة تحل كالاتي :

1- اذا شروط (Complementary Slackness) تكون $\lambda_i \, \mathrm{g}_i(x, y) = 0$ عندها فأن زوجان من العقد k تعرف واحدة منها العقدة k_1 تحتوي على المشكلة p_{K} مع اضافة القيد $\lambda_i = 0$, والعقدة الاخرى k_2 تحتوي على p_{K} اضافة القيد $\mathrm{g}_i(x, y) = 0$. ولذلك فأن أي حل للمشاكل عند العقدة k_1 مع k_2 يحقق j^{th} من شروط (Complementary Slackness) .

2- اذا كان لا يوجد حل للمشكلة عند النقطة k عندها فأن الجذور تكون عند النقطة k غير موسعة لان جميع المشاكل سوف تكون غير مقبولة .

اذا كان الحل عند النقطة k يحقق جميع شروط (Complementary Slackness) عندها يكون الحل لمشكلة $\mathrm{BP}_{\mathrm{KKT}}$ معرف . وقيمة دالة الهدف تقارن بالنسبة للحل الافضل الذي يوجد بشكل بعيد جداً وذلك لان الحل الذي وجد هو ايضاً حل للمشاكل عند العقدة الحالية وتكون غير موسعة للمدى البعيد . والجذور تكون لا تحقق الحل لمشكلة $\mathrm{BP}_{\mathrm{KKT}}$ عند النقطة الحالية

(1-3) الجانب التجريبي

في هذا الجانب تم استخدام اسلوب المحاكاة باستخدام طريقة مونت كارلو لغرض حل مشكلة البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية وفقاً للطرائق التي تقدم ذكرها ،, فقد تم تحديد ما يأتي :

1 – اختيرت احجام مختلفة للعينات صغيرة ومتوسطة وكبيرة و كبيرة جدا.

2) - تم تكرار كل تجربة (R = 5 000

3- الخطا بمقدار $\varepsilon = 0.01$

4- ان تجارب المحاكاة المقامة في هذا الفصل تتضمن دراسة طريقتين من طرائق حل البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية بهدف المقارنة والتحليل ومدى ملائمة هاتان الطريقتين عند مختلف القيم وهي : طريقة دالة الجزاء Penalty function methodsوخوارزمية التفريغ والتحديد Branch and algorithms Bound حيث استخدمت الطريقتين أعلاه في دراسة تجارب المحاكاة حيث أن الخطوة الرئيسة هي توليد سلسلة من القيم العشوائية التي تتبع التوزيع المنتظم المستمر . وبالتالي تهيئة وسيلة رياضية لتحويل الرقم العشوائي المنتظم الى متغير عشوائي يتبع التوزيع الطبيعي وعليه فإن توليد المتغيرات الطبيعية يتم بأستخدام تحويل بوكس ملر وهو من الانواع التي تعتمد على بيانات المشكلة قيد الدراسة وتسمى المحاكاة المقيدة, وتعمل المحاكاة على توليد الارقام العشوائية وبتوزيع المنتظم $u(0,1)$ وبالاعتماد على هذه الارقام نقوم

بتوليد المتغيرات العشوائية بحسب توزيع معين وهناك عدة طرائق لهذا التوليد, وبعدها نقوم بتوليد متغيرات من خلال عدة نماذج اعدت لهذا الغرض, واخيرا نكرر تجربة المحاكاة لعدة مرات لكي نحصل على بيانات قريبة من الواقع.
وصيغة بوكس ملر كالاتي :

$$u_1(t) = [\,-2\,Ln\,u_1\,]^{\frac{1}{2}}\ [\sin(2\pi u_2)]$$
$$u_2(t) = [\,-2\,Ln\,u_1\,]^{\frac{1}{2}}\ [\cos(2\pi u_2)]$$

حيث أن (u_1, u_2) **متغيران مستقلان يتبعان التوزيع المنتظم** $U(\,0\,,1\,)$.

6- تم تنفيذ البرامج الخاصة للجانب التجريبي بأستخدام لغة (Matlab18B) لتنفيذ طرائق حل مشكلة البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية.

(2-3) **مناقشة تجارب المحاكاة** :

بعد تطبيق تجارب المحاكاة تم الحصول على النتائج التالية :

جدول رقم (1) يبين نتائج حل طريقتي التحديد والتفريع وطريقة دالة الجزاء بمقدار خطأ $\varepsilon = 0.01$ **وتكرار** ***R=5000*** **ولحجوم العينات المختلفة .**

حجم العينة n	Branch and Bound			Penalty Function			Best
	x	y	Z	x	y	z	
20	9.14	9.18	10.50	17.77	13.60	17.00	Branch
50	9.92	9.93	10.34	18.15	14.00	16.29	Branch
100	10.65	10.66	10.70	18.59	14.40	15.12	Branch
150	11.00	11.01	10.33	18.78	14.71	15.40	Branch
200	11.27	11.27	10.45	19.02	14.83	12.87	Branch
250	11.50	11.51	11.47	19.08	15.01	15.69	Branch
300	11.66	11.66	9.93	19.22	15.15	14.90	Branch
350	11.87	11.87	10.15	19.21	15.12	14.43	Branch
400	12.01	12.01	9.74	19.29	15.22	12.24	Branch
450	12.11	12.11	9.83	19.37	15.31	11.64	Branch
500	12.18	12.19	9.91	19.40	15.32	13.52	Branch
550	12.31	12.31	10.04	19.41	15.34	12.06	Branch
600	12.42	12.42	11.31	19.46	15.36	14.94	Branch
650	12.50	12.51	11.12	19.50	15.38	13.29	Branch
700	12.85	12.85	10.94	19.61	15.49	13.08	Branch
750	12.63	12.63	10.75	19.65	15.55	13.03	Branch
800	12.68	12.68	10.80	19.68	15.58	11.68	Branch
850	12.74	12.74	10.86	19.70	15.61	14.81	Branch
900	12.79	12.79	10.91	19.72	15.63	14.16	Branch
950	12.83	12.83	10.95	19.77	15.66	14.79	Branch
1000	12.88	12.88	11.01	19.79	15.68	12.93	Branch

بعد اتمام الجانب التجريبي تم التوصل الى افضلية خوارزمية التحديد والتفريع **Branch and Bound algorithms** في حل مشكلة البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية في حالة حجوم العينات الصغيرة والكبيرة والكبيرة جدا , واعتمدت هذه الطريقة في الجانب التطبيقي لكونها اعطت النتائج وبأقل قيمة لدالـــة الهدف Z.

(4-1) **الجانب التطبيقي** :

في هذا الجانب تم تطبيق خوارزمية التفريع والتحديد **Branch and Bound algorithms** لحل مشكلة البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية على البيانات الحقيقية الخاصة بشركة تسويق الادوية والمستلزمات الطبية (كيماديا) بالاعتماد على برامج كتبت بلغة (MATLA B18B)

(4-2) **فكرة عامة عن شركة تسويق الادوية والمستلزمات (كيماديا)** :

كيماديا هي الشركة العراقية الوحيدة المتخصصة التي تقوم بتوفير وخزن وتسويق وتوزيع الدواء والمستلزمات الطبية والاجهزة على (المستشفيات العامة العيادات الشعبية والمراكز الصحية) أذ أنها المستورد الوحيد للقطاع العام كما تقوم بوضع القواعد الاساسية لتحديد الاسعار لكل صنف من الادوية والمستلزمات الطبية لضمان السعر المناسب للمـواطن والصيدليات والجهات ذات العلاقة وتعمل كذلك على تخصيص كميات من الادوية (ادوية الطوارئ والادوية المنقذة للحياة) وكذلك المستلزمات الضرورية استعماله بشكل استثنائي في الظروف الطارئة بالاضافة الى التغطية جزء من احتياجات المؤسسات الصحية في الادوية والمستلزمات عن طريق الانتاج الوطني.

تعريف متغيرات القرار :-

يمكن صياغة اهداف وعناصر مشكلة تحديد الكميات المثلى من الادوية والمستلزمات الطبية المستوردة بالآتي إذ ان متغيرات المشكلة المدروسه هي خمس عشرة من الكميات المستوردة للدواء او المستلزم طبي :

X_1 : تمثل الكمية المستوردة من المادة (Digoxin 250 mcg scored tab).
X_2: تمثل الكمية المستوردة من المادة (Diazepam ini 5mg/ml (2ml) Ampoule).
X_3 : تمثل الكمية المستوردة من المادة (Etoposide 50 mg capsule).
X_4 : تمثل الكمية المستوردة من المادة(Etoposide inj 20/ml or 100mg /5ml vial).
X_5 : تمثل الكمية المستوردة من المادة (Tetanus vaccine).
X_6 : تمثل الكمية المستوردة من المادة (BCG).
X_7 : تمثل الكمية المستوردة من المادة (Measlaes).
X_8 : تمثل الكمية المستوردة من المادة (Polie inj vaccine).
X_9 : تمثل الكمية المستوردة من المادة(Insulin isophane(NHP) 100 Units/ml ingection).
X_{10} : تمثل الكمية المستوردة من المادة (Etoposide 100 mg capsule).
X_{11} : تمثل الكمية المستوردة من المادة (Insulin neutral 100 units/ml ingection).
X_{12} : تمثل الكمية المستوردة من المادة (Surgial gauze swabs(45*45) cm (pack 100) pcs).
X_{13} : تمثل الكمية المستوردة من المادة.(Disposable operation latex gloves sterile size 7/0.5 peel pack).
X_{14} : تمثل الكمية المستورده من المادة(Band aid(2.2*2.2) cm (pack of 100)).
X_{15} : تمثل الكميه المستورده من المادة (Paper tape plaster).

(4-3) **وصف البيانات**:-

لغرض تحديد عناصر مشكلة تحديد الكميات المثلى من الادوية والمستلزمات الطبيةالتي تسد حاجة الوزارة الصحة منها معتمدين على منهجية علمية صحيحة تم دراسة المشكلة دراسة وافية لتعرف على المشكلة وتحديد عناصرها لذا قمنا بزيارات متعددة الى الشركة العامة لتسويق الادوية والمستلزمات الطبية لتحديد معاملات الانموذج تمكنا من الحصول على معاملات المشكلة المتمثله بما يلي:

1. حاجة وزارة الصحة من الادوية والمستلزمات الطبية والتي تم الحصول عليها من السجلات الخاصة بالشركة وهي كما موضحة في الجدول(2)
2. السعر الادوية والمستلزمات الطبية بالدولار

جدول(2) يوضح الاحتياج والسعر بالدولار

الدواء او المستلزمات الطبية	الكمية التي نحتاجها من امبولة , كبسولة , فيال	السعر بالدولار	كلفة الطلب
Digoxin 250 mcg scored tab	4703166	0.29	1363918.14
Diazepam ini 5mg/ml (2ml) Ampoule	3332614	0.8	2666091.2
Etoposide 50 mg capsule	25033	10	250330
Etoposide inj 20/ml or 100mg /5ml vial	4000000	9.2	36800000
Tetanus vaccine	5600000	0.10	56000
BCG	5000000	0.50	2500000
Measlaes	805050	0.61	491080.5
Polie inj vaccine	34906	11	383966
Insulin isophane(NHP) 100 Units/ml ing ection	793500	4.99	3959565
Etoposide 100 mg capsule	25900	73	1890700
Insulin neutral 100 units/ml ingection	613668	3.90	2393305.2
Surgial gauze swabs(45*45) cm (pack 10 0) pcs	590220	59	34822980
Disposable operation latex gloves sterile s ize 7/0.5 peel pack	6560150	0.45	2952067.5
Band aid(2.2*2.2) cm (pack of 100)	66335	0.70	46434.4
Paper tape plaster	289920	6.80	1971456

3- المساحة المستغلة لكل دواء ومستلزم مقاسة بالسنتمتر المكعب ماخوذة من بيانات الشركة العامة لتسويق الادوية والمستلزمات الطبية.

جدول(3) يوضح مساحة كل دواء ومستلزم مقاسة بالـ سم^3

مساحة الكارتونة	الكمية بالكارتونة	مساحة كل دواء أو مستلزم
55000	5000	12.25
56000	696000	0.89109
3250	40	95.74
120000	445	320.29
6930	5000	2.757
16945.6	30000	0.756
6030	3000	2.757
3250	6000	0.572
50000	600	70
3500	100	39.4
40000	700	65
49000	700	105
45650	5000	2.09
500000	13000	27
350000	13000	27

(4-4) **الأنموذج الرياضي للمشكلة** :

تم صياغة أنموذج مشكلة برمجة ثنائية المستوى غير الخطية اعتمادا على البيانات المأخوذة من شركة تسويق الادوية والمستلزمات الطبية و نوع المشكلة المُراد حلها حيث يتطلب بناء ألأنموذج أولا تحديد متغيرات القرار التي تمثل الكميات المثلى من الادوية والمستلزمات الطبية التي تحتاجها الوزارة ومساحة كل مستلزم او دواء بالسنتمتر المكعب والتي تم تعريفها اعلاه ,
وان الكمية المثلى التي تحتاجها الوزارة من الادوية والمستلزمات:

$$\text{Min } Z = 0.29 X_1 + 0.8 X_2 + 10 X_3 + 9.1 X_4 + 0.10 X_5 + 0.50 X_6 + 0.61 X_7 + 11X_8 + 4.99X_9 + 73X_{10} + 3.90 X_{11} + 59X_{12} + 0.45X_{13} + 0.70X_{14} + 6.80X_{15}$$

قيود الطلب

$X_1 \geq 4703166$
$X_2 \geq 3332614$
$X_3 \geq 25033$
$X_4 \geq 4000000$
$X_5 \geq 560000$
$X_6 \geq 5000000$
$X_7 \geq 805050$
$X_8 \geq 34906$
$X_9 \geq 793500$
$X_{10} \geq 25900$
$X_{11} \geq 613668$
$X_{12} \geq 590220$
$X_{13} \geq 6560150$
$X_{14} \geq 66335$
$X_{15} \geq 289920$

قيود المساحة

$X_1 \geq 12.25$
$X_2 \geq 0.89109$
$X_3 \geq 95.74$
$X_4 \geq 320.29$
$X_5 \geq 2.757$
$X_6 \geq 0.756$
$X_7 \geq 2.757$
$X_8 \geq 0.572$
$X_9 \geq 70$
$X_{10} \geq 39.4$
$X_{11} \geq 65$
$X_{12} \geq 105$
$X_{13} \geq 2.09$
$X_{14} \geq 27$
$X_{15} \geq 27$

قيود عدم السالبية

$$X_i \geq 0$$

بعد ان تم بناء الانموذج النهائي وتحويله الى قيود من تطبيق البيانات الخاصة بشركة تسويق الادوية والمستلزمات الطبية (كيماديا) في الجداول اعلاه طبقاً للنتائج التي تم الحصول عليها في الجانب التجريبي بالاعتماد على برامج كتبت بلغة (MATLAB 18B) تم الحصول على نتائج الطرائق للمقارنة بين الطريقتين وكالاتي:

Branch and Bound Algorithm

Z = 193.1515

(x ,y) = (1929.3 ,2249.0)

Penalty function methods

Z = 61554

(x ,y) = (69285000 , 981000)

بالاستناد الى نتائج الجانب التجريبي للبيانات المولدة فان طريقة التفريع والتحديد **Branch and Bound Algorithm** هي الافضل فتعد كلفة الطريقة والتي تساوي 193.1515 التي حصلنا عليها بناءا" على الجانب التجريبي و بالاعتماد على برامج كتبت بلغة (MATLAB 18B) والبيانات الحقيقية لشركة تسويق الادوية والمستلزمات الطبية (كيماديا) ، ان خوارزمية التحديد والتفريع هي الافضل في حالة حجوم العينات الصغيرة والكبيرة والمتوسطة والكبيرة جدا.

.

حيث تكون الكمية المثلى من الادوية والمستلزمات الطبية لشركة (كيماديا) :

Min Z = 193.1515

وذلك بالاسعار الاتية لكل دواء :

الدواء الاول X_1 عند السعر 0.29 دولار

الدواء الثاني X_2 عند السعر 0.8 دولار

الدواء الثالث X_3 عند السعر 10 دولار

الدواء الرابع X_4 عند السعر 9.1 دولار

الدواء الخامس X_5 عند السعر 0.10 دولار

الدواء السادس X_6 عند السعر 0.50 دولار

الدواء السابع X_7 عند السعر 0.61 دولار

الدواء الثامن X_8 عند السعر 11 دولار

الدواء التاسع X_9 عند السعر 4.99 دولار

الدواء العاشر X_{10} عند السعر 73 دولار

الدواء الحادي عشر X_{11} عند السعر 3.90 دولار

الدواء الثاني عشر X_{12} عند السعر 59 دولار

الدواء الثالث عشر X_{13} عند السعر 0.45 دولار

الدواء الرابع عشر X_{14} عند السعر 0.70 دولار

الدواء الخامس عشر X_{15} عند السعر 6.80 دولار

وتكون الكمية المثلى للطلب (1929.3) كارتون و المساحة المثلى للدواء (2249.0).

الاستنتاجات : Conclusions

من خلال تنفيذ تجارب المحاكاة وبناءً على ما تم تحليله من نتائج الجانب التجريبي فقد تم التوصل الى الاستنتاجات الاتية :

1. بشكل عام اظهرت نتائج تجارب المحاكاة افضلية طريقة التفريع والتحديد المقترحة لانها اظهرت اقل قيمة لدالة الهدف في مختلف حجوم العينات .
2. طريقة التحديد والتفريع في حالة حجوم العينات الصغيرة والمتوسطة والكبيرة والكبيرة جدا هي الافضل وذلك بالاعتماد على اقل لدالة الهدف من حيث تقليل الكلفة.

التوصيات : Recommendation

1. يوصي الباحثان باعتماد طريقة التحديد والتفريع في حالة حجوم العينات الصغيرة والكبيرة والمتوسطة والكبيرة جدا.
2. يوصي الباحثان بأجراء بحوث مستقبلية وباستعمال طرائق حل مختلفة لحل مشكلة البرمجة ثنائية المستوى غير الخطية .
3. يوصي الباحثان بان تفكر الدولة في انتاج الادوية التي عليها طلب متزايد والتي تعد ذات مردود اقتصادي جيد للدولة وبالاخص لدينا كوادر علمية (أطباء وصيادلة) كفوئين وكذلك وجود شركة سامراء لانتاج الادوية والتي تعد من الشركات المميزة واضافة الى وجود شركات وطنية اخرى .
4. يوصي الباحثان باستخدام خوارزمية التحديد والتفريع لشركة تسويق الادوية والمستلزمات الطبية لانها اظهرت افضل النتائج لتقليل الكلفة.

المصادر :

1- Ghadimi, S., & Wang, M. (2018). Approximation Methods for Bilevel Programming. arXiv preprint arXiv:1802.02246.

2- Hosseini, E., & Kamalabadi, I. N. (2013). Solving linear-quadratic bi-level programming and linear-fractional bi-level programming problems using genetic algorithm. Applied Mathematics and Computational Intelligence, 2(2), 169-182

3 Hosseini, E., & Kamalabadi, I. N. (2014). Taylor approach for solving non-linear bi-level programming problem. Advances in Computer Science: an International Journal, 3(5), 91-97.

4-Hosseini, E., & Kamalabadi, I. N. (2015). Bi-section algorithm for solving linear Bi-level programming problem. Int. J. Sci. Eng, 1, 101-107.

5-Wan, Z., Mao, L., & Wang, G. (2014). Estimation of distribution algorithm for a class of nonlinear bilevel programming problems. Information Sciences, 256, 184-1967- Hosking, J.R.M. ,(1986), The theory of probability

6- Case, L. M. (1997). An l¦ 1 penalty function approach to the nonlinear bilevel programming problem.

7-Hosseini, E., & Kamalabadi, I. N. (2015). Two approach to solve nonlinear bilevelfor solving non-linear bi-level programming problem. Advances in Computer Science: an International Journal

8-Hansen, P., Jaumard, B., & Sa-vard, G. (1992). New branch-and-bound rules for linear bilevel programming. SIAM Journal on scientific and Statistical Computing, 13(5), 1194-1217.

9-Colson, B., Marcotte, P., & Savard, G. (2005). Bilevel programming: A survey. 4or, 3(2), 87-107

10- Edmunds, T. A., & Bard, J. F. (1991). Algorithms for nonlinear bilevel mathematical programs. IEEE transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 21(1), 83-89
11- Bard, J. F., & Moore, J. T. (1990). A branch and bound algorithm for the bilevel programming problem. SIAM Journal on Scientific and Statistical Computing, 11(2), 281-292
12- Colson, B., Marcotte, P., & Savard, G. (2005). Bilevel programming: A survey. 4or, 3(2), 87-107.
13- Sinha, A., Malo, P., & Deb, K. (2017). A review on bilevel optimization: From classical to evolutionary approaches and applications. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 22(2), 276-295.
14- White, D. J., & Anandalingam, G. (1993). A penalty function approach for solving bi-level linear programs. Journal of Global Optimization, 3(4), 397-419.

"Comparison Branch and Bound Algorithm with Penalty Function Method for solving Non-linear Bi-level programming with application "

**Prof. Hamed Saad Noor AL-Shamraty
Al-Bayan University
hamed-Al-shemarty@yahoo.com سلطان

* Hebaa Fadheel Al –Sudanei
Al-Mustansiryah University
hebaaalharbee@yahoo.com

Received :27/11/2019 Accepted :27/1/2020 Published :April / 2020

Abstract :

The problem of Bi -level programming is to reduce or maximize the function of the target by having another target function within the constraints. This problem has received a great deal of attention in the programming community due to the proliferation of applications and the use of evolutionary algorithms in addressing this kind of problems. Two non-linear bi-level programming methods are used in this paper. The goal is to achieve the optimal solution through the simulation method using Monte Carlo method using different small and large sample sizes. The research reached the Branch Bound algorithm was preferred in solving the problem of non-linear two-level programming this is because the results were better.

KEY WORD: Non-linear Bi-level programming, Penalty Function Method, Branch and Bound