كلية التراث الجامعة
المؤتمر العلمي السنوي الحادي عشر

حل نماذج البرمجة الهدفية الخطية باستخدام المتغيرات غير المقيدة بإشارة

م.د.وائق حياوي لايذ
قسم الإدارة العامة / كلية الإدارة والاقتصاد
جامعة سومر

أ.م.د علي حسين حسن
قسم الحاسبات/ كلية الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات
جامعة سومر

م.م. حازم عبد عزيز
قسم الإدارة العامة / كلية الإدارة والاقتصاد
جامعة سومر

المستخلص

من المعروف أن أنموذج برمجة الأهداف يتم فيه تخفيض الانحرافات عن تحقيق الأهداف في ظل القيود الموجودة، بدلاً من تعظيم أو تخفيض دالة الهدف مباشرة كما في أنموذج البرمجة الخطية، فيكون الغرض من استخدام أنموذج برمجة الأهداف هو الوصول إلى الحل المرضي (Satisfied Solution)، الذي يخفض مجموع الانحرافات عن الأهداف المرجوة إلى أدنى حد ممكن بينما الغرض من استخدام أنموذج البرمجة الخطية هو الوصول إلى الحل الأمثل للمشكلة (Optimized Solution).

أن أنموذج البرمجة الهدفية يعتمد على أضافة متغيرات الانحراف السالب والموجب لكل قيد من قيود الاهداف ومن ثم يقلل للمتغير الانحراف الموجب اذا كان القيد أصغر من أو يساوي ويقلل الانحراف السالب أذا كان القيد من النوع أكبر من أو يساوي والاثنان معا أذا كان القيد مساواة.

أن هدف هذا البحث هو استخدام المتغيرات غير المقيدة بإشارة (متغيرات حرة) للتعويض عن متغيرات الانحراف السالب والموجب في نموذج طريقة برمجة الأهداف لتقليص عدد المتغيرات المضافة.

وتم استخدام البرنامج الحاسوبي (Win QSB) لتطبيق هذا البحث على أنموذج البرمجة الهدفية لشبكة توزيع المياه في قضاء الرفاعي حيث قلت المتغيرات المضافة من (54) متغير في الطرق الاعتيادية الى (27) متغير في الطريقة المقترحة.

Solution of Linear Goal Programming Using Unconstrained Variables

Abstract

It is well known that the goal programming model reduces the deviations from achievement of the objectives under the existing constraints, rather than maximizing or reducing the target function directly as in the linear programming model, the purpose of using the goal programming model is to reach the satisfactory solution, which reduces the total deviations from the desired objectives to a minimum while the purpose of using the linear programming model is to reach the optimal solution (Optimized Solution).

The goal programming model is to add the positive and negative deviation variables for each constraint of the goals and then to reduce the variable positive deviation if the constraint is less than or equal and reduces the negative deviation if the constraint of the type is greater than or equal and both together if the constraint is equal.

The aim of this paper is to use the unconstrained variables (free variables) to compensate the negative and positive deviation variables in the method of goal programming to reduce the number of added variables.

The QSB Win programming environment was used to apply this research to the goal programming model for the water distribution network in Al-Rifai district, where the variables added were changed from (54) variables in the normal way to (27) variable in the proposed method.

1.المقدمة

أن أساليب بحوث العمليات (operations research) تستخدم بشكل واسع في المساعدة في اتخاذ القرار، التي تبحث في كيفية الوصول الى القرارات الصائبة عند توفر مجموعة من البدائل لاختيار البديل الأمثل، تظهر أهميتها بإمكانية استخدام مقادير هائلة من البيانات، والتعبير عن العلاقات المتشابكة التي تربط بين عدد هائل من المتغيرات القابلة للقياس الكمي ، وذلك بالتعبير عنها بنماذج رياضية (models) تعتمد التعبير الرمزي بين المتغيرات التي تؤثر في المشكلة، ويعكس الأثر النسبي لكل متغير في المشكلة بأكملها، كما يعكس الأثر الناشئ عن أحداث تغير في احد المتغيرات، وقد يتكون من متباينات أو معادلات رياضية متعددة يعتمد عددها على عدد المتغيرات ودرجة ترابطها [3].

أن معظم حالات القرار في الحياة العملية تمتاز بتعدد الأهداف فلا يمكن اختصارها بهدف واحد، وبسبب القصور الذي يواجهة حل هذه المشاكل باستخدام البرمجة الخطية [LP] فقد ظهر أسلوب جديد يعرف بـ (الدوال المتعددة الأهداف) الذي يعد من الطرائق المهمة لحل مشاكل أتخاذ القرار التي تشمل أهداف متعددة ، قد تكون غير متكافئة أو متناقضة. ويمتاز هذا الأسلوب بأنه أكثر مرونة من البرمجة الخطية من حيث سماحها بتحديد أهداف أكثر تناقضا واختلافا في الأبعاد (وحدات القياس) وبذلك يمثل حلا أمثل بالنسبة لأسبقيات الأهداف المتعددة ومن أبرز طرائقه طريقة البرمجة الهدفية [4].

2. مشكلة البحث:

أن نموذج البرمجة الهدفية فيه يضاف متغيرات الانحراف السالب والموجب لكل قيد من قيود الاهداف ومن ثم يقلل للمتغير الانحراف الموجب اذا كان القيد أصغر من أو يساوي ويقلل الانحراف السالب أذا كان القيد من النوع أكبر من أو يساوي والاثنان معا أذا كان القيد مساواة، مما يؤدي الى مشكلة زيادة عدد المتغيرات المضافة بمقدار متغيرين لكل قيد من قيود الأهداف.

3.هدف البحث :

أن هدف البحث هو استخدام المتغيرات غير المقيدة بإشارة (متغيرات حرة) للتعويض عن متغيرات الانحراف السالب والموجب في أنموذج طريقة برمجة الأهداف لتقليص عدد المتغيرات المضافة في نموذج الرياضي الخاص بالتوزيع الامثل لشبكة مياه الشرب لمدينة الرفاعي والذي يهدف الى :-

1- تقليل العجز في الطلب على المياه الصالحة للشرب بالنسبة للأحياء السكنية.

2- هو تقليل الفائض أو العجز في الطاقات الإنتاجية للمشاريع.

4.النموذج الرياضي لبرمجة الأهداف الخطية:

إن الفكرة الأساسية في برمجة الأهداف هي تحديد أولوية لكل هدف ، ثم تحديد وزن محدد لكل هدف ضمن مستوى الأولوية الواحد ، ثم البحث عن حل يصغّر المجموع (المرجح) لانحرافات دوال الهدف عن أهدافها الخاصة ، أي إن متغيرات الزيادة أو التخفيض للقيود توضع بدل وظيفة الهدف وهي ما يراد تخفيضها ويمكن التعبير عن نموذج برمجة الأهداف الخطية بالشكل الرياضي الآتي [4,6].

$$Min\bar{a}=\{p_1(d_i^-,d_i^+),p_2(d_i^-,d_i^+),.....,p_k(d_i^-,d_i^+)\} \qquad (1)$$

subject to :

$$\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_j+d_i^--d_i^+=b_i \quad , i=1,2,.....m \qquad (2)$$

$$x_j,d_i^-,d_i^+\geq 0$$

حيث إن :

$\bar{a}$: متجه دالة الإنجاز .

P_k : الأولوية k .

x_j : متغير القرار .

c_{ij} : معامل المتغير j في الهدف i .

d_i^- : متغير الانحراف السالب ويعبر وجوده في دالة الإنجاز عن أدنى إنجاز للهدف .

d_i^+ : متغير الانحراف الموجب ويعبر وجوده في دالة الإنجاز عن أعلى إنجاز للهدف .

b_i : قيمة الهدف i .

إن المتغيرات الانحرافية d_i^+ ، d_i^- لا يمكن جمعها معاً فسوف يساوي أحدهما أو كلاهما صفراً أي إن :

$$d_i^+ * d_i^- = 0 \qquad (3)$$

كما ينطبق شرط عدم السلبية على جميع المتغيرات ، أي إن :

$$d_i^-,d_i^+\geq 0 \qquad (4)$$

هنالك ثلاث حالات يمكن إن نقوم بها لتقليص متغيرات الانحراف في دالة الإنجاز وكما مبين في الجدول (1)[5].

الجدول (1) يبين حالات تخفيض متغيرات الانحراف في دالة الإنجاز لطريق برمجة الاهداف

متغيرات الانحراف المراد تخفيضها	الصيغة العامة للقيد	نوع القيد
d_i^+	$f_i(\bar{x})+d_i^--d_i^+=b_i$	$f_i(\bar{x})\leq b_i$
d_i^-	$f_i(\bar{x})+d_i^--d_i^+=b_i$	$f_i(\bar{x})\geq b_i$
$d_i^- + d_i^+$	$f_i(\bar{x})+d_i^--d_i^+=b_i$	$f_i(\bar{x})=b_i$

5.المتغيرات غير المقيدة بإشارة[2]:

يعبر عن المتغيرات غير المقيدة بإشارة (المتغيرات الحرة) كفرق بين متغيرين غير سالبين (أي أن $X_1=\bar{X}_1-\bar{X}_2$) وأن أول من أستخدم ذلك هو العالم Gale في بحثه المعنون (البرمجة الخطية ونظرية المباراة) ثم أعقبه العالم Orden باستخدام الفروق غير السالبة في البرمجة الخطية غير المقيدة، ويعاب على هذه الطريقة باستعمالها متغيرات أكثر من النموذج الاصلي.

6. النموذج الرياضي لبرمجة الأهداف الخطية باستخدام المتغيرات غير المقيدة بإشارة:

يمكن التعبير عن نموذج برمجة الأهداف الخطية باستخدام المتغيرات غير المقيدة بإشارة وسيتم التعبير عن متغيرات الانحراف السالب والموجب بدلالة المتغير غير المقيد بإشارة كما يأتي:

$$d_i = d_i^- - d_i^+ \qquad (5)$$

أما النموذج الرياضي سيكون بالشكل الآتي:

$$Min\ \bar{a} = \{P_1 d_i + P_2 d_i + \cdots P_k d_i\} \qquad (6)$$

subject to :

$$\sum_{j=1}^{n} C_{ij} X_j + d_i = b_i \ , \quad i = 1, 2, \ldots\ldots, m \qquad (7)$$

$$X_j \geq 0 \ , d_i \ unrestricted \ variable$$

d_i = متغير غير مقيد بالإشارة ويعبر عن الانحراف بالسالب او بالموجب أو عدم وجود انحراف.

7.الجانب التطبيقي:

تعتمد مدينة الرفاعي على نهر الغراف في الحصول على المياه ولكن اغلب مناطق قضاء الرفاعي تعاني من شحة في مياه الشرب. ان الفرضية التي تم الاخذ بها هي تلك الخاصة بالطاقات الإنتاجية للمشاريع المنتجة للمياه، اما الطلب على المياه الصالحة للشرب فقد تم تحديدها اعتماداً عدد سكان كل حي سكني. يمكن توضيح المشاريع وطاقاتها الإنتاجية و الطلب المتوقع على المياه في كل حي سكني والخزانات والأنابيب الناقلة للمياه خلال الفقرات اللاحقة.

1.7. المشاريع الإنتاجية وطاقاتها الفعلية :

تتم معالجة المياه وتقنياتها من خلال مجموعة من المشاريع والمجمعات الإنتاجية وعددها (8) مشاريع وكما مبين في الجدول(2)، وأن كفاءة الشبكة يحسب من خلال المعادلة [1] (8) كما في أدناه:-

الطاقة الفعلية * 50% =مقدار الهدر = كفاءة الشبكة (8)

ت	المشاريع	الطاقة الإنتاجية م³/يوم	الطاقة الفعلية م³/يوم	الطاقة الفعليةx كفاءة الشبكة م³/يوم
1	مشروع ماء الرفاعي	28800	26000	13000
2	مجمع الحسين	10000	8500	4250
3	مجمع أم البنين	13000	12000	6000
4	مجمع الفضل	8000	7000	3500
5	مجمع السعادة	20000	19500	9750
6	مجمع الكرامة	15000	14500	7250
7	مجمع القدس	7000	6000	3000

8	مجمع حي الأمير	11000	10500	5250
مجموع كفاءة الشبكة بوحدة م3/يوم				52000

الجدول (2) المشاريع الإنتاجية وطاقاتها القع

المصدر : مديرية توزيع ماء قضاء الرفاعي

2.7.الطلب المتوقع على مياه الشرب:

من خلال البيانات الموجودة في دائرة ماء الرفاعي الخاصة بمعدلات الطلب اليومي على مياه الشرب وعلى افتراض ان معدل الطلب اليومي على مياه الشرب هو (500 لتر شخص / يوم)، الجدول (3) يبين الطلب المتوقع على المياه الشرب لكل حي سكني.

الجدول (3) الطلب المتوقع على مياه الشرب*

ت	المنطقة	عدد السكان	الطلب المتوقع لتر/يوم
1	حي الإمام الباقر	2925	1462500
2	حي ثورة العشرين	5733	2866500
3	حي المعلمين	3121	1560500
4	حي الشرق	5403	2701500
5	حي العمال 105	4978	2489000
6	حي العمال 107	5246	2624500
7	حي الكرامة	8608	4304000
8	حي الصناعي	1061	530500
9	حي الغدير 109	5547	2773500
10	حي الغدير 111	5687	2843500
11	حي الأمير 201	5387	2693500
12	حي الأمير 202	2649	1324500
13	حي الأمير 203	645	322500
14	حي الأمير 204	105	52500
15	حي الأمير 206	1401	700500
16	حي الحكيم	4786	2393000
17	حي التحرير	5122	2561000
18	بدعة الرحمة	4727	2363500
19	الصفاوة	18680	9340000
مجموع الطلب المتوقع على المياه بوحدة لتر/يوم			45907000
مجموع الطلب المتوقع على المياه بوحدة م3/يوم			45907

* المصدر : مديرية توزيع ماء قضاء الرفاعي

3.7.أطوال الأنابيب وطاقاتها:

تم الحصول على البيانات الخاصة بأطوال الأنابيب وطاقاتها التصميمية من المجمعات المائية التابعة لمديرية ماء الرفاعي كما هو مبين في الجدول رقم (4) الذي يوضح أطوال الأنابيب وطاقاتها:-

الجدول (4) أطوال الأنابيب وطاقاتها التصميمية*

الأنبوب	الطول /كم	الطاقة التصميمية م3 /يوم
مشروع ماء الرفاعي – حي المعلمين	2	1500
مشروع ماء الرفاعي –حي العمال 105	8	1980
مشروع ماء الرفاعي – حي العمال 107	1.5	3800
مشروع ماء الرفاعي – حي الغدير 109	5	3000
مشروع ماء الرفاعي – حي الغدير 111	2.5	3000
مجمع الحسين – حي الحكيم	0.7	2000
مجمع الحسين – حي الإمام الباقر	0.8	1900
مجمع أم البنين – حي الشرق	4	2000
مجمع أم البنين – حي الصناعي	1.115	1000
مجمع أم البنين – حي الكرامة	2.235	5000
مجمع الفضل – حي ثورة العشرين	2	2500
مجمع السعادة – الصفاوة	1	9000
مجمع الكرامة –حي الكرامة	1	3500
مجمع الكرامة – بدعة الرحمة	5	3000
مجمع القدس – حي التحرير	1	2300
مجمع الأمير – حي الأمير 201	0.4	3000
مجمع الأمير – حي الأمير 202	1	1400
مجمع الأمير – حي الأمير 203	1	300
مجمع الأمير – حي الأمير 204	1	80
مجمع الأمير – حي الأمير 205	1	650

* المصدر : مديرية توزيع ماء قضاء الرفاعي

4.7.المشاريع المجهزة للإحياء السكنية:

تجهز الإحياء السكنية بالماء من قبل المشاريع كما في جدول (5).

الجدول (5) المجمعات المجهزة للإحياء السكنية*

ت	اسم الحي السكني	المشروع المجهز له
1	حي الإمام الباقر	مجمع الحسين
2	حي ثورة العشرين	مجمع الفضل
3	حي المعلمين	مشروع ماء الرفاعي
4	حي الشرق	مجمع أم البنين
5	حي العمال 105	مشروع ماء الرفاعي
6	حي العمال 107	مشروع ماء الرفاعي
7	حي الكرامة	مجمع أم البنين ومجمع الكرامة
8	حي الصناعي	مجمع أم البنين
9	حي الغدير 109	مشروع ماء
10	حي الغدير 111	مشروع ماء الرفاعي
11	حي الأمير 201	مجمع حي الأمير
12	حي الأمير 202	مجمع حي الأمير
13	حي الأمير 203	مجمع حي الأمير
14	حي الأمير 204	مجمع حي الأمير
15	حي الأمير 205	مجمع حي الأمير
16	حي الحكيم	مجمع الحسين
17	حي التحرير	مجمع القدس
18	بدعة الرحمة	مجمع الكرامة
19	الصفاوة (الشمالية والوسطى والجنوبية)	مجمع السعادة

* المصدر : مديرية توزيع ماء قضاء الرفاعي

8. الأنموذج الرياضي لمشكلة توزيع مياه الشرب:

تم صياغة الأنموذج المقترح والخاص بتوزيع الامثل لمياه الشرب على شكل نموذج البرمجة الهدفية والذي يتكون من هدفين و(27) قيد هدف و(20) قيود هيكلية و(20) متغير أساسي و(27) متغير غير مقيد بالإشارة.

1.8. متغيرات الأنموذج الرياضي :

هنالك مجموعتين من الرموز لهذا الأنموذج وهما المجموعة الأولى وهي مجموعة المتغيرات الأساسية.

X_{ij}= يمثل كمية المياه المنقولة من المشروع (i) الى الحي (j) مقاسه بوحدة (1000 م3)/ يوم .

المجموعة الثانية وهي مجموعة متغيرات الانحراف الموجب والسالب .

d_i= كمية العجز أو الفائض الحاصل في الطلب للمنطقة i أو المشروع i.

2.8. أهداف الأنموذج الرياضي :

هنالك هدفين لهذا الأنموذج وهما :

الهدف الأول: تقليل العجز في الطلب على المياه الصالحة للشرب لكل حي من أحياء مدينة الرفاعي ويعبر عنه كما في المعادلة (9).

$$Min\ Z_1 = \sum_{i=1}^{n} d_i \qquad (9)$$

حيث أن :

n= عدد مناطق الطلب (عدد الأحياء السكنية).
d= مقدار العجز أو الفائض في مياه الشرب في المنطقة i.

الهدف الثاني: تقليل الفائض في أنتاج المياه الصالحة للشرب لكل مشروع ويعبر عنه كما في المعادلة (10).

$$Min\ Z_2 = \sum_{i=1}^{m} d_i \qquad (10)$$

حيث أن :

m= عدد مناطق الإنتاج (عدد المشاريع الإنتاجية).
d_i = مقدار العجز أو الفائض في إنتاج المشروع .

3.8. قيود الأنموذج الرياضي :

يمكن تقسيم قيود الانموذج الى أربعة مجاميع هي:

1.3.8. قيود الطلب على كميات المياه:

أن لكل حي قيد خاص به يمثل الطلب على المياه, وقد بلغ عددها تسعة عشر قيداً بعدد الأحياء السكنية وكما يأتي:
حيث مجمع الحسين يلبي الطلب على مياه الشرب لمنطقة حي الإمام الباقر وعلية فأن :

$$X_{2,9} + d_1 = 1462.5 \qquad (11)$$

إذ إن :
d_1 = كمية العجز أو الفائض الحاصل في الطلب لحي الإمام الباقر.

الطرف الأيمن من القيد يمثل مقدار الطلب على مياه الشرب إذ تم الحصول عليه من خلال ضرب عدد السكان للمنطقة في الطلب على المياه والذي مقداره (500) لتر لكل شخص. القيد أعلاه الخاص بمنطقة الإمام الباقر التي عدد سكانها (2925) فرد مضروبا بحصة الفرد الواحد والبالغة كمعدل(500) لتر للشخص الواحد في كل يوم بحسب بيانات دائرة ماء الرفاعي, حيث ان الإعداد الموجودة في القيود تمثل الإعداد من 1 الى 8 مشاريع الماء ومن 9 الى 27 تمثل الاحياء السكنية, وهكذا تتم صياغة بقية القيود الخاصة بقيود الطلب لبقية الأحياء.

$X_{4,10} + X_{9,10} + d_2 = 2866.5$ (قيد حي ثورة العشرين) (12)
$X_{1,11} + d_3 = 1560.5$ (قيد حي المعلمين) (13)
$X_{3,12} + d_4 - 2701.5$ قيد حي الشرق) (14)

$X_{1,13} + X_{9,13} + d_5 = 2489$	(قيد حي العمال105)	(15)
$X_{1,14} + d_6 = 2624.5$	(قيد حي العمال107)	(16)
$X_{3,15} + X_{6,} + d_7 - 4304$	(قيد حي الكرامة)	(17)
$X_{3,16} + d_8 = 530.5$	(قيد حي الصناعي)	(18)
$X_{1,17} + d_9 = 2773.5$	(قيد حي الغدير109)	(19)
$X_{1,18} + d_{10} = 2843.5$	(قيد حي الغدير111)	(20)
$X_{8,19} + d_{11} - 2693.5$	(قيد حي الأمير201)	(21)
$X_{8,20} + d_{12} - 1324.5$	(قيد حي الأمير202)	(22)
$X_{8,21} + d_{13} = 322.5$	(قيد حي الأمير 203)	(23)
$X_{8,22} + d_{14} - 252.5$	(قيد حي الأمير 204)	(24)
$X_{8,23} + d_{15} - 700.5$	(قيد حي الأمير 206)	(25)
$X_{2,24} + d_{16} = 2393$	(قيد حي الحكيم)	(26)
$X_{7,25} + d_{17} - 2561$	(منطقة حي التحرير)	(27)
$X_{6,26} + d_{18} = 2363.5$	(منطقة بدعة الرحمة)	(28)
$X_{5,27} + d_{19} - 9340$	(منطقة الصفاوة الشمالية والوسطى والجنوبية)	(29)

2.3.8. قيود الطاقات الإنتاجية للمشاريع:

أن قيود الطاقات الإنتاجية للمشاريع هي ثمان قيود لكل مشروع قيد خاص به وكما يأتي:

ان الطاقة الإنتاجية لمشروع الرفاعي هو (10000) لتر/يوم وهو يلبي خمس أحياء هي حي المعلمين وحي العمال105 وحي العمال107 وحي الغدير 109 وحي الغدير 111 ولذلك يصبح القيد كما يأتي :

$$X_{1,11} + X_{1,12} + X_{1,14} + X_{1,17} + X_{1,18} + d_{20} = 13000 \quad (30)$$

إذ إن :

d_{20} = كمية الفائض أو العجز الحاصل في أنتاج مشروع الرفاعي .

وهكذا تتم صياغة بقية القيود الخاصة بالمشاريع.

$X_{2,9} + X_{2,24} + d_{21} = 4250$	(مجمع الحسين)	(31)
$X_{3,12} + X_{3,15} + X_{3,16} + d_{22} = 6000$	(مجمع أم البنين)	(32)
$X_{4,10} + d_{23} = 3500$	(مجمع الفضل)	(33)
$X_{5,27} + d_{24} = 9750$	(مجمع السعادة)	(34)
$X_{6,26} + d_{25} = 7250$	(مجمع الكرامة)	(35)
$X_{7,25} + d_{26} = 3000$	(مجمع القدس)	(36)
$X_{8,19} + X_{8,20} + X_{8,21} + X_{8,22} + X_{8,23} + d_{27} \leq 5250$	(مجمع الامير)	(37)

3.3.8 . قيود طاقات الأنابيب:

هي قيد واحد لكل أنبوب ويبلغ عددها 20 قيداً ، وأن الكمية المارة عبر الأنبوب تكون اقل من أو تساوي الطاقة التصميمية وكما يأتي :

$X_{1,11} \leq 3500$	(مشروع ماء الرفاعي – حي المعلمين)	(38)
$X_{1,12} \leq 1980$	(مشروع ماء الرفاعي –حي العمال 105)	(39)
$X_{1,13} \leq 3800$	(مشروع ماء الرفاعي –حي العمال 107)	(40)

$X_{1,17} \leq 3000$	(مشروع ماء الرفاعي – حي الغدير 109)	(41)
$X_{1,18} \leq 3000$	(مشروع ماء الرفاعي – حي الغدير 111)	(42)
$X_{2,24} \leq 2000$	(مجمع الحسين – حي الحكيم)	(43)
$X_{2,9} \leq 1900$	(مجمع الحسين – حي الإمام الباقر)	(44)
$X_{3,12} \leq 2000$	(مجمع أم البنين – حي الشرق)	(45)
$X_{3,16} \leq 1000$	(مجمع أم البنين – حي الصناعي)	(46)
$X_{3,15} \leq 5000$	(مجمع أم البنين – حي الكرامة)	(47)
$X_{4,10} \leq 2500$	(مجمع الفضل – حي ثورة العشرين)	(48)
$X_{5,27} \leq 9000$	(مجمع السعادة – الصفاوة)	(49)
$X_{6,15} \leq 3500$	(مجمع الكرامة – حي الكرامة)	(50)
$X_{6,26} \leq 3000$	(مجمع الكرامة – بدعة الرحمة)	(51)
$X_{7,25} \leq 2300$	(مجمع القدس – حي التحرير)	(52)
$X_{8,19} \leq 3000$	(مجمع الأمير – حي الأمير 201)	(53)
$X_{8,20} \leq 1400$	(مجمع الأمير – حي الأمير 202)	(54)
$X_{8,21} \leq 300$	(مجمع الأمير – حي الأمير 203)	(55)
$X_{8,22} \leq 80$	(مجمع الأمير – حي الأمير 204)	(56)
$X_{8,23} \leq 650$	(مجمع الأمير – حي الأمير 206)	(57)

4.3.8 . قيود عدم السلبية:

أن الكميات المياه المنقولة من المشروع I الى الحي السكني J والتي يجب أن تكون غير السالبة أي أن:

$$X_{ij} \geq 0 \qquad (58)$$

9. حل الأنموذج الرياضي لمشكلة توزيع مياه الشرب:

سيتم حل النموذج اعلاه باستخدام طريقة برمجة الأهداف وبإعانة البرنامج (Win QSB) والشكل (1) يوضح نتائج حل هذا النموذج.

	23:37:09		Saturday
	Goal Level	Decision Variable	Solution Value
1	G1	X1,11	1,500.00
2	G1	X1,13	1,980.00
3	G1	X1,14	3,800.00
4	G1	X1,17	3,000.00
5	G1	X1,18	3,000.00
6	G1	X2,9	1,900.00
7	G1	X3,12	2,000.00
8	G1	X3,15	5,000.00
9	G1	X3,16	1,000.00
10	G1	X4,10	2,500.00
11	G1	X2,24	2,000.00
12	G1	X5,27	9,000.00
13	G1	X6,15	3,500.00
14	G1	X6,26	3,000.00
15	G1	X7,25	2,300.00
16	G1	X8,19	3,000.00
17	G1	X8,20	1,400.00
18	G1	X8,21	300.00
19	G1	X8,22	80.00
20	G1	X8,23	650.00
21	G1	d1	-437.50
22	G1	d2	366.50
23	G1	d3	60.50
24	G1	d4	701.50
25	G1	d5	509.00
31	G1	d11	-306.50
32	G1	d12	-75.50
33	G1	d13	22.50
34	G1	d14	-27.50
35	G1	d15	50.50
36	G1	d16	393.00
37	G1	d17	261.00
38	G1	d18	-636.50
39	G1	d19	340.00
40	G1	d20	-250.00
41	G1	d21	350.00
42	G1	d22	-2,000.00
43	G1	d23	1,000.00
44	G1	d24	750.00
45	G1	d25	750.00
46	G1	d26	700.00
47	G1	d27	-180.00

26	G1	d6	-1,175.50
27	G1	d7	-4,196.00
28	G1	d8	-469.50
29	G1	d9	-226.50
30	G1	d10	-156.50

G1	Goal	Value	(Min.) =	-4,973.00
G2	Goal	Value	(Min.) =	1,120.00

الشكل (1) يبين نتائج حل الأنموذج

10.تحليل ومناقشة النتائج:

يتضح من نتائج حل الأنموذج وجود عجز أو فائض في بعض الإحياء السكنية التابعة لقضاء الرفاعي والذي يكون عنده المتغير غير المقيد بإشارة بقيمة موجبة بينما عندما تكون قيمته سالبة فأن هنالك فائض وكما موضحة في الجدول (6) وكذلك وجود فائض في أنتاج بعض المشاريع وكما موضح في الجدول (7).

وكما يتضح من النتائج وجود عجز في بعض المشاريع والذي يكون عنده المتغير غير المقيد بإشارة بقيمة موجبة بينما عندما تكون قيمته سالبة فأن هنالك فائض وكما موضحة في الجدول (7).

الجدول (6) مقدار الفائض والعجز في الإحياء السكنية

ت	الإحياء السكنية	مقدار العجز(+)	مقدار الفائض(-)
1	حي الإمام الباقر	0	437.5
2	حي ثورة العشرين	366.5	0
3	حي المعلمين	60.5	0
4	حي الشرق	701.5	0
5	حي العمال 105	539	0
6	حي العمال 107	0	1175.5
7	حي الكرامة	0	4196
8	حي الصناعي	0	469.5
9	حي الخدير 109	0	226.5
10	حي الخدير 111	0	156.5
11	حي الأمير 201	0	306.5
12	حي الأمير 202	0	75.5
13	حي الأمير 203	22.5	0
14	حي الأمير 204	0	27.5
15	حي الأمير 206	50.5	0
16	حي الحكيم	393	0
17	حي التحرير	261	0
18	بدعة الرحمة	0	636.5
19	الصفاوة	340	0
	المجموع	2734.5	7707.5
	مجموع الانحراف(قيمة الهدف الأول)	-7707.5 + 2734.5 = - 4973	

الجدول (7) قيمة الفائض في المجمعات المائية

ت	المشاريع	مقدار العجز (+)	ا مقدار لفائض (-)
1	مشروع ماء الرفاعي	0	250
2	مجمع الحسين	350	0
3	مجمع أم البنين	0	2000
4	مجمع الفضل	1000	0
5	مجمع السعادة	750	0
6	مجمع الكرامة	750	0
7	مجمع القدس	700	0
8	مجمع حي الأمير	0	180
المجموع		3550	2430
مجموع الانحراف(قيمة الهدف الثاني)		3550 – 2430 =1120	

11.الاستنتاجات والتوصيات:

نستنتج من نتائج حل الأنموذج ما يأتي:

1. أن استخدام المتغيرات غير مقيدة بالإشارة لحل نموذج برمجة الاهداف خفض عدد المتغيرات المضافة من 54 الى 27 متغير أي بنسبة 50% واما من جميع المتغيرات فكانت النسبة 36.5% للحالة التطبيقية في بحثنا.
2. الكميات المنتجة في المشاريع (5200م3/يوم) هي أكبر من كميات الطلب المتوقع (45907 م3/يوم) ومع ذلك وجود عدة أحياء تعاني من عجز في الكميات المجهزة مما يعني أن المشكلة في شبكات التوزيع أي في الطاقات التصميمية للأنابيب الواصلة بين المشاريع والأحياء السكنية.
3. مجموع كميات العجز في المياه المجهزة للأحياء هي (2734.5 م3/يوم) بينما مجموع كميات الفائض في المياه المجهزة للأحياء هي (7707.5 م3/يوم).
4. يوجد عجز في كمية الإنتاج للمشاريع الاتية (مجمع الحسين، مجمع الفضل، مجمع السعادة، مجمع الكرامة، مجمع القدس).
5. يوجد فائض في كمية الإنتاج للمشاريع الاتية (مشروع ماء الرفاعي، مجمع أم البنين، مجمع حي الامير).
6. مجموع كميات العجز في الإنتاج للمشاريع هي (3550 م3/يوم) بينما مجموع كميات الفائض في الإنتاج للمشاريع هي (2430م3/يوم).
7. الكميات المنتجة في المشاريع (5200م3/يوم) هي أكبر من كميات الطلب المتوقع (45907 م3/يوم) ومع ذلك وجود عدة أحياء تعاني من عجز في الكميات المجهزة مما يعني أن المشكلة في شبكات التوزيع أي في الطاقات التصميمية للأنابيب الواصلة بين المشاريع والأحياء السكنية.

أن أهم التوصيات التي توصل لها الباحثون هي:

1. زيادة الطاقات التصميمية للأنابيب الواصلة بين المشاريع الإنتاجية والأحياء السكنية لتعويض العجز الحاصل في هذه الأحياء

2.ربط الشبكات المجهزة للأحياء مع بعضها البعض وكذلك مع المشاريع لتعويض العجز في الطلب على مياه الشرب ويمكن الاستفادة من هذه الشبكة في حالة عطل أحد هذه المشاريع أو صيانته .

3. اعتماد هذا البحث في عملية التوزيع وكذلك أمكانية تطويره بما يخدم ادارة مديرية ماء قضاء الرفاعي.

12. المصادر:

[1] الربيعي ، عباس حسين (2006) بناء نموذج شامل لتصفية ونقل وتخزين وتوزيع مياه الشرب في مدينة بغداد ، رسالة ماجستير بحوث العمليات ،كلية الإدارة والاقتصاد ، جامعة بغداد.

[2] رحيمه، رشيد بشير (2005) حل وتطوير دراسة البرمجة الخطية غير المقيدة، رسالة ماجستير علوم رياضيا , قسم العوم التطبيقية، الجامعة التكنولوجية.

[3]لايذ, وائق حياوي (2007) دراسة اتخاذ القرار المتعدد الأهداف لاختيار البديل الأفضل لقالب سحب في شركة أور, رسالة ماجستير هندسة صناعية, قسم هندسة الانتاج والمعادن، الجامعة التكنولوجية.

[4]Leon , C. and Palacios F.(2009) Evaluation of Rejected Cases in an Acceptance System With Data Envelopment Analysis and Goal Programming, Journal of the Operational Research Society Vol.(60),P (1411-1420) .

[5]Martel J.M. and Aouni B.(1990), Incorporating the Decision-Makers Preferences in the Goal-Programming Model, Journal of the Operational Research Society, Vol.(12):P (1121-132).

[6] Vijay Singh (2001) Multi-Criteria Optimization in Engineering Design Problems.
http ://www.ces.clemson.edu/~agorka/seminar/main.html.