

استخدام برمجية (DeNovo) لتطوير شبكة المياه في استراتيجيات القرار المتعدد
م.م. عباس حسين بطيخ أ.م.د. فائق فاروق البديري م.م. فارس مهدي

الملخص:

ان الغرض من هذه الدراسة هو بناء نموذج شامل باستخدام برمجية (DeNovo) لتطوير شبكة المياه في استراتيجيات القرار المتعدد في مدينة بغداد اذا خترنا هذا الموضوع المهم والفعال في حياة المواطن لما لموضوع المياه من اهمية في حياة الكائنات الحية عامة وحياة البشر خاصة ولما يعانيه المواطن العراقي من شحة المياه ولاسباب متعددة.

تطرقنا في هذه الدراسة الى بناء انموذج شامل (Global Model) لمنظومة مياه الشرب في مدينة بغداد للوصول الى ايجاد الحل او البديل الامثل من بين البدائل المتاحة ان البديل الامثل المقترح هنا يستخدم من تطبيق طريقة (DeNovo) التي اقترحها العالم (Zeleny) (1982) في حل مشكلة تخصيص السعة. حيث ان هذه الطريقة لا تشبه الامثلية العادية التي تستخدم النماذج الرياضية التي يفترض لها ان يكون مستوى الموارد أي الجانب الايمن من المعادلات ثانيا ومعروفا اما في طريقة (DeNovo) تعتبر مستوى الموارد هي متغيرات القرار التي تؤثر على قيمة دالة الهدف.

Abstract

The object of this study is to establish a global model to use of DeNovo programming the strategies of multi-Decision making process in the city of Baghdad.

Thus, we have chosen an important and an effective subject in the life of the citizen due to the importance of this subject in the Iraqi citizen of lack of water and for many reasons.

In this thesis, we have tackled the establishment of a global model to be able to reach solution or an alternative model a money the available alternative.

The alternative proposed here utilizes the application of the (DeNovo) programming approach suggested by (1982) in solving the capacity allocation problem. Unlike the usual optimization using mathematical models where level of resource, the right hand side of the assumed to be fixed or known, the (DeNovo) approach considers the level of resources as being decision variables that affect the value of the objective function.

1- الجانب النظري

1-1 البرمجة الخطية: Linear Programming

البرمجة الخطية هي نوع من نماذج البرمجة الخطية الرياضية (Mathematical Programming) التي تهتم بالتخصيص الأمثل لنشاطات معينة ضمن الهدف المرغوب فيه (تعظيم الأرباح أو تقليل الكلف) وقد عرف العالم (Kuhn Tucker)⁽³⁾ البرمجة الخطية بأنها أسلوب رياضي لتحديد الحلول المثلى للمسائل التي تتضمن دالة هدف خطية ومتباينات خطية. تستخدم البرمجة الخطية وسيلة لصنع القرار وتزويد متخذ القرار بالبصيرة حول المشاكل الأساسية المتعلقة بتخصيص الموارد وتساعد على اختيار أفضل البدائل وأكثرها فعالية. أما الصيغة الرياضية العامة لنماذج البرمجة الخطية:

$$\text{Minn, or max } Z = \sum_{j=1}^n C_j x_j$$

S. T

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j (\leq, =, \geq) b_i \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (1-1)$$
$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

1-2 صنع القرار عند وجود معايير متعددة:

Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

يشير موضوع صنع القرار عند وجود معايير متعددة (MCDM) الى وجود معايير متعددة متضاربة فيما بينها. ان المسائل التي تناولت هذا الموضوع مختلفة فيما بينها لكنها تشترك في الخصائص الآتية:

1- عدة اهداف/ صفات: Multiple Objectives/ Attributes
في حالة وجود عدة اهداف للمسألة قيد الدراسة فإن على صانع القرار ان يصنع الاهداف/ الصفات المناسبة لهذه المسألة.

2- التضارب بين المعايير: Conflict Criteria
المعايير المتعددة عادة متضاربة فيما بينها.

3- الوحدات غير المشتركة: Incommensurable Units
لكل هدف/ صفة وحدة قياس مختلفة خاصة لها.

4- التصميم/ الاختيار: Design/ Selection
يتضمن عملية تصميم البحث على معيار يكون الانسب لمتخذ القرار من بين مجموعة معايير موضوعة او اخيار البديل الافضل من بين مجموعة من البدائل المحددة مسبقا.

1-3 صنع القرار عند وجود أهداف متعددة

Multiple Objective Decision Making (MODM)

ان عملية صنع القرار عند وجود اهداف متعددة تعني اختيار الحل المناسب من بين مجموعة من البدائل المتوافرة للوصول الى الحل المناسب مع الالتزام بمجموعة من القيود الخاصة بيئة القرار والموارد المتاحة والمتوافرة وهذه المشكلات يمكن ان توضح بالصيغة الآتية:

$$Max[f_1(x), f_2(x), f_3(x), \dots, f_k(x)] \quad (1-2)$$

S.T

$$gi(x) \leq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$x \geq 0$$

اذ ان:

x : متجه لمتغيرات القرار ذو البعد (n).

m: عدد القيود.

k: عدد دوال الهدف.

2- الجانب العملي

سيتمن هذا الجزء من البحث تطبيق ما تم عرضه في الجانب النظري من طرائق صنع القرار المتعدد ومن اجل حل المشكلة قيد البحث بشكل افضل وصولا الى نتائج امثل ثم استخدام برمجة (DeNovo) لتطوير شبكة المياه في استراتيجيات القرار المتعدد يعتبر هذا الجزء من الجانب العملي باستخدام هذا البرمجة هو مكملا لما طرحناه سابقا من حل المشكلة باستخدام البرمجة الخطية الاعتيادية في البحث السابق المعنون (بناء نموذج شامل لتصفية ونقل وتوزيع وتخزين مياه الشرب في مدينة بغداد) كذلك تم المقارن بين النتائج المتوصل اليها باستخدام البرمجة الخطية الاعتيادية في البحث السابق المشار اليه اعلاه والنتائج التي توصلت اليها باستخدام طريقة (DeNovo) في البحث الحالي. اذ تعتمد طريقة (DeNovo) على جعل الثوابت في القيود الخاصة بالمشاريع المنتجة هي متغيرات قرار تؤثر على دالة الهدف. وبالتالي التوصل الى افضل نتائج ممكنة لحل المشكلة قيد البحث.

1-2 المشاريع الاناجية وكلفتها وطاقاتها الاناجية

سيتم معالجة المياه من خلال مجموعة من المشاريع الانتاجية كما هو مبين في الجدول (1) لسنة (2006).

جدول (1)

المشاريع الانتاجية وطاقاتها الفعلية وكلفتها 1000م³

ت	المشاريع	الطاقة الانتاجية	الطاقة الفعلية	الطاقة الفعلية * نسبة كفاءة الشبكة	الكلف (1000 دينار)
1	مشروع ماء الكرخ	1365	1041	520.5	695.5
2	مشروع ماء الدورة	112	84	42	34
3	مشروع القادسية	135	94	47	17
4	مشروع ماء الوحدة	65	42	21	25
5	مشروع ماء الرشيد	65	43	4.5	25
6	مشروع ماء الوثبة	115	45	22.5	25
7	مشروع ماء 9 نيسان	540	403	241.5	851.5
8	مشروع ماء الكرامة	226	129	64.5	45
	المجموع	2623	1961	980.5	1718.0

نسبة كفاءة الشبكة = نسبة الهدر = 50%

2-2 بناء الامودج الرياضي احادي الاصداف

بهدف تحقيق النموذج المقترح المتعدد الاهداف والخاص بتصفية المياه ونقلها و تخزينها وتوزيعها سيتم اولا صياغته بشكل برمجة خطية احادية الاهداف والتي ترمي الى:
 ا- تقليل العجز في الطلب على مياه الشرب (مياه الاسالة).
 ب- تطوير شبكة المياه (مياه الاسالة) باستخدام طريق (DeNova).
 المتغيرات:

X_{ij} : يمثل كمية المياه المنقولة من العقدة (i) الى العقدة (j) مقاسة بوحدة (1000 م³/يوم).
 اما دوال الهدف فتشمل:

الهدف الاول: $f_1(x)$: تهدف الى تقليل العجز في الطلب على المياه الصالحة للشرب.
 الهدف الثاني: $f_2(x)$: تطوير الشبكة وذلك بالاعتماد على الكلف الخاصة بالمشاريع الانتاجية عن طريق برمجة (DeNovo).

اما القيود الخاصة بالنموذج فيمكن تجزئتها الى ستة مجاميع هي:

- 1- قيود الطاقات الانتاجية للمشاريع: وهي ثمانية قيود لكل مشروع قيد خاص به.
- 2- قيود المجمعات المائية: وهي عبارة عن 12 قيودا لكل مجمع قيد خاص به.
- 3- قيود طاقة الانابيب: وهي قيد واحد لكل انبوب ويبلغ عددها 77 قيودا.
- 4- قيود الخزانات الارضية: وهي 8 قيود لكل خزان قيد خاص به وهو يحدد كمية المياه المرسله بقدر كمية المياه المستلمة.
- 5- قيود الطلب على كميات المياه: لكل منطقة من المناطق المستهلكة للمياه الصالحة للشرب قيد خاص بها يمثل الطلب على المياه، وقد يبلغ عددها 54 قيودا.
- 6- قيود عدم السلبية: ($x_{ij} \geq 0$) وهي القيود الخاصة بالمتغيرات التي يجب ان تكون جميعا اكبر من صفر.

3-2 بناء النموذج لدالة الهدف الاولى:

يهدف هذا النموذج الى تقليل العجز في الطلب على مياه الشرب

$$M \inf_1 (x) = \sum_{i=1}^{54} v_i$$

اذ ان:

V_i : مقدار العجز في مياه الشرب في المنطقة i.

1- قيود الطلب على مياه الشرب (الاسالة) لسنة 2006:

خزان الشعلة ومشروع الكرامة يليان الطلب على مياه الشرب لمنطقة الشعلة..

$$X_{21,29} + X_{8,29} + V_1 - U_1 = 76.431$$

اذ ان:

V_1 : كمية العجز الحاصل في الطلب المنطقة i.

U_1 : الكمية الفائضة من المياه عن حاجة المستهلك للمنطقة i.

الطرف الايمن من القيد يمثل مقدار الطلب على مياه الشرب اذا تم الحصول عليه من خلال ضرب عدد السكان للمنطقة في الطلب على المياه والذي مقداره (500) لتر لكل شخص. وفي القيد اعلاه الخاص بمنطقة الشعلة التي عدد سكانها (152836) الف نسمة مضروبا بحصة الفرد الواحد التي هي ثابتة للمناطق كافة بحسب بيانات امانة بغداد والبالغة (500) لتر للشخص الواحد.

وهكذا تتم صياغة بقية القيود الخاصة بقيود الطلب.

منطقة جنوب غرب بغداد:

وتشمل المناطق من السيدية الى ابو دشير، اذا ان خزان السيدية يلبي احتياجات هذه المناطق من مياه الشرب.

$$X_{22.30} + V_2 - U_2 = 1000.000$$

منطقة الدورة:

تغذى منطقة الدورة عن طريق مشروع الدورة ومجمع الدورة الجديد.

$$X_{2.31} + X_{14.31} + V_3 - U_3 = 193.435$$

منطقة التاجي:

تتم تغذية منطقة التاجي بمياه الشرب عن طريق خزان التاجي.

$$X_{24.32} + V_4 - U_4 = 66.778$$

منطقة المثنى:

تغذى منطقة المثنى مشروعي 9 نيسان ومشروع ماء الكرخ.

$$X_{1.33} + X_{7.33} + V_5 - U_5 = 132.780$$

منطقة ابو غريب:

تغذى عن طريق خزان ابو غريب.

$$X_{23.34} + V_6 - U_6 = 15.1059$$

منطقة الكرادة:

تغذى عن طريق مشروع الوحدة.

$$X_{4.35} + V_7 - U_7 = 59.900$$

منطقة القادسية:

تغذى عن طريق مشروع القادسية.

$$X_{3.36} + V_8 - U_8 = 61.700$$

منطقة الزعفرانية:

تغذى عن طريق مشروع الرشيد.

$$X_{5.37} + V_9 - U_9 = 37.000$$

مركز الرصافة، مدينة الطب:

تغذى عن طريق مشروع الوثبة.

$$X_{6.38} + V_{10} - U_{10} = 15.8955$$

$$X_{6.39} + V_{11} - U_{11} = 2.9965$$

منطقة حي التراث وحي الصحفيين وحي الشهداء وحي الرسول والمشتل والجادرية وجميلة

جميع هذه المناطق تغذى عن طريق مشروع 9 نيسان.

والقيود الاتية تمثل هذه المناطق على التوالي:

$$X_{7.40} + V_{12} - U_{12} = 10.825$$

$$X_{7.41} + V_{13} - U_{13} = 6.256$$

$$X_{7.42} + V_{14} - U_{14} = 3.899$$

$$X_{7.43} + V_{15} - U_{15} = 11.8470$$

$$X_{7.45} + V_{16} - U_{16} = 62.890$$

$$X_{7.47} + V_{17} - U_{17} = 18.300$$

$$X_{7.48} + V_{18} - U_{18} = 29.340$$

منطقة الاعظمية:

تغذى عن طريق مشروع الوثبة و9 نيسان.

$$X_{6.44} + X_{7.44} + V_{19} - U_{19} = 30.050$$

منطقة الكاظمية، منطقة المنصور، منطقة الحرية:

جميع هذه المناطق تغذى عن طريق مشروع الكرامة وخزان الشعلة.

والقيود الاتية تمثل هذه المناطق على التوالي:

$$X_{8.54}+X_{21.54}+V_{20} - U_{20}= 43.699$$

$$X_{8.57}+X_{21.57}+V_{21} - U_{21}= 193.045$$

$$X_{8.55}+X_{21.55}+V_{22} - U_{22}= 22.121$$

منطقة حي طرابلس وحي الكندي والشيخ معروف وحي التشريع والعطيفية:
جميع هذه المناطق تغذى عن طريق مشروع الكرامة.
والقيود الاتية تمثل هذه المناطق على التوالي:

$$X_{8.53}+ V_{23} - U_{23}= 168.125$$

$$X_{8.74}+ V_{24} - U_{24}= 6.0955$$

$$X_{8.75}+ V_{25} - U_{25}= 21.556$$

$$X_{8.78}+ V_{28} - U_{28}= 8.935$$

$$X_{8.79}+ V_{29} - U_{29}= 14.420$$

منطقة الصالحية:

تغذى عن طريق مشروع الكرامة ومجمع الصالحية.

$$X_{8.76}+X_{13.76}+V_{26} - U_{26}= 35.780$$

منطقة السلام:

تغذى عن طريق مشروع الكرامة ومشروع السلام.

$$X_{8.77}+X_{25.77}+V_{27} - U_{27}= 47.770$$

منطقة حي اكد:

تغذى عن طريق مجمع اكد القديم والجديد.

$$X_{16.80}+X_{17.80}+V_{30} - U_{30}= 15.325$$

منطقة حي طارق:

تغذى عن طريق مجمع حي طارق.

$$X_{18.81}+ V_{31} - U_{31}= 20.3325$$

منطقة حي الاورفلي:

تغذى عن طريق مجمع حي الاورفلي

$$X_{19.82}+ V_{32} - U_{32}= 10.769$$

منطقة حي المنتظر:

تغذى عن طريق مجمع المنتظر.

$$X_{20.83}+ V_{33} - U_{33}= 13.158$$

منطقة الغزالية:

تغذى عن طريق خزان الشعلة.

$$X_{21.84}+ V_{34} - U_{34}= 12.783$$

منطقة الرستمية:

تغذى عن طريق خزان الرستمية.

$$X_{26.58}+ V_{35} - U_{35}= 36.670$$

منطقة المعلمين، الأمين، الرناسة 1، السدة:

جميع هذه المناطق تغذى عن طريق خزان الامين.

والقيود الاتية تمثل هذه المناطق على التوالي:

$$X_{25.49}+ V_{36} - U_{36}= 23.335$$

$$X_{25.50}+ V_{37} - U_{37}= 21.020$$

$$X_{25.51}+ V_{38} - U_{38}= 7.225$$

$$X_{25.52}+ V_{39} - U_{39}= 383.000$$

حي الرشاد والعبدي والعبدي الصناعية وحي البتول وحي النصر وحي الصعيد وقرية 14 تموز وقرية كاسر بوض والحسينية وبستان سامي:
جميع هذه المناطق تغذى عن طريق خزان العبدي. والقيود الآتية تمثل هذه المناطق على التوالي:

$$\begin{aligned} X_{27.63} + V_{41} - U_{41} &= 5.475 \\ X_{27.64} + V_{42} - U_{42} &= 24.500 \\ X_{27.65} + V_{43} - U_{43} &= 83.250 \\ X_{27.66} + V_{44} - U_{44} &= 101.550 \\ X_{27.67} + V_{45} - U_{45} &= 12.900 \\ X_{27.68} + V_{46} - U_{46} &= 13.300 \\ X_{27.69} + V_{47} - U_{47} &= 14.450 \\ X_{27.59} + V_{48} - U_{48} &= 12.450 \\ X_{27.60} + V_{49} - U_{49} &= 61.056 \\ X_{27.61} + V_{50} - U_{50} &= 51.450 \end{aligned}$$

منطقة حي العماري:

تغذى عن طريق مجمع العماري وخزان العبدي.

$$X_{27.62} + X_{10.62} + V_{40} - U_{40} = 12.830$$

منطقة الكمالية والرئاسة 2 وحي الغدير وحي البستان:

تغذى عن طريق خزان الكمالية. والقيود الآتية تمثل هذه المناطق على التوالي:

$$\begin{aligned} X_{28.70} + V_{51} - U_{51} &= 65.065 \\ X_{28.71} + V_{52} - U_{52} &= 14.595 \\ X_{28.72} + V_{53} - U_{53} &= 68.210 \\ X_{28.73} + V_{54} - U_{54} &= 34.765 \end{aligned}$$

2- قيود الخزانات الارضية:

الكميات الواصلة للخزان- الكميات المنقولة من الخزان = صفر

$$\begin{aligned} X_{1.21} - X_{21.29} - X_{21.54} - X_{21.55} - X_{21.57} - X_{21.84} &= 0 && \text{خزان الشعلة:} \\ X_{1.22} - X_{22.30} &= 0 && \text{خزان السيدية:} \\ X_{1.23} - X_{23.34} &= 0 && \text{خزان ابو غريب:} \\ X_{1.24} - X_{24.32} &= 0 && \text{خزان التاجي:} \\ X_{7.25} - X_{12.25} - X_{25.49} - X_{25.50} - X_{25.51} - X_{25.52} &= 0 && \text{خزان الامين:} \\ X_{7.26} - X_{26.58} &= 0 && \text{خزان الرستمية:} \\ X_{7.27} - X_{9.27} - X_{27.59} - X_{27.60} - X_{27.61} - X_{27.62} - X_{27.63} - X_{27.64} - X_{27.65} - X_{27.67} - X_{27.68} - X_{27.69} &= 0 && \text{خزان العبدي:} \\ X_{7.28} - X_{11.28} - X_{28.70} - X_{28.71} - X_{28.72} - X_{28.73} &= 0 && \text{خزان الكمالية:} \end{aligned}$$

3- قيود الطاقات الانتاجية للمشاريع المنتجة:

الكميات المنقولة من المشاريع تكون اقل من طاقة المشاريع او تساويها

$$\begin{aligned} X_{1.7} + X_{1.21} + X_{1.23} + X_{1.24} + X_{1.33} &\leq 520.5 && \text{مشروع ماء الكرخ:} \\ X_{2.31} &\leq 42 && \text{مشروع الدورة:} \\ X_{3.36} &\leq 47 && \text{مشروع القادسية:} \\ X_{4.35} &\leq 21 && \text{مشروع الوحدة:} \\ X_{5.37} &\leq 21.5 && \text{مشروع الرشيد:} \\ X_{6.44} + X_{6.38} + X_{6.39} &\leq 22.5 && \text{مشروع الوثبة:} \\ X_{7.25} + X_{7.26} + X_{7.27} + X_{7.28} + X_{7.33} + X_{7.40} + X_{7.41} + X_{7.42} + X_{7.43} + X_{7.44} + X_{7.45} + X_{7.47} + X_{7.48} + X_{7.69} &\leq 241.5 && \text{مشروع 9 نيسان:} \\ X_{8.29} + X_{8.53} + X_{8.54} + X_{8.55} + X_{8.56} + X_{8.74} + X_{8.75} + X_{8.76} + X_{8.77} + X_{8.78} + X_{8.79} &\leq 64.5 && \text{مشروع الكرامة:} \end{aligned}$$

4- قيود المجمعات المائية:

الكميات المنقولة من المجمعات المائية تكون اقل من طاقة المجمع او تساويها

$$X_{9.27} \leq 24.0 \quad \text{مجمع النصر:}$$

$X_{10.62} \leq 3.0$	مجمع العماري:
$X_{11.28} \leq 12.0$	مجمع الكمالية:
$X_{12.25} \leq 24$	مجمع الامين:
$X_{13.76} \leq 4.0$	مجمع الصالحية:
$X_{14.31} \leq 1.0$	مجمع الدورة الجديد:
$X_{15.77} \leq 1.0$	مجمع السلام:
$X_{16.80} \leq 4.0$	مجمع اكد القديم:
$X_{17.80} \leq 2.0$	مجمع اكد الجديد:
$X_{18.81} \leq 8.0$	مجمع حي طارق:
$X_{19.82} \leq 12.0$	مجمع حي الاورفلي:
$X_{20.83} \leq 2.0$	مجمع حي المنتظر:

5- قيود طاقة الانابيب:

الكمية المارة عبر الانبوب تكون اقل من الطاقة التصميمية للانبوب او تساويها:

$X_{1.7} \leq 455$	مشروع الكرخ- مشروع 9- نيسان:
$X_{1.21} \leq 1365$	مشروع ماء الكرخ- خزان الشعلة:
$X_{1.22} \leq 300$	مشروع ماء الكرخ- خزان السيدية:
$X_{1.23} \leq 82$	مشروع ماء الكرخ- خزان ابو غريب:
$X_{1.24} \leq 64$	مشروع ماء الكرخ- خزان التاجي:
$X_{1.33} \leq 1460$	مشروع ماء الكرخ- منطقة المثني:
$X_{7.33} \leq 1600$	مشروع 9- نيسان- منطقة المثني:
$X_{7.40} \leq 24$	مشروع 9- نيسان- حي التراث:
$X_{7.41} \leq 24$	مشروع 9- نيسان- حي الصحفيين:
$X_{7.42} \leq 24$	مشروع 9- نيسان- حي الرسول:
$X_{7.43} \leq 24$	مشروع 9- نيسان- حي الشهداء:
$X_{7.44} \leq 48$	مشروع 9- نيسان- الاعظمية:
$X_{7.45} \leq 36$	مشروع 9- نيسان- المشتل:
$X_{7.47} \leq 90$	مشروع 9- نيسان- حي الجادرية:
$X_{7.48} \leq 36$	مشروع 9- نيسان- حي جميلة:
$X_{7.25} \leq 36$	مشروع 9- نيسان- خزان الامين:
$X_{7.26} \leq 40.4$	مشروع 9- نيسان- خزان الرستمية:
$X_{7.27} \leq 40.6$	مشروع 9- نيسان- العبيدي:
$X_{7.28} \leq 30$	مشروع 9- نيسان- خزن الكمالية:
$X_{6.38} \leq 950$	مشروع الوثنية- مركز الرصافة:
$X_{6.39} \leq 700$	مشروع الوثنية- مدينة الطب:
$X_{6.44} \leq 48$	مشروع الوثنية- الاعظمية:
$X_{2.31} \leq 650$	مشروع ماء الدورة- منطقة الدورة:
$X_{3.36} \leq 500$	مشروع ماء القادسية- منطقة القادسية:
$X_{4.35} \leq 500$	مشروع الوحدة- منطقة الكرادة:
$X_{5.37} \leq 300$	مشروع الرشيد- منطقة الزعفرانية:
$X_{8.53} \leq 43.2$	مشروع الكرامة- حي طرابلس:

$X_{8.54} \leq 43.2$	مشروع الكرامة- منطقة الكاظمية:
$X_{8.55} \leq 43.2$	مشروع الكرامة- منطقة الحرية:
$X_{8.56} \leq 43.2$	مشروع الكرامة- منطقة حي الزهراء:
$X_{8.57} \leq 43.2$	مشروع الكرامة- منطقة حي المنصور:
$X_{8.74} \leq 43.2$	مشروع الكرامة- منطقة حي الكندي:
$X_{8.75} \leq 57.6$	مشروع الكرامة- منطقة الشيخ معروف:
$X_{8.76} \leq 112.32$	مشروع الكرامة- منطقة الصالحية:
$X_{8.77} \leq 57.6$	مشروع الكرامة- منطقة حي السلام:
$X_{8.78} \leq 112.32$	مشروع الكرامة- منطقة حي التشريع:
$X_{8.79} \leq 112.32$	مشروع الكرامة- منطقة العظيفية:
$X_{21.29} \leq 77$	خزان الشعلة- منطقة الشعلة:
$X_{21.54} \leq 77$	خزان الشعلة- منطقة الكاظمية:
$X_{21.57} \leq 77$	خزان الشعلة- منطقة المنصور:
$X_{21.55} \leq 77$	خزان الشعلة- منطقة الحرية:
$X_{21.84} \leq 77$	خزان الشعلة- منطقة الغزالية:
$X_{22.30} \leq 250$	خزان السيديّة- منطقة جنوب غرب بغداد:
$X_{22.2} \leq 250$	خزان السيديّة- مشروع الدورة:
$X_{23.34} \leq 82$	خزان ابو غريب- منطقة ابو غريب:
$X_{24.32} \leq 64$	خزان التاجي- منطقة التاجي:
$X_{25.49} \leq 24$	خزان الامين- منطقة المعلمين:
$X_{25.50} \leq 24$	خزان الامين- منطقة الامين:
$X_{25.51} \leq 24$	خزان الامين- منطقة الرئاسة 1:
$X_{25.52} \leq 24$	خزان الامين- منطقة السدة:
$X_{26.58} \leq 40.4$	خزان الرستمية- منطقة الرستمية:
$X_{27.59} \leq 40.4$	خزان العبيدي- قرية كاسريوص:
$X_{27.60} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة الحسينية:
$X_{27.61} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة بستان سامي:
$X_{27.62} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة حي العماري:
$X_{27.63} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة حي الرشاد:
$X_{27.64} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة العبيدي:
$X_{27.65} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة العبيدي الصناعية:
$X_{27.66} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة حي البتول:
$X_{27.67} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة حي النصر:
$X_{27.68} \leq 40.4$	خزان العبيدي- منطقة حي الصعيد:
$X_{27.69} \leq 40.4$	خزان العبيدي- قرية 14 تموز:
$X_{28.70} \leq 44.4$	خزان الكمالية- منطقة الكمالية:
$X_{28.71} \leq 44.4$	خزان الكمالية- منطقة الرئاسة 2:
$X_{28.72} \leq 44.4$	خزان الكمالية- منطقة حي الغدير:
$X_{28.73} \leq 44.4$	خزان الكمالية- منطقة حي البستان:
$X_{9.27} \leq 24.0$	مجمع النصر:
$X_{10.62} \leq 3.0$	مجمع العماري:
$X_{11.28} \leq 12.0$	مجمع الكمالية:
$X_{12.25} \leq 24$	مجمع الامين:
$X_{13.76} \leq 4.0$	مجمع الصالحية:

$$\begin{aligned} X_{14.31} &\leq 1.0 \\ X_{15.77} &\leq 1.0 \\ X_{16.80} &\leq 4.0 \\ X_{17.80} &\leq 2.0 \\ X_{18.81} &\leq 8.0 \\ X_{19.82} &\leq 12.0 \\ X_{20.83} &\leq 2.0 \end{aligned}$$

مجمع الدورة الجديد:
مجمع السلام:
مجمع اكد القديم:
مجمع اكد الجديد:
مجمع حي طارق:
مجمع حي الاورفلي:
مجمع حي المنتظر:

6- قيود عدم السلبية: $X_{ij} \geq 0$

وعند حل الانموذج لدالة الهدف $F_1(x)$ باستخدام البرنامج الجاهز (Win-QSB) حصلنا على النتائج الموضحة في الجدول رقم (2)

جدول رقم (2)

نتائج حل دالة الهدف الاولى $f_1(x)$

Min $f_1(x) = 2231.0310$								
No	Decision variable	Solution value	No	Decision variable	Solution value	No	Decision variable	Solution value
1	X _{1.21}	176.5905	33	X _{8.74}	0	65	X _{26.58}	36.6700
2	X _{1.22}	300.0000	34	X _{8.75}	0	66	X _{27.59}	0
3	X _{1.23}	15.1059	35	X _{8.29}	0	67	X _{27.60}	40.4000
4	X _{1.24}	28.8036	36	X _{8.77}	0	68	X _{27.61}	0
5	X _{1.7}	0	37	X _{8.78}	6.8800	69	X _{27.62}	9.8300
6	X _{1.33}	0	38	X _{8.79}	14.4200	70	X _{27.63}	0
7	X _{2.31}	42.0000	39	X _{9.27}	24.0000	71	X _{27.64}	0
8	X _{3.36}	47.0000	47	X _{17.80}	2.0000	72	X _{27.65}	0
9	X _{4.35}	21.0000	48	X _{18.81}	8.0000	73	X _{27.66}	0
10	X _{5.37}	21.5000	49	X _{19.82}	10.7670	74	X _{27.67}	0
11	X _{6.38}	13.4535	50	X _{20.38}	2.0000	75	X _{27.68}	0
12	X _{6.39}	2.9965	51	X _{21.29}	0	76	X _{27.69}	2.17100
13	X _{6.44}	6.0500	52	X _{21.54}	43.6699	77	X _{28.70}	44.4000
14	X _{7.33}	0	53	X _{21.57}	77.0000	78	X _{28.71}	0
15	X _{7.40}	0	54	X _{21.84}	77.0000	79	X _{28.72}	0
16	X _{7.41}	4.8625	55	X _{21.55}	22.1210	80	X _{28.73}	8.0000
17	X _{7.42}	11.8475	56	X _{22.30}	300.0000	81	V ₁	76.3450
18	X _{7.43}	12.0000	57	X _{22.2}	0	82	U ₁	0
19	X _{7.44}	24.0000	58	X _{23.34}	15.1059	83	V ₂	700.0000
20	X _{7.45}	18.0000	59	X _{24.32}	28.8036	84	U ₂	0
21	X _{7.47}	18.3000	60	X _{25.49}	12.0000	85	V ₃	150.4350
22	X _{7.48}	15.4200	61	X _{25.50}	12.0000	86	U ₃	0
23	X _{7.69}	12.0000	62	X _{25.51}	6.0000	87	V ₄	37.9744
24	X _{7.25}	18.00	63	X _{25.52}	12.0000	88	U ₄	0
25	X _{7.26}	36.6700	64	X _{25.77}	1.50000	89	V ₅	13.2780
26	X _{7.27}	40.4000	40	X _{10.62}	3.0000	90	U ₅	0
27	X _{7.28}	30.0000	41	X _{11.28}	12.0000	91	V ₆	0
28	X _{8.53}	0	42	X _{12.25}	24.0000	92	U ₆	0
29	X _{8.54}	0	43	X _{13.76}	0	93	V ₇	38.9000
30	X _{8.55}	0	44	X _{14.31}	1.0000	94	U ₇	0
31	X _{8.56}	0	45	X _{15.77}	1.0000	95	V ₈	14.7000
32	X _{8.57}	40.2000	46	X _{16.80}	4.0000	96	U ₈	0

Min $f_1(x) = 2231.0310$								
No	Decision variable	Solution value	No	Decision variable	Solution value	No	Decision variable	Solution value
97	V ₉	15.5000	128	V ₂₄	0	160	V ₄₀	0
98	U ₉	0	129	V ₂₅	21.5560	161	U ₄₀	0

99	V ₁₀	2.4460	130	U ₂₅	0	162	V ₄₁	5.4750
100	U ₁₀	0	131	V ₂₆	0	163	U ₄₁	0
101	V ₁₁	0	132	U ₂₆	0	164	V ₄₂	24.5000
102	U ₁₁	0	133	V ₂₇	46.2700	165	U ₄₂	0
103	V ₁₂	10.8250	134	U ₂₇	0	166	V ₄₃	83.25000
104	U ₁₂	0	135	V ₂₈	2.0550	167	U ₄₃	0
105	V ₁₃	1.3935	136	U ₂₈	0	168	V ₄₄	101.5500
106	U ₁₃	0	137	V ₂₉	0	169	U ₄₄	0
107	V ₁₄	0	138	U ₂₉	0	170	V ₄₅	12.9000
108	U ₁₄	7.9485	139	V ₃₀	9.3250	171	U ₄₅	0
109	V ₁₅	0	140	U ₃₀	0	172	V ₄₆	0
110	U ₁₅	0.1525	142	V ₃₁	12.3250	173	U ₄₆	0
111	V ₁₆	44.9350	143	U ₃₁	0	174	V ₄₇	12.2800
112	U ₁₆	0	144	V ₃₂	0	175	U ₄₇	0
113	V ₁₇	0	145	U ₃₂	11.1585	176	V ₄₈	12.4500
114	U ₁₇	0	146	V ₃₃	0	177	U ₄₈	0
115	V ₁₈	13.9200	147	U ₃₃	50.8300	178	V ₄₉	20.6650
116	U ₁₈	0	148	V ₃₄	0	179	U ₄₉	0
117	V ₁₉	0	149	U ₃₄	51.450	180	V ₅₀	0
118	U ₁₉	0	150	V ₃₅	0	181	U ₅₀	0
119	V ₂₀	0	151	U ₃₅	20.665	182	V ₅₁	0
120	U ₂₀	0	152	V ₃₆	0	183	U ₅₁	0
121	V ₂₁	75.8455	153	U ₃₆	0	184	V ₅₂	14.5950
122	U ₂₁	0	154	V ₃₇	0.0200	185	U ₅₂	0
123	V ₂₂	0	155	U ₃₇	0	186	V ₅₃	68.2100
124	U ₂₂	0	156	V ₃₈	1.2250	187	U ₅₃	0
125	V ₂₃	16.8125	157	U ₃₈	0	188	V ₅₄	34.7650
126	U ₂₃	0	158	V ₃₉	371.0000	189	U ₅₄	0
127	V ₂₄	6.0995	159	U ₃₉	0			

من النتائج دالة الهدف الاولى $f_1(x)$ نستنتج ان قيمة العجز اليومي هي (2231.0310) م³/يوم.

2-4 بناء النموذج لدالة الهدف الثانية باستخدام برمجية (DeNovo):

يهدف هذا النموذج الى تطوير شبكة المياه بالاعتماد على القيود الخاصة بالمشاريع الانتاجية.

$$M \inf_2(x) = \sum_{i=1}^{54} v_i$$

دالة الهدف الثانية خاضعة للقيود السابقة نفسها في النموذج المقترح لدالة الهدف الاولى مع اضافة متغيرات القرار (b_i) الى القيود الخاصة بالمشاريع المنتجة.

$$X_{1.7} + X_{1.21} + X_{1.22} + X_{1.23} + X_{1.24} + X_{1.33} - b_1 \leq 0$$

$$X_{2.31} - b_2 \leq 0$$

$$X_{3.36} - b_3 \leq 0$$

$$X_{4.35} - b_4 \leq 0$$

$$X_{5.37} - b_5 \leq 0$$

$$X_{6.44} + X_{6.38} + X_{6.39} - b_6 \leq 0$$

$$X_{7.33} + X_{7.40} + X_{7.41} + X_{7.42} + X_{7.44} + X_{7.45} + X_{7.46} + X_{7.47} + X_{7.48} + X_{7.69} +$$

$$X_{7.25} + X_{7.26} + X_{7.27} + X_{7.28} - b_7 \leq 0$$

$$X_{8.29} + X_{8.53} + X_{8.54} + X_{8.55} + X_{8.56} + X_{8.57} + X_{8.74} + X_{8.75} + X_{8.76} + X_{8.77} + X_{8.78} + X_{8.79} - b_8 \leq 0$$

اذ ان:

b_i : متغيران القرار التي تؤثر على دالة الهدف.
يتم اضافة قيد جديد يتضمن مجموع كلف المشاريع المنتجة للمياه والى عددها (8) مشاريع بالشكل الاتي:

$$0.404b_1 + 0.0197b_2 + 0.0098b_3 + 0.0145b_4 + 0.0145b_5 + 0.0145b_6 + 0.495b_7 + 0.0216b_8 \leq 1718.0$$

وعند حل الانموذج لدالة الهدف الثانية $f_2(x)$ باستخدام البرنامج الجاهز (Win- QSB) كانت النتائج الموضحة في الجدول رقم (3).

جدول رقم (3)

يوضح نتائج دالة الهدف الثانية $f_2(x)$

Min $f_2(x) = 1590.4360$								
No	Decision variable	Solution value	No	Decision variable	Solution value	No	Decision variable	Solution value
1	X _{1,21}	296.2255	28	X _{8,53}	16.8125	55	X _{21,55}	22.1210
2	X _{1,22}	300.0000	29	X _{8,54}	0	56	X _{22,30}	250.0000
3	X _{1,23}	15.1055	30	X _{8,55}	0	57	X _{22,2}	0
4	X _{1,24}	64.0000	31	X _{8,56}	0	58	X _{23,34}	15.1055
5	X _{1,7}	0	32	X _{8,57}	43.2000	59	X _{24,32}	64.0000
6	X _{1,33}	13.2780	33	X _{8,74}	6.0955	60	X _{25,49}	7.7550
7	X _{2,31}	192.4350	34	X _{8,75}	0	61	X _{25,50}	21.0200
8	X _{3,36}	61.7000	35	X _{8,76}	17.5500	62	X _{25,51}	7.2250
9	X _{4,35}	59.9000	36	X _{8,77}	47.2700	63	X _{25,52}	24.0000
10	X _{5,37}	37.0000	37	X _{8,78}	8.9350	64	X _{26,58}	24.0000
11	X _{6,38}	15.8955	38	X _{8,79}	14.4200	65	X _{27,59}	40.4000
12	X _{6,39}	0	39	X _{9,27}	24.0000	66	X _{27,60}	0
13	X _{6,44}	30.0500	40	X _{10,62}	0	67	X _{27,61}	0
14	X _{7,33}	0	41	X _{11,28}	12.0000	68	X _{27,62}	0
15	X _{7,40}	0	42	X _{12,25}	24.0000	69	X _{27,63}	0
16	X _{7,41}	10.8250	43	X _{13,76}	4.0000	70	X _{27,64}	23.7500
17	X _{7,42}	6.2565	44	X _{14,31}	1.0000	71	X _{27,65}	0
18	X _{7,43}	3.8990	45	X _{15,77}	0	72	X _{27,66}	0
19	X _{7,44}	0	46	X _{16,80}	4.0000	73	X _{27,67}	12.9000
20	X _{7,45}	11.8475	47	X _{17,80}	2.0000	74	X _{27,68}	13.3000
21	X _{7,47}	62.8900	48	X _{18,81}	8.0000	75	X _{27,69}	14.4500
22	X _{7,48}	18.3000	49	X _{19,82}	10.7690	76	X _{28,70}	0
23	X _{7,69}	0	50	X _{20,38}	2.0000	77	X _{28,71}	0
24	X _{7,25}	36.0000	51	X _{21,29}	0	78	X _{28,72}	7.2350
25	X _{7,26}	24.0000	52	X _{21,54}	43.6990	79	X _{28,73}	34.7650
26	X _{7,27}	40.4000	53	X _{21,57}	0			
27	X _{7,28}	30.0000	54	X _{21,84}	77.0000			

Min $f_1(x) = 1590.4360$								
No	Decision variable	Solution value	No	Decision variable	Solution value	No	Decision variable	Solution value
80	V ₁	0	119	U ₂₀	0	158	U ₄₀	0
81	U ₁	0	120	V ₂₁	149.8455	159	V ₄₁	5.4750
82	V ₂	750.000	121	U ₂₁	0	160	U ₄₁	0
83	U ₂	0	122	V ₂₂	0	161	V ₄₂	0
84	V ₃	0	123	U ₂₂	0	162	U ₄₂	83.2500
85	U ₃	0	124	V ₂₃	0	163	V ₄₃	0
86	V ₄	2.4000	125	U ₂₃	0	164	U ₄₃	101.550
87	U ₄	0	126	V ₂₄	0	165	V ₄₄	0
88	V ₅	0	127	U ₂₅	0	166	U ₄₄	0
89	U ₅	0	128	V ₂₅	0	167	V ₄₅	0
90	V ₆	0	129	U ₂₆	0	168	U ₄₅	0

91	U ₆	0	130	U ₂₆	0	169	V ₄₆	0
92	V ₇	0	131	V ₂₇	0	170	U ₄₆	0
93	U ₇	0	132	U ₂₇	0	171	V ₄₇	0
94	V ₈	0	133	V ₂₈	0	172	U ₄₇	0
95	U ₈	0	134	U ₂₈	0	173	V ₄₈	12.4500
96	V ₉	0	135	V ₂₉	0	174	U ₄₈	0
97	U ₉	0	136	U ₂₉	0	175	V ₄₉	26.5000
98	V ₁₀	0	137	V ₃₀	9.3250	176	U ₄₉	0
99	U ₁₀	0	138	U ₃₀	0	177	V ₅₀	65.0650
100	V ₁₁	0	139	V ₃₁	12.3325	178	U ₅₀	0
101	U ₁₁	0	140	U ₃₁	0	179	V ₅₁	14.5950
102	V ₁₂	0	141	V ₃₂	0	180	U ₅₁	0
103	U ₁₂	0	142	U ₃₂	0	181	V ₅₂	60.9750
104	V ₁₃	0	143	V ₃₃	11.1585	182	U ₅₂	0
105	U ₁₃	0	144	U ₃₃	0	183	V ₅₃	0
106	V ₁₄	0	145	V ₃₄	50.83500	184	U ₅₃	0
107	U ₁₄	0	146	U ₃₄	0	185	V ₅₄	0
108	V ₁₅	0	147	V ₃₅	12.6700	186	U ₅₄	0
109	U ₁₅	0	148	U ₃₅	0	187	b ₁	168.1094
110	V ₁₆	0	149	V ₃₆	15.5950	188	b ₂	150.4350
111	U ₁₆	0	150	U ₃₆	0	189	b ₃	14.7000
112	V ₁₇	0	151	V ₃₇	0	190	b ₄	38.9000
113	U ₁₇	0	152	U ₃₇	0	191	b ₅	15.5000
114	V ₁₈	31.9200	153	V ₃₈	0	192	b ₆	2.4460
115	U ₁₈	0	154	U ₃₈	0	193	b ₇	12.2190
116	V ₁₉	0	155	V ₃₉	259.0000	194	b ₈	286.124
117	U ₁₉	0	156	U ₃₉	0			
118	V ₂₀	0	157	V ₄₀	0			

جدول رقم (5)
يوضح مقدار التوسع للمشاريع المنتجة

1000م ³ /يوم			
مقدار التوسع	الطاقة الفعلية	الطاقة الانتاجية	المشاريع
168.1094	520.5	1365	مشروع ماء الكرخ
150.4350	42	112	مشروع ماء الدورة
14.7000	47	135	مشروع القادسية
38.9000	21	65	مشروع ماء الوحدة
15.5000	4.5	65	مشروع ماء الرشيد
2.4460	22.5	115	مشروع ماء الوثبة
12.2190	241.5	540	مشروع ماء 9 نيسان
286.124	64.5	226	مشروع ماء الكرامة
688.4334	980.5	2623	المجموع

من الجدول (5) نوصي بالمقترحات الخاصة بإمكانية اجراء توسعات فعلية على المشاريع الرئيسية المنتجة للمياه في بغداد علما ان مقدار التوسع كبيرا يمكن الاستفادة منه في زيادة الطاقة الانتاجية وتقدر التوسعات الكلية لهذه المشاريع (688.4334 م³/يوم).

الاستنتاجات والنوصيات:

1- من نتائج النموذج الاول $f_1(x)$ الموضحة بالجدول (2) نستنتج ان الكميات الواصلة من المياه الى المستهلك هي (1127.50) الف م³/يوم وهذا يعني وجود عجز مقداره (2290.0) الف م³/يوم جزء من هذا العجز (1030.5) متولد نتيجة نضوحات بالشبكة تقدر بنسبة (50%) والجزء الاخر من العجز (1260.0) الف م³/يوم يكون بسبب قلة طاقات المشاريع.

- 2- ظهرت في بعض النتائج ان الكميات الواصلة في بعض المناطق منها (الشعلة والحرية والرئاسة والصالحية والسدة) هي صفر وهذا بسبب وجود اكثر من حل للنموذج وهذا يعني ان الحلول الاخرى تعطي هذه المناطق قيمة للكميات المنقولة.
- 3- نتائج النموذج الثاني $f_2(x)$ الموضحة في الجدول رقم (4) نستنتج ان النتائج التي تم الحصول عليها باستخدام طريقة (DeNovo) هي افضل من النتائج التي تم الحصول عليها في النموذج الاول حيث ان النتائج في النموذج الثاني تكون الكميات الواصلة الى المستهلك اكبر من الكميات الواصلة للمستهلك باستخدام النموذج الاول.
- 4- من نتائج النموذج المقترح والموضحة بالجدول رقم (5) الخاص بإمكانية التوسع بالمشاريع المنتجة لمياه الشرب نستنتج ان مقدار التوسع (688.4334 م³/يوم) هذا يعني ان أي توسع اكبر من هذه القيمة لا يفيد في تقليل العجز بسبب طاقة الشبكة المحدودة ولذلك يجب اعادة التذكير بتطوير الشبكة باتجاهين الاول تقليل النضوحات قدر الامكان والثاني تطوير طاقات النقل لبعض الانابيب لسد العجز في بعض المناطق.

النوصيات:

- 1- اجراء توسعات للمشاريع الانتاجية او انشاء مشاريع جديدة وذلك عن طريق زيادة الطاقة الفعلية لها كما هو موضح بالجدول (2) وخاصة توسيع مشروع ماء 9- نيسان.
- 2- زيادة الطاقات التصميمية والفعلية للخزانات الارضية او انشاء خزانات جديدة وخصوصا المناطق التابعة للخزانات في جانب الرصافة.
- 3- صيانة شبكة الانابيب وتطويرها للوصول الى اقل نسبة هدر ممكنة ومن ثم اوصول اكبر قدر ممكن من مياه الاسالة الى المستهلك.
- 4- بتوسيع شبكة الانابيب الناقلة لحين يتم مد انابيب جديدة تغذي المناطق التي لا يصل اليها الماء.
- 5- اعداد خطة لعملية ترشيد الاستهلاك للمياه بحيث يتسنى للمستهلك حصوله على القدر الكافي من الماء، وذلك عن طريق توعية المستهلك بالطرق الصحيحة للاستخدام وترك الاساليب الخاطئة التي تؤدي الى عجز في الكميات المخصصة له ومن هذه الاساليب الخاطئة الاستخدام غير قانوني ونعني به تعدي المواطن على الانابيب الرئيسية التي تمد المناطق بالمياه. الاستخدام الجائر ونعني به الاستخدام غير المنتظم غير الصحيح للماء.
- اما وضع الخطة فيكون عن طريق خبراء متخصصين في مجال الهندسة المائية وخبراء اعلاميين بالتعاون مع وسائل الاعلام لنشر ملاحظات توعية عن الترشيح الصحيح للمياه.
- 6- نوصي باستخدام طريقة (DeNovo) لتطوير شبكة المياه (مياه الاسالة) لانها تعطي نتائج افضل من الطريقة الاعتيادية باستخدام البرمجة الخطية الاعتيادية.

(Liner Programming).

المصادر العربية:

- 1- السعدي، ميثم موفق شاكر، "التوزيع الامثل لبعض المنتجات النفطية باستخدام استراتيجية القرار المتعدد" رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد للعام 2002
- 2- الربيعي، عباس حسين بطيخ، "بناء انموذج شامل لتصفية ونقل وتوزيع مياه الشرب في مدينة بغداد" رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد للعام 2005.

The English Reference

- 3- Kuhn, H. W, and Tucker, A. W, (1951) "Nonlinear Programming", J. Neyman 1(e.d), PP 481-491.

- 4- Hwang C.L. & Masud, A.S.M., (1978). "Multiple Attribute Decision Making Methods and Application sprinter" verlay, Berlin, Heid bergfrinted in Germany.
- 5- Dyson R. G., (1980), "Maximin Programming", Fuzzy linear programming and Multi-Criteria- 267.
- 6- Jain, S. K., Soni, B; Seeth apathi, P. V., "Optimization technique for water resource management" Journal of Enyin Css (India) PartCI: Civill Engineering Division V69 Pt Yu 1(1980) P. 16-19. 16.
- 7- Chopra, S. and Meid 1, P., Supply chain Management: strategy, Planning and Operation, pren- Tice- Hall Inc., 2001.
- 8- Zeleny, M., "Multiple Criteria Decision Making MC-Graw Hill Book Company", New York, 1982.