استخدام برمجة الأهداف الخطية
في تخطيط ونقل الماء الصالح للشرب في مدينة السماوه

صفاء كريم كاظم•

الخلاصة:-
ان الهدف من هذه الدراسة هو استخدام اسلوب برمجة الاهداف الخطية في تخطيط ونقل الماء الصالح للشرب في احياء مدينة السماوه والمناطق المحيطة بها . تضمنت الدراسة (٣٠) منطقة مغذاة من ثلاثة خزانات رئيسية في المدينة ، حيث يتم تغذية بعض هذه المناطق بوسطة الانابيب والمناطق الاخرى يتم تغذيتها بواسطة السيارات الحوضية . تم بناء نموذج برمجة الاهداف لهذه المشكلة متضمنا (٣٠) متغير قرار ،(٨٠) متغير انحرافي ،(٤٠) قيد و(٥) اهداف ، ونظرا لكبر النموذج تم حـــل هذا النموذج باستخدام البرنامج الجاهزwinQSB . كذلك تم استخدام اسلوب مهم في برمجة الاهداف وهو اسلوب "تحليل الحساسية"، حيث ان هذا الاسلوب يجعل نموذج برمجة الاهداف اكثر مرونة من خلال التغير في مكونات هذا النموذج ; من قيود ، واهداف ، متغيرات ، واولويات وهذا يعطي نتائج جديدة حسب التغير الحاصل من خلال استخدام هذا الاسلوب ، مما يعطي هذا لمتخذ القرار ايجاد افضل واقرب الحلول الممكنة للمشكلة قيد الدراسة.

Abstract:
The purpose of the study is using the linear goal programming to planning and transportation the suitable drinking water in areas of samawa city and areas surround it.The study including (30) areas has been nutriting from three mainTanks in city , some of areas nutrited by pipes and other areas that nutrited by tankers . goal programming model has been bulit for this problem includes (30) decision variables, (80) deviational variables , (40) constraints and (5) goals , and because of the model is large we solve it by using **winQSB** program. Also using important techinque in goal programming so called (sensitivity analysis) ,and this techinque makes the goal programming model mor flexibility through change of composition of model ; the constraints , goals , variables and priorities , and this gives new result according to the change which produced from the using this techinque , and this flexibility give the decision maker the ability to find the best and closed possible solutions to the problem.

المقدمـــة:
عالجت أساليب البرمجة الخطية المشاكل التي تتميز بوجود هدف واحد فقط ، ولكن معظم حالات القرار لا تتميز بوجود هدف واحد بل في كثير من الأحيان يكون في ذهن متخذ القرار عدة أهداف رئيسية وثانوية قد يكمل بعضها البعض أو ربما تتضارب فيما بينها ، لذا فإن أوجه

• **مدرس مساعد** جامعة القادسية /كلية علوم المثنى

القصور التي تواجه استخدام تفضيل الهدف المفرد هي هيمنة الأهداف المتعددة على مسائل التفضيل في الحياة الواقعية .
ولغرض تحليل المشاكل التي تتسم بتعدد وتضارب الأهداف جرى تطوير طريقة لتحليل هذا النوع من المشاكل تسمى برمجة الأهداف (Goal Programming) إذ تساعد هذه الطريقة في البحث للحصول على أفضل قرار يمكن اتخاذه .
في أغلب مشاكل برمجة الأهداف ، هدف واحد سوف يكون أكثر أهمية من الآخر ، والذي سوف يكون أكثر أهمية من الهدف الثالث وهكذا . لو افترضنا إنه يمكن وضع هذه الأهداف على شكل مجاميع مرتبة حيث تعطي هذه المجاميع أولويات محددة بحيث إنه $P_k >>> P_{k+1}$ (*) بمعنى آخر إن إنجاز الهدف ذو الأولوية العليا يكون مفضل على إنجاز الهدف ذو الأولوية الأدنى ولكن مقدار هذا التفضيل لا يمكن التعبير عنه كمياً . هذا المفهوم يلعب دوراً رئيسياً في مضمون الأهداف الحاسمة في هذا المجال. يتم إنجاز الأهداف بشكل متسلسل من الأهداف ذات الأولوية العليا (المطلقة) إلى الأهداف ذات الأولوية الأدنى ، وإن عملية تحديد الأولويات أو الأهمية النسبية للأهداف تعد من الأمور المهمة في صياغة مشكلة برمجة الأهداف لأن أي خطأ في تحديد الأولويات سوف يؤدي إلى حل غير صحيح . أن إنجاز الأهداف ليس بالضروري أن تنجز بالكامل لكن تأتي بأقرب نتيجة ممكنة .

أولا : الجانب النظري:

(١): صياغة النموذج الرياضي:

صياغة مشاكل برمجة الأهداف هي مشابهة لصياغة مشاكل البرمجة الخطية ، الاختلافات الرئيسية تكون واضحة بنظر الاعتبار للأهداف وكيفية إنجازها بأقرب ما يمكن وتحديد أولويات متنوعة مع الأهداف المختلفة 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(٤) :

$$\min \bar{a} = \{ p_1 (d_i^- , d_i^+), p_2 (d_i^- , d_i^+), ... , p_k (d_i^- , d_i^+) \} \quad ..... (1\text{-}1)$$

Subject to :

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

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

حيث إن :
$\bar{a}$: متجه دالة الإنجاز .
Pk : الأولوية k .
xj : متغير القرار .

---

* <<< تعني أكبر بكثير من .

Cij: معامل المتغير j في الهدف i.
di^- : متغير الانحراف السالب ويعبر وجوده في دالة الإنجاز عن أدنى إنجاز للهدف .
di^+: متغير الانحراف الموجب ويعبر وجوده في دالة الإنجاز عن أعلى إنجاز للهدف .
bi : قيمة الهدف i .

ويمكن التعبير عن نموذج آخر (مع أولويات موزونة) كما في الصيغة الآتية[1] :

$$\min \bar{a} = \sum_{i=1}^{m} (p_k \, w_{i,k}^{+} \, , d_i^{+} + p_s \, w_{i,s}^{-} \, , d_i^{-}) \qquad \ldots\ldots\ldots (1\text{-}2)$$

$$s.t \ \sum_{j=1}^{m} c_{ij} \, x_j + d_i^{-} - d_i^{+} = b_i \quad , \ x_j \, , d_i^{-} \, , d_i^{+} \geq 0$$

إذ أن : $w_{i,k}^{+}$: يمثل عامل الوزن للأولوية k الخاصة بمتغير الانحراف الموجب .
$w_{i,s}^{-}$: يمثل عامل الوزن للأولوية s الخاصة بمتغير الانحراف السالب .
وطالما إن المتغيرات الانحرافية di^+ ، di^- لا يمكن جمعها معاً فسوف يساوي أحدهما أو كلاهما يساوي صفراً أي إن :

$$d_i^{-} * d_i^{+} = 0$$

كما ينطبق شرط انعدام السالبية على جميع المتغيرات ، أي إن :

$$d_i^{-} \, , d_i^{+} \geq 0$$

هناك ثلاث حالات يمكن إن نقوم بها لتقليص المتغيرات الانحرافية في دالة الإنجاز وكالآتي[٣]:

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

(٢) طرق حل برمجة الأهداف الخطية[٢]

أ - طريقة التحليل البياني (Graphical Analysis) :

يمكن تحليل مشاكل برمجة الأهداف بيانياً ، ويتطلب ذلك معرفة ثلاث خصائص لمشاكل برمجة الأهداف :

١. نماذج برمجة الأهداف كلها مشاكل تخفيض .

٢. لا يوجد هدف مفرد ، لكن توجد أهداف متعددة .

٣. الانحراف من هدف الأولوية الأعلى يجب إن يكون مخفض إلى اكبر مدى ممكن قبل الأخذ بنظر الاعتبار هدف الأولوية الأعلى التالي .

تتلخص هذه الطريقة برسم جميع قيود الهدف في أن واحد والبحث في إيجاد منطقة تقاطع القيود التي تمثل الحل الأمثل (المرضي) والتي تحقق جميع الاهداف أو تأتي بأقرب نتيجة ممكنة.

ب- طريقة السمبلكس المحورة (Modified Simplex Method) :

تعتمد هذه الطريقة بالأساس على طريقة السمبلكس القياسية المستخدمة لحل نماذج البرمجة الخطية إلا إنه جرى تحوير صف المعيارية (zj – cj) إلى عدة صفوف ليلائم حالة تعدد الأولويات التي يتم وضعها من قبل متخذ القرار والتي تعالجها نماذج برمجة الأهداف .

تحليل الحساسية [٣]:- يعتبر موضوع تحليل الحساسية من المواضيع المهمة في البرمجة الخطية وبرمجة الاهداف ، ويعتمد هذا الأسلوب للتحسس عن مدى التغير الحاصل في الحل النهائي لدالة الإنجاز في نموذج برمجة الاهداف وذلك عن أجراء التغيرات التالية : إضافة او حذف هدف جديد ، إعادة ترتيب الأولويات للأهداف ، إضافة او حذف قيد جديد ، إضافة او حذف متغير قرار جديد ، تغير معامل متغير قرار ،تغير في معاملات الحد المطلق،..... الخ .حيث ان العمل مع التغيرات أعلاه يعطي افضل حل لدالة الإنجاز.

... ...

الجانب التطبيقي:

يهدف هذا البحث إلى تخطيط ونقل الماء الصالح للشرب في مدينة السماوه والمناطق المحيطة بها، استثنيت بعض المناطق لعدم توفر البيانات عن كمية الماء المستهلك فيها وعدم توفر بيانات عن المسافة المقطوعة لنقل الماء لها بواسطة الأنابيب او السيارات الحوضية،كذلك استثنيت بعض المناطق بسبب كمية الماء المستهلكة في هذه المناطق التي تكاد أن تكون قليلة لقلة ساكنيها. تم جمع البيانات الخاصة لهذه الدراسة من مديرية ماء المثنى، تضمنت كمية الماء المستهلكة لكل حي او منطقة والجدول (١- ١) يوضح البيانات عن كمية الماء المستهلك وكلفة النقل ومسافة النقل .

متغيرات القرار المستخدمة في الدراسة هي:-

x_{ijk} **:** كمية الماء الصالح للسرب المنقولة من الخزان (i) إلى المنطقة (j) عن طريق واسطة النقل (k).

i : A, B, C : (A) الخزان الأول و (B) الخزان الثاني و (C) الخزان الثالث.

j: وتشمل 30 منطقة مغذاة من الخزانات الثلاثة .

K: واسطة النقل (١) و(٢) : حيث (١) الأنابيب و (٢) السيارات الحوضية.

أهداف الدراسة وحسب أولويتها في النموذج:-

١- تلبية احتياجات المناطق والأحياء من الماء، يأخذ الأولوية P1 في دالة الإنجاز.

٢- المسافة بين كل خزان ولكل منطقة اقل ما يمكن، يأخذ الأولوية ٢ P في دالة الإنجاز.

٣- الحفاظ على الطاقة الاستيعابية لكل خزان، له الأولوية ٣ P في دالة الإنجاز.

٤- تقليل كلفة نقل الماء، يأخذ الأولوية ٤ P في دالة الإنجاز.

٥-تحديد مسافة النقل بواسطة السيارات الحوضية بمعدل ٦ كم ، يأخذ الأولوية ٥ P في دالة الإنجاز.

صياغة القيود:-

أولا – قيود احتياجات المناطق من الماء ، وهي ٣٠ قيد مقسمة إلى أربعة أنواع :-

قيود خاصة بالخزان (A) واسطة النقل أنابيب

$X_{A(1)1}+d_1^- - d_1^+=٣٨٥$
$X_{A(2)1}+d_2^- - d_2^+=٤٥٥$
$X_{A(3)1}+d_3^- - d_3^+=٤٦٢$
$X_{A(4)1}+d_4^- - d_4^+=٣٨٨,٥$
$X_{A(5)1}+d_5^- - d_5^+=٥٩٥$
$X_{A(6)1}+d_6^- - d_6^+=٥٤٢,٥$
$X_{A(7)1}+d_7^- - d_7^+=٣١٥$
$X_{A(8)1}+d_8^- - d_8^+=٣٨٥$

قيود خاصة بالخزان(B) واسطة النقل أنابيب

$X_{B(9)1}+d_9^- - d_9^+=٤٢٠$
$X_{B(10)1}+d_{10}^- - d_{10}^+=٣١٥$
$X_{B(11)1}+d_{11}^- - d_{11}^+=٥٢٥$
$X_{B(12)1}+d_{12}^- - d_{12}^+=٥٩٥$
$X_{B(13)1}+d_{13}^- - d_{13}^+=٥٢٨,٥$
$X_{B(14)1}+d_{14}^- - d_{14}^+=٤٩٠$
$X_{B(15)1}+d_{15}^- - d_{15}^+=٤٦٢$
$X_{B(16)1}+d_{16}^- - d_{16}^+=٣٨٥$
$X_{B(17)1}+d_{17}^- - d_{17}^+=٢٤٥$

قيود خاصة بالخزان(C) واسطة النقل أنابيب

$X_{C(18)1}+d_{18}^- - d_{18}^+=٨٠٥$
$X_{C(19)1}+d_{19}^- - d_{19}^+=٨٧٥$
$X_{C(20)1}+d_{20}^- - d_{20}^+=٤٦٢$
$X_{C(21)1}+d_{21}^- - d_{21}^+=٥٩٥$

قيود خاصة الخزان(C) واسطة النقل سيارات حوضية

$X_{C(22)2}+d_{22}^- - d_{22}^+=245$
$X_{C(23)2}+d_{23}^- - d_{23}^+=175$
$X_{C(24)2}+d_{24}^- - d_{24}^+=210$
$X_{C(25)2}+d_{25}^- - d_{25}^+=175$

قيود خاصة بالخزان (A) واسطة النقل سيارات حوضية

$X_{A(26)2}+d_{26}^- - d_{60}^+=١٤٠$
$X_{A(27)2}+d_{27}^- - d_{27}^+=٣٨٥$
$X_{A(28)2}+d_{28}^- - d_{28}^+=١٧٥$
$X_{A(29)2}+d_{29}^- - d_{29}^+=١٤٠$
$X_{A(30)2}+d_{30}^- - d_{30}^+=١٤٠$

هنا يتم تخفيض متغيرات الانحراف السالبة $\sum_{L=1}^{30} d_L^-$ في دالة الإنجاز.

والجدول (١- ١) يوضح البيانات عن كمية الماء المستهلك وكلفة النقل ومسافة النقل .

كلفة نقل الماء ** (بالآلاف) دينار	كمية الماء المنقولة (لتر/يوميا) بالالاف	واسطة النقل: سيارة حوضية	واسطة النقل: أنبوب	المناطق	الخزانات	المسافة المقطوعة لنقل الماء (كم) *
١٠٥٠٠	٣٨٥	-	١	حي الحسين(١)	خزان (A)	١٤
١٢٧٥٠	٤٥٥	-	١	حي المعلمين(٢)		١٧
١١٢٥٠	٤٦٢	-	١	حي الضباط (٣)		١٥
١١٢٥٠	٣٨٨,٥	-	١	حي البلديات(٤)		١٥
١٧٢٥٠	٥٩٥	-	١	حي العسكري (٥)		٢٣
١٥٠٠٠	٥٤٢,٥	-	١	حي الشهداء الأولى (٦)		٢٠
١٨٠٠٠	٣١٥	-	١	حي ٢٧٠ دار(٧)		٢٤
١١٢٥٠	٣٨٥	-	١	حي آل جضعان الأولى (٨)		١٥
١٥٠٠٠	٤٢٠	-	١	حي آل جضعان الثانية (٩)	خزان (B)	٢٠
٩٠٠٠	٣١٥	-	١	العمارات السكنية (١٠)		١٢
١٠٥٠٠	٥٢٥	-	١	حي آل باني (١١)		١٤
١٨٧٥٠	٥٩٥	-	١	حي الجمهوري (١٢)		٢٥
١٥٠٠٠	٥٢٨,٥	-	١	حي الحيدرية (١٣)		٢٠
٢١٠٠٠	٤٩٠	-	١	حي الشرطة (١٤)		٢٨
١٩٥٠٠	٤٦٢	-	١	حي العمال (١٥)		٢٦
١٦٥٠٠	٣٨٥	-	١	حي الضجرية (١٦)		٢٢
١٣٥٠٠	٢٤٥		١	حي الحكم (١٧)		١٨
١٨٧٥٠	٨٠٥	-	١	حي الغربي الاولى (١٨)	خزان (C)	٢٥
٢٠٢٥٠	٨٧٥	-	١	حي الغربي الثانية (١٩)		٢٧
16500	٤٦٢	-	١	حي الشرقي (٢٠)		٢٢
١٥٠٠٠	٥٩٥	-	١	حي الشهداء الثانية (٢١)		٢٠
٩	٢٤٥	٢	-	قرية سيد هادي (٢٢)	خزان (C)	٣
٣٠	١٧٥	٢	-	الطوايل (٢٣)		١٠
١٥	٢١٠	٢	-	العطشان (٢٤)		٥
٢٧	١٧٥	٢	-	العويلين (٢٥)		٩
١٨	١٤٠	٢	-	قرية أم الذهب (٢٦)	خزان (A)	٦
٢٤	٣٨٥	٢	-	منطقة ام العكف (٢٧)		٨
١٢	١٧٥	٢	-	منطقة المهدي (٢٨)		٤
١٥	١٤٠	٢	-	قرية آل مري (٢٩)		٥
٩	١٤٠	٢	-	قرية آل حناج (٣٠)		٣
٤٠٠٠٠		خـــــــــزان (A)			الطاقة الاستيعابية للخزانات	
٤٠٠٠٠		خـــــــــزان (B)				
٤٠٠٠٠		خـــــــــزان (C)				

* : تم احتساب المسافة اعتمادا على مجموع اطوال الانابيب والموزعة لكل بيت في المنطقة او الحي ، اما المسافة للمناطق التي تزود بالماء عن طريق السيارات الحوضية فتحسب اعتمادا على البعد بين الخزان والمنطقة.
**: كلفة الكيلو متر الواحد لنقل الماء من الخزانات الى المناطق هي ٧٥٠٠٠٠ سبعمائة وخمسون الف دينار وتتضمن هذه الكلفة ; كلفة مهندسي وعمال الحفريات والصيانة ، كلفة سعر الانبوب الواحد ، كلفة السيارات والمعدات المستخدمة في مد الانابيب . اما كلفة نقل الماء بواسطة السيارات الحوضية للكيلو المتر الواحد هي ٣٠٠٠ ثلاثة الالاف دينار.

ثانيا – قيود البعد بين كل خزان والمناطق المحيطة به ، يمكن صياغتها كالأتي : -

$$+15X_{A(3)1} + 15X_{A(4)1} + 23X_{A(5)1} + 20X_{A(6)1} + 24X_{A(7)1} + 15X_{A(8)1}$$
$$١٤X_{A(1)1} + 17X_{A(2)1}$$
$$+6X_{A(26)2} + 8X_{A(27)2} + 4X_{A(28)2} + 5X_{A(29)2} +$$
$$٣X_{A(30)2} + d_{31}^{-} - d_{31}^{+} = ٠ \quad \text{(قيد الخزان A)}$$

$$20X_{B(9)1} + 12X_{B(10)1} + 14X_{B(11)١} + 25X_{B(12)1} + 20X_{B(13)1} + 28X_{B(14)1} +$$
$$26X_{B(15)1} + 22X_{B(16)1} + 18X_{B(17)1} + d_{32}^{-} - d_{32}^{+} = ٠ \quad \text{(قيد الخزان B)}$$

$$٢٥X_{C(18)1} + 27X_{C(19)1} + 22X_{C(20)1} + 20X_{C(21)1} + 3X_{C(22)2} + 10\ X_{C(23)2} + 5X_{C(24)2} +$$
$$9X_{C(25)\,2} + d_{33}^{-} - d_{33}^{+} = ٠ \quad \text{(قيد الخزان C)}$$

هنا يتم تخفيض المتغيرات الموجبة $(d_{31}^{+} + d_{32}^{+} + d_{33}^{+})$ في دالة الإنجاز.

ثالثا – قيد الحفاظ على الطاقة الاستيعابية لكل خزان يمكن أن يصاغ كالأتي:-

$$X_{A(1)1} + X_{A(2)1} + X_{A(3)1} + X_{A(4)1} + X_{A(5)1} + X_{A(6)1} + X_{A(7)1} + X_{A(8)1} + X_{A(26)2} +$$
$$+ X_{A(30)2} + d_{34}^{-} - d_{34}^{+} = ٤٠٠٠٠ \quad \text{(قيد الخزان A)}$$
$$X_{A(27)2} + X_{A(28)2} + X_{A(29)2}$$
$$X_{B(9)1} + X_{B(10)1} + X_{B(11)١} + X_{B(12)1} + X_{B(13)1} + X_{B(14)1} +$$
$$X_{B(15)1} + X_{B(17)1} + d_{35}^{-} - d_{35}^{+} = ٤٠٠٠٠ \quad \text{(قيد الخزان B)}$$
$$+X_{B(16)1}$$
$$X_{C(18)1} + X_{C(19)1} + X_{C(20)1} + X_{C(21)1} + X_{C(22)2} + X_{C(23)2} + X_{C(24)2} +$$
$$X_{C(25)\,2} + d_{36}^{-} - d_{36}^{+} = 40000 \quad \text{(قيد الخزان C)}$$

في هذا القيد يتم تخفيض متغير الانحراف الموجبة والسالبة(d_{34}^{-}، d_{34}^{+}، d_{35}^{-}، d_{35}^{+} ، d_{36}^{-} ، d_{36}^{+}).

رابعا :– الهدف الرابع هو تقليل كلف نقل الماء من الخزانات إلى المناطق المحيطة بها والمصاغ ادناه :-

$$+11250X_{A(3)1} + 11250X_{A(4)1} + 17250X_{A(5)1} + 15000X_{A(6)1} +$$
$$١٠٥٠٠X_{A(2)1}\,١٢٧٥٠X_{A(1)1} +$$
$$18000X_{A(7)1} + 11250X_{A(8)1} + 18X_{A(26)2} + 24X_{A(27)2} + 12X_{A(28)2} + 15X_{A(29)2} +$$
$$9X_{A(30)2} + 15000X_{B(9)1} + 9000X_{B(10)1} + 10500X_{B(11)1} + 18750X_{B(12)1} +$$
$$15000X_{B(13)1} + 21000X_{B(14)1} + 19500X_{B(15)1} + 16500X_{B(16)1} +$$
$$13500X_{B(17)1} + 18750X_{C(18)1} + 20250X_{C(19)1}$$
$$16500X_{C(20)1} + 15000X_{C(21)1} + 9X_{C(22)2} + 30\,X_{C(23)2} +$$
$$15X_{C(24)2} + 27X_{C(25)\,2} + d_{37}^{-} - d_{37}^{+} = 0$$

بما أن هذا الهدف يسعى إلى تقليل كلف نقل الماء لذلك يتم تخفيض متغير الانحراف الموجب (d_{37}^{+})

خامسا :– تحديد المسافة المطوعة لنقل الماء الى المناطق المحيطة بالمدينة بواسطة السيارات الحوضية بمعدل ٦ كم ، يمكن صياغة الهدف وفق القيود ادناه متضمنة متغيرات القرار التي معامل المسافة فيها اكبر من ٦ كم :-

$$X_{C(23)2} + d_{38}^{-} - d_{38}^{+} = 0$$
$$X_{C(25)\,2} + d_{39}^{-} - d_{39}^{+} = 0$$
$$X_{A(27)2} + d_{40}^{-} - d_{40}^{+} = 0$$

صياغة نموذج دالة الانجاز:-

يمكن صياغة نموذج دالة الانجاز باستخدام برمجة الاهداف الموزونة وحسب أولويات الاهداف كالأتي :-

$$Z = P_1 \sum_{L=1}^{30} d_L^{-} + P_2 \sum_{L=31}^{33} d_L^{+} + P_3 \sum_{L=34}^{36} \left(d_L^{-} + d_L^{+}\right) + P_4\left(d_{37}^{+}\right) + P_5\left(4d_{38}^{+} + 3d_{39}^{+} + 2d_{40}^{+}\right)$$

حل النموذج :-

تضمن النموذج (٣٠ متغير قرار) و(٨٠ متغير انحراف) و(٥ أهداف) و(٤٠ قيد) ، ونظرا لكـــبر حـجم النموذج تم حل النموذج باستخدام البرنامج الجاهز (WinQSB) وكانت النتائج كما موضحة في الجدول (١-٢).

تحليل الحساسية:-

لدى مديرية ماء المثنى مشروع ايصال الماء الصالح للشرب الى المناطق والقرى المحيطة بمدينة السماوه التي يتم تغذيتها بواسطة السيارات الحوضية ، حيث سيتم مد انابيب بين الخزان (A) والمناطق التابعة له، والخزان (C) والمناطق التابعة له ووفقا لازاحات محددة لدى المديرية ، وعليه سيتم تعديل في معامل بعض المتغيرات والقيود وكما مبين في الجدول ادناه:

جدول (١- 3) خاص بالخزانين (A) و (C) لاجراء اسلوب تحليل الحساسية

كلفة نقل الماء ** (بالآلاف) دينار	كمية الماء المنقولة (لتر/يوميا) بالالاف	واسطة النقل		المناطق	الخزانات	الازاحة المقطوعة لنقل الماء (كم) *
		سيارة حوضية	أنبوب			
١٥٠٠	٢٤٥	-	١	قرية سيد هادي (٢٢)	خزان (C)	٢
٦٠٠٠	١٧٥	-	١	الطوايل (٢٣)		٨
٣٠٠٠	٢١٠	-	١	العطشان (٢٤)		٤
٥٢٥٠	١٧٥		١	العويلين (٢٥)		٧
٤٥٠٠	١٤٠	-	١	قرية أم الذهب (٢٦)	خزان (A)	٦
٣٧٥٠	٣٨٥	-	١	منطقة ام العكف (٢٧)		٥
٣٧٥٠	١٧٥	-	١	منطقة المهدي (٢٨)		٥
٢٢٥٠	١٤٠	-	١	قرية آل مري (٢٩)		٣
١٥٠٠	١٤٠	-	١	قرية آل حناج (٣٠)		٢

وبإعادة حل النموذج السابق باجراء تحليل الحساسية نحصل على النتائج الآتية وكما موضحة في الجدول (١ - ٤).

المناقشة:-

تم حل نموذج برمجة الاهداف الخطية الخاص بمشكلة تخطيط ونقل الماء الصالح للشرب في مدينة السماوه ، تم في هذا النمذج حل الاهداف الموضوعة لمشكلة نقل الماء الصالح للشرب قيد البحث وحسب اولويتها في النموذج وكانت نتائج الحل موضحة في اتلجدول (١ – ٢) .هدف الاولوية P1 الخاص باحتياجات المناطق والاحياء من الماء كان قد انجز بالكامل بتحقيق احتياج كل منطقة من الماء ، اما هدف المسافة بين كل خزان ولكل منطقة والذي يحتل الاولوية P2 في النموذج لم ينجز حيث كانت اقل مسافة ممكنة لنقل الماء الصالح للشرب لمختلف احياء ومناطق مدينة السماوه هي ٢٢١،٩٣٨,٥ كم/لتر وهذا ناتج عن ظهور اعلى انجاز لهذا الهدف بالمتغيرات الانحرافية الموجبة($d_{31}^{+}+ d_{32}^{+}+ d_{33}^{+}$ = 221,938.5) في نموذج دالة الانجاز.اما الهدف الثالث الخاص بالطاقة الاستيعابية لكل خزان والذي يحتل الاولوية P3 في النموذج لم ينجزبالكامل (107,984.5 لتر) حيث نتج ذلك عن ظهور متغيرات انحراف سالبة (ادنى انجاز للهدف) في الحل بقيمة ($d_{34}^{+} + d_{35}^{+} + d_{36}^{+}$ = ١٠٧،٩٨٤,٥) دون المتغيرات الموجبة التي كانت مساويه للصفر. اما الهدف الرابع P4 والمتمثل بكلفة نقل الماء الصالح للشرب بمدينة السماوه الى المناطق والاحياء قد بلغت (١٦٦،٤٥٣،٨٧٢ مئة وستة وستون مليار واربعمائة وثلاثة وخمسون مليون وثمنمائة واثنان وسبعون الف دينار عراقي) وهذا ناتج عن ظهور اعلى انجاز للهدف (متغير الانحراف الموجب d_{37}^{+}) . اما بالنسبة للهدف الاخير P5 الخاص بتحديد مسافة نقل الماء بمعدل ٦ كم بواسطة السيارات الحوضية لم ينجز بالكامل كونه يحتل الاولوية الاخيرة في النموذج حيث كانت قيمته ٢،٤٥٠ كم وهذا ناتج من حقيقة ان كمية

جدول (١-٢) يوضح نتائج حل نموذج مشكلة نقل الماء الصالح للشرب في مدينة السماوه

المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة
$X_{A(1)1}$	٣٨٥	$X_{C(20)1}$	٤٦٢	d_9^-	٠	d_{28}^-	٠	d_7^+	٠	d_{26}^+	٠
$X_{A(2)1}$	٤٥٥	$X_{C(21)1}$	٥٩٥	d_{10}^-	٠	d_{29}^-	٠	d_8^+	٠	d_{27}^+	٠
$X_{A(3)1}$	٤٦٢	$X_{C(22)2}$	٠	d_{11}^-	٠	d_{30}^-	٠	d_9^+	٠	d_{28}^+	٠
$X_{A(4)1}$	٣٨٨,٥	$X_{C(23)2}$	٣٨٥	d_{12}^-	٠	d_{31}^-	٠	d_{10}^+	٠	d_{29}^+	٠
$X_{A(5)1}$	٥٩٥	$X_{C(24)2}$	١٧٥	d_{13}^-	٠	d_{32}^-	٠	d_{11}^+	٠	d_{30}^+	٠
$X_{A(6)1}$	٥٤٢,٥	$X_{C(25)2}$	١٤٠	d_{14}^-	٠	d_{33}^-	٠	d_{12}^+	٠	d_{31}^+	66,552
$X_{A(7)1}$	٣١٥	$X_{A(26)2}$	١٤٠	d_{15}^-	٠	d_{34}^-	35,527	d_{13}^+	٠	d_{32}^+	83,587
$X_{A(8)1}$	٣٨٥	$X_{A(27)2}$	٢٤٥	d_{16}^-	٠	d_{35}^-	36,034	d_{14}^+	٠	d_{33}^+	70,014
$X_{B(9)1}$	٤٢٠	$X_{A(28)2}$	١٧٥	d_{17}^-	٠	d_{36}^-	36,423	d_{15}^+	٠	d_{34}^+	٠
$X_{B(10)1}$	٣١٥	$X_{A(29)2}$	٢١٠	d_{18}^-	٠	d_{37}^-	٠	d_{16}^+	٠	d_{35}^+	٠
$X_{B(11)1}$	٥٢٥	$X_{A(302}$	١٧٥	d_{19}^-	٠	d_{38}^-	٠	d_{17}^+	٠	d_{36}^+	٠
$X_{B(12)1}$	٥٩٥	d_1^-	٠	d_{20}^-	٠	d_{39}^-	٠	d_{18}^+	٠	d_{37}^+	165,715,376
$X_{B(13)1}$	٥٢٨,٥	d_2^-	٠	d_{21}^-	٠	d_{40}^-	٠	d_{19}^+	٠	d_{38}^+	٣٨٥
$X_{B(14)1}$	٤٩٠	d_3^-	٠	d_{22}^-	٠	d_1^+	٠	d_{20}^+	٠	d_{39}^+	١٤٠
$X_{B(15)1}$	٤٦٢	d_4^-	٠	d_{23}^-	٠	d_2^+	٠	d_{21}^+	٠	d_{40}^+	٢٤٥
$X_{B(16)1}$	٣٨٥	d_5^-	٠	d_{24}^-	٠	d_3^+	٠	d_{22}^+	٠		
$X_{B(17)1}$	٢٤٥	d_6^-	٠	d_{25}^-	٠	d_4^+	٠	d_{23}^+	٠		
$X_{C(18)1}$	٨٠٥	d_7^-	٠	d_{26}^-	٠	d_5^+	٠	d_{24}^+	٠		
$X_{C(19)1}$	٨٧٥	d_8^-	٠	d_{27}^-	٠	d_6^+	٠	d_{25}^+	٠		
Goal 1 : ٠					منجز						
Goal 2: 220, 153. 5					غير منجز						

Goal 3: 107, 984. 5	غير منجز
Goal 4: 165 , 715 , 376	غير منجز
Goal 5: 2, 450	غير منجز

المـاء(385= $X_{C(23)2}$) المنقولة من الخزان(C) الى المنطقة (٢٣) يجب ان تنقل بمسافة تزيد على المعدل المرغوب به بـ ٤ كم ، وكمية الماء(١٤٠ = $X_{C(25)2}$) المنقولة من الخزان(C) الى المنطقة (٢٥) يجب ان تنقل بمسافة تزيد على المعدل المرغوب به بـ ٣ كم ، وكمية المـاء(٢٤٥ = $X_{A(27)2}$) المنقولة من الخزان(A) الى المنطقة (٢٧) يجب ان تنقل بمسافة تزيد على المعدل المـرغوب به بـ ٢ كم وهذا يعني انه {4(385)+3(140)+2(245) = 2,450}.

اما بالنسبة انتائج حل النموذج بعد التغير في النموذج باستخدام اسلوب تحليل الحساسية (جدول (١ –٤)) والتي نتجت عن انشاء مشروع ايصال الماء الصلح للشرب بواسطة الانابيب بدلا من السيارات الحوضية للمناطق التي يتم تغذيتها بواسط السيارات الحوضية كانت هذه النتائج متشابهة تقريبا مع نتائج حل النموذج السابق (جدول (١ –٢)) ، حيث بقت الاولويات P1,P3,P5 ثابتة من حيث النتائج فقط التغير كان في الاولويات P2,P4 ، حيث نلاحظ في هدف الاولوية P2 انه عند ايصال الماء الصالح للشرب الى المناطق المحيطة بالخزانين Aو C عن طريق مد الانابيب بدلا من السيارات الحوضية سيؤدي ذلك الى زيادة في طول الانابيب بمقدار ١،٧٨٥ كم والتي نتجت من طرح قيمة هدف الاولوية P2 قبل التغير من P2 بعد التغير ، اما بالنسبة لهدف الاولوية P4 والخاص بكلفة نقل الماء كانت قد زادت بمقدار (٧٣٨،٤٩٦ سبعمائة وثمانية وثلاثون مليون واربعمائة وستة وتسعون الف دينار عراقي) والتي تمثل كلفة المشروع وطبعا هذا ناتج من الزيادة الحاصلة في طول الانابيب .

جدول (١-٤) يوضح نتائج حل نموذج مشكلة نقل الماء الصالح للشرب في مدينة السماوه باستخدام اسلوب تحليل الحساسية

المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة	المتغير	القيمة
$X_{A(1)1}$	٣٨٥	$X_{C(20)1}$	٤٦٢	d_9^-	٠	d_{28}^-	٠	d_7^+	٠	d_{26}^+	٠
$X_{A(2)1}$	٤٥٥	$X_{C(21)1}$	٥٩٥	d_{10}^-	٠	d_{29}^-	٠	d_8^+	٠	d_{27}^+	٠
$X_{A(3)1}$	٤٦٢	$X_{C(22)2}$	١٤٠	d_{11}^-	٠	d_{30}^-	٠	d_9^+	٠	d_{28}^+	٠
$X_{A(4)1}$	٣٨٨,٥	$X_{C(23)2}$	٣٨٥	d_{12}^-	٠	d_{31}^-	٠	d_{10}^+	٠	d_{29}^+	٠
$X_{A(5)1}$	٥٩٥	$X_{C(24)2}$	١٧٥	d_{13}^-	٠	d_{32}^-	٠	d_{11}^+	٠	d_{30}^+	٠
$X_{A(6)1}$	٥٤٢,٥	$X_{C(25)2}$	١٤٠	d_{14}^-	٠	d_{33}^-	٠	d_{12}^+	٠	d_{31}^+	67 , 497.5
$X_{A(7)1}$	٣١٥	$X_{A(26)2}$	١٤٠	d_{15}^-	٠	d_{34}^-	35 , 527	d_{13}^+	٠	d_{32}^+	83 , 587
$X_{A(8)1}$	٣٨٥	$X_{A(27)2}$	٢٤٥	d_{16}^-	٠	d_{35}^-	36 , 034.5	d_{14}^+	٠	d_{33}^+	70 , 854
$X_{B(9)1}$	٤٢٠	$X_{A(28)2}$	١٧٥	d_{17}^-	٠	d_{36}^-	36 , 423	d_{15}^+	٠	d_{34}^+	٠
$X_{B(10)1}$	٣١٥	$X_{A(29)2}$	٢١٠	d_{18}^-	٠	d_{37}^-	٠	d_{16}^+	٠	d_{35}^+	٠
$X_{B(11)1}$	٥٢٥	$X_{A(30)2}$	١٧٥	d_{19}^-	٠	d_{38}^-	٠	d_{17}^+	٠	d_{36}^+	٠
$X_{B(12)1}$	٥٩٥	d_1^-	0	d_{20}^-	٠	$d39^-$	٠	d_{18}^+	٠	d_{37}^+	166 , 453 , 872
$X_{B(13)1}$	٥٢٨,٥	d_2^-	٠	d_{21}^-	٠	d_{40}^-	٠	d_{19}^+	٠	d_{38}^+	385
$X_{B(14)1}$	٤٩٠	d_3^-	٠	d_{22}^-	٠	d_1^+	٠	d_{20}^+	٠	d_{39}^+	140
$X_{B(15)1}$	٤٦٢	d_4^-	٠	d_{23}^-	٠	d_2^+	٠	d_{21}^+	٠	d_{40}^+	245
$X_{B(16)1}$	٣٨٥	d_5^-	٠	d_{24}^-	٠	d_3^+	٠	d_{22}^+	٠		
$X_{B(17)1}$	٢٤٥	d_6^-	٠	d_{25}^-	٠	d_4^+	٠	d_{23}^+	٠		
$X_{C(18)1}$	٨٠٥	d_7^-	٠	d_{26}^-	٠	d_5^+	٠	d_{24}^+	٠		
$X_{C(19)1}$	٨٧٥	d_8^-	٠	d_{27}^-	٠	d_6^+	٠	d_{25}^+	٠		

Goal 1 : ٠	منجز
Goal 2: 221, 938. 5	غير منجز
Goal 3: 107, 984. 5	غير منجز
Goal 4: 166 , 453 , 872	غير منجز
Goal 5: 2, 450	غير منجز

المصادر

1- Barry, R. and Ralph M. stair , J. ,(2000) " Quntitive Analysis for management",(7th edition), prentice – Hall.
2- Lee, S.M., (1972)," Goal programming for Decision Analysis" , Anerbach , philadelphia.
3- Markland,R.E. ,1983 "Topics in management science" ,(2nd edition),John Wiley and Sons , NewYork.
4- Nesa, W. and Richard, C., (1981)," Linear programming and Extensions " , McGraw - Hall.