استخدام البرمجة الخطية في المساعدة في ترشيد و تقييم مشروع شبكة التزويد بالمياه

دراسة حالة مؤسسة الجزائرية للمياه وحدة المسيلة

Using linear programming to help rationalize and evaluate the water supply network project

A case study of the Algerian Water Establishment of M'sila Unit

عاشور بدار [1] ، بوتيارة عنتر [2]

[1] جامعة محمد بوضياف بالمسيلة (الجزائر)، Achour.beddar@univ-msila.dz

[2] جامعة محمد بوضياف بالمسيلة (الجزائر)، antar.boutiara@univ-msila.dz

تاريخ الاستلام: 2020/01/09 تاريخ القبول: 2021/05/30 تاريخ النشر: 2021/06/08

الملخص:

يعتبر الماء عنصر مهم في حياة الانسان والذي لا يمكن الاستغناء عنه إطلاقا، إذ يدخل في جميع مناحي الحياة اليومية للإنسان، والتزود به و توفيره أصبح من متطلبات الحياة العصرية الحديثة للمجتمعات الحديثة، كما أن عملية توفيره من طرف الدولة ليست بالعملية السهلة، ولا يتوقف الأمر على وصوله إلى مكان التوزيع فحسب، بل تبدأ العملية صعوبة في عملية توزيعه وإيصاله للأفراد، فإتباع الاساليب العلمية الرشيدة من شأنه أن يقلل من تكلفة إيصاله ويضمن التوزيع العادل له بين الأفراد أو المتزودين به، من خلال استخدام الأساليب الكمية التي تعمل على ترشيد مختلف القرارات المتعلقة بعملية التوزيع ، والمتمثل في أسلوب البرمجة الخطية كمدخل مهم من مداخل بحوث العمليات، عن طرق مفهوم إشكالية معالجة بواقي التقطيع.

كلمات مفتاحية: مياه الشرب، البرمجة الخطية، ترشيد توزيع المياه

Abstract:

Water is an important element in human life that is indispensable at all, as it enters into all aspects of human daily life, and the supply and provision of it has become a requirement of modern life of modern societies, and the process of providing it by the state is not an easy process, and it does not stop Rational scientific methods will reduce the cost of delivery and ensure equitable distribution among individuals or suppliers, through the use of quantitative methods that rationalize various decisions. The distribution process, which is the linear programming method as an important input to the operations research, is related to the concept of problematic treatment of the shredder residues.

Key words: Drinking water, linear programming, rationalization of water distribution.

المؤلف المرسل: عاشور بدار، **الإيميل:** Achour.beddar@univ-msila.dz

1. مقدمة:

في الآونة الأخيرة أضحت الأساليب الكمية أحد أهم المناهج العلمية الحديثة ومدخلا علميا لاتخاذ القرارات، و خصوصا فيما يتعلق بمختلف أطوار العملية الانتاجية، فمختلف نماذج بحوث العمليات حظيت بقبول واسع النطاق لتطبيقها في مختلف الادارات و المؤسسات الانتاجية، حيث أثبتت كفاءتها في معالجة العديد من المشكلات التي تواجه المديرين، وبطريقة تضمن المعالجة التامة للمشاكل خاصة المتسمة بطابع التعقيد والتكرار، و ما تفرضه الظروف من ضرورة مراعاة التحكم المثالي في عناصر الادارة داخل المؤسسة، وكما و يتوقف هذا على طبيعة النشاط الانتاجي للمؤسسة.

كما تمثل المياه عنصر مهم جدا لحياة الكثير من الكائنات الحية، والتي لا يمكن الاستغناء عنه في كل الظروف، فمنذ القدم سعى الانسان لتوفير هذا العنصر بشكل دائم وصالح للاستعمال، في وقتنا الراهن تسعى جميع الدول لتوفير المياه للأفراد بشكل دائم و بجودة عالية و استمرارية، كشروط أساسية لحياة أفضل.

فعملية الامداد بالمياه تتكفل بها مؤسسات أنشأت لهذا الغرض ، والتي تقوم بإنجاز خزانات مناسبة لهذا الغرض تعمل على تزيد الأفراد بالكميات المناسبة من المياه وبجودة مناسبة، وعملية الانجاز هذه تحتاج لأساليب عليمة من لحظة الدراسة إلى لحظة وصول المياه للأفراد، حيث أن إتباع الأساليب العلمية الكمية يمكن أن يساهم في ترشيد العديد من القرارات و يؤدي إلى نتائج تحاكي الواقع ، فباستخدام أحد الأساليب الكمية كبحوث العمليات وتحديدا البرمجة الخطية ، والتي تساعد على تحديد الحلول المثلى لبعض المشاكل التي تواجه عملية توزيع المياه ، تحت قيود وشروط معينة .

الاشكالية:

من هنا يبرز لنا الإشكال المترجم في التساؤل التالي:

كيف يمكن ترشيد عملية توزيع المياه استنادا إلى الأساليب الكمية (البرمجة الخطية) لغرض الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة ؟

الفرضيات:

في ظل الاشكالية السابقة يمكن أن نضع الفرضية التالية:

يمكن للأساليب الكمية (البرمجة الخطية) أن تساهم بشكل فعال في ترشيد عملية توزيع المياه لغرض الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة .

أهداف البحث :

يسعى البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف أهمها:

-التركيز على أهمية الأساليب الكمية في ترشيد مختلف القرارات، لما لها من آثار على نجاحها.

-تحديد أهم الأدوات والوسائل المساعدة في ترشيد توزيع المياه في ظل الندرة الحادة للمياه.

-تثبيت القناعة لدى أية جهة راغبة بالاستثمار أو الانجاز ، بضرورة إعداد الدراسات الوافية لدى الجهات المتخصصة لإقامة المشاريع المتعلقة بتوزيع المياه.

-عرض النتائج واقتراح التوصيات المناسبة لترشيد توزيع المياه ضمن المؤسسة محل الدراسة.

منهجية البحث :

من أجل الوصول إلى الأهداف المرجوة من البحث تم تقسيمه إلى جزئين ، جزء نظري تم تحليله وفقا لمنهج وصفي تحليلي، احتوى على بعض المفاهيم والأساسيات المتعلقة بالمياه الشروب و أهميتها و كذلك البرمجة الخطية وبعض أساسياتها، و جزء تطبيقي يتمثل في دراسة حالة واقعية إحدى المؤسسات المحلية ومحاولة اقتراح ترشيد و تقييم لأحد مشاريعها المتعلقة بتوزيع المياه.

2. شبكات المياه:

شبكة توزيع المياه عبارة عن مجموعة كبيرة من الأنابيب المتشعبة تبدأ عند طرفها العلوي (طرف المنبع) من خزان تجميع الماء الرئيسي أو محطة التنقية وتنتهي عند طرفها السفلي بنقاط الاستهلاك التي هي وصلات خدمة المشتركين (المستهلكين) في حال شبكات المدن ، أو المناطق الحقلية في حال شبكات الري .

1.2 أسس تصميم شبكات مياه الشرب :

يتطلب تصميم شبكات مياه الشرب توفر المعطيات الأساسية التالية **(إلياس، 1995، صفحة 165)**:

- مواصفات المصدر المائي: (نبع ، نهر ، بئر...) من حيث الغزارة ومواصفات المياه المنقولة (فيزيائية ، كيمائية،....).
- معلومات طبوغرافية عن المنطقة المدروسة ، و الحصول على المخطط التنظيمي إن وجد، و ذلك بغية تحديد طريقة التزويد بالمياه، والضواغط و أماكن وضع الخزانات.
- معلومات إحصائية تبين عدد السكان الحقيقي المستفيدين من الشبكة، و دراسة معدل نمو السكان السنوي، و تحديد متوسط استهلاك الفرد اليومي والسنوي.
- بعد جمع المعلومات الأساسية اللازمة لتصميم شبكة المياه، نحدد المتطلبات الوظيفية (التصريف التصميمي، ديمومة الشبكة وسهولة تنفيذها وصيانتها، الاقتصاد في التصميم والتنفيذ و الاستثمار).

بناءا على المعطيات التصميمة المذكورة يسعى المهندسون إلى تصميم الشبكة بحيث تتوفر فيها الشروط المطلوبة من تأمين التصاريف والضواغط اللازمة و سهولة التنفيذ والصيانة و التكلفة الاقتصادية....إلخ، و ذلك مع مراعاة درجة المشروع و أهميته و المتوفر من رأس المال المخصص لتنفيذه، كما أن الحل النهائي يعتمد على نتائج المقارنة التكنو–اقتصادية للحلول المطروحة.

2.2 أنواع شبكة المياه:

تقسم شبكة المياه إلى نوعين (جورج، 1989، صفحة 270) :

1.2.2 الشبكات المفتوحة: و تستخدم في القرى و المدن الصغيرة و القديمة، قوامها خط رئيسي تتفرع عنه خطوط ثانوية لتغذية نقاط الاستهلاك المختلفة على شكل شجرة، ومن هنا جاءت تسميتها بالشجرية، يتم اعتماد مخطط الشبكة بعد إجراء المقارنة التكنو–اقتصادية للحلول المقترحة، تمتاز الشبكات المفتوحة بانخفاض تكاليفها و سهولة تنفيذها وبساطة حلها هدروليكيا، أما من أهم مساوئها فهو انقطاع المياه عن أجزاء كبيرة من المنطقة المزودة عند تنفيذ أعمال الصيانة أو الاصلاح لأحد خطوطها .

2.2.2 الشبكات الحلقية: تتميز عن سابقتها بمرونتها الاستثمارية من حيث إتاحة الفرصة لأعمال الصيانة و الاصلاح في بعض أجزائها ، إذ لا تنقطع المياه عن الأجزاء الأخرى بسبب إمكانية تحويل التصاريف بين أجزاء الشبكة، كما تتميز الشبكات المغلقة بقدرتها على تلبية حاجات الطوارئ، إذ يمكن أن يرد الماء إلى موقع الطوارئ من عدة نقاط في الشبكة.

3.2 مكونات شبكة توزيع المياه: في معظم الأحيان نجد أن شبكة توزيع المياه تحتوي على الأجزاء التالية (معلا، 1990، صفحة 56):

- محطة معالجة.
- محطة ضخ أو مضخات.
- خزانات علوية أو أرضية.
- خطوط التغذية الرئيسية، تنتقل المياه بكميات كبيرة من محطات الضخ أو الخزانات إلى أجزاء معينة من المنطقة المراد إنشاء الشبكة فيها.
- خطوط التغذية الفرعية، تنقل المياه من خطوط التغذية الرئيسية إلى جميع أنحاء المدينة.
- خطوط التوزيع الصغيرة، تنقل المياه من الخطوط الفرعية إلى المستخدمين.
- صمامات، تقوم بتعديل الضغط حسب الحاجة أو لإيقاف المياه.

تهدف شبكة توزيع المياه في المدينة إلى نقل المياه الصالحة للشرب من خزان التجميع أو محطة التنقية وتوزيعها في المدينة تحت ضغط كافي لاستخدامها في الأغراض المختلفة ، وتصمم الشبكة بحيث توفر كميات كافية من المياه في حالات الاستخدام العادية وفي الحالات الاستثنائية الطارئة كحدوث حريق أو أكثر في المدينة على سبيل المثال ، كما يجب أن تحقق الشبكة متطلبات الاستهلاك اليومية والموسمية (الشندولي و زهراء رجاء رسول العزاوي، 2009، صفحة 45).

4.2.إدارة الطلب على مياه الشرب : يقصد بإدارة الطلب على مياه الشرب تأمين مياه الشرب بنوعية جيدة للمستهلك ، و بأقل ما يمكن من الفواقد في الشبكة، آخذين في الحسبان تحقيق التوازن بين الاستهلاك و المتاح من هذه المياه (Beswas, 2002, p. 143).

أما سبل إدارة الطلب على مياه الشرب فيمكن أن يتم باستخدام :

1.4.2. الوسائل غير الاقتصادية: وتتمثل في (Zotler, 2001, p. 76):

- تخفيف الفواقد في شبكات المياه.
- الترشيد في استخدام المياه عن طريق حملات التوعية.
- تنظيم الأسرة عن طريق خفض معدلات النمو السكاني.

2.4.2. الوسائل الاقتصادية: وتتمثل في :

– استرداد تكلفة تشغيل المشاريع وصيانتها.

– استخدام سياسة الشرائح التصاعدية للاستهلاكات الكبيرة (Zotler, 2001, p. 77).

– الأسواق والخصخصة: يرى العديدون أن السعر العادل للمياه هو السعر الذي يحدده السوق شريطة أن تكون السوق خالية من أي ممارسات غير عادلة، أما الخصخصة فإنه الأسلوب الأكثر نجاحا في العالم وهو أن تبقى المياه ملكا للدولة ، في حين يسمح للقطاع الخاص بتقديم خدمات المياه، وتحتفظ الحكومة بحق تنظيم قطاع المياه لضمان الحصول بشكل عادل و التأكد من الحفاظ على مستويات الجودة (أبوشخ، 2015، صفحة 332).

5.2. قواعد مهمة في تصميم خطوط و شبكات المياه :

تستخدم طريقة القطاعات عادة لبساطتها ، إلا إنها كطريقة تقديرية يمكن الاعتماد عليها في مراحل التصميمات الابتدائية ، ثم يتبعها طرق أكثر دقة وفي جميع الطرق المتبعة في التصميم يمكن الاستعانة بأسس التصميم الآتية:

1–أن يكون أساس التصميم يخدم شبكة فترة زمنية تقارب العمر الافتراضي للمواسير وعلى أساس ذلك يتم حساب التصريف التصميمي، وعادة تخدم الشبكة مدة لا تقل عن 40 سنة.

2– يكون الفاقد في الضغط نتيجة الاحتكاك في حدود(2–3) في الألف على أساس ان سعة المياه في المواسير حوالي (80–120) سنتمتر على الثانية في المتوسط في حالة سريان التصرف التصميمي في المواسير (العدوي، 2008، صفحة 70).

3– يمكن زيادة 10% من أطوال المواسير شبكة التوزيع مقابل الفاقد في الضغط في محابس المياه والقطع الخاصة.

4– لا تزيد المسافة بين الخطوط عن 1000 متر.

5– الخطوط الفرعية تكون بقطر 150 ملم إذا كانت المسافة بينهما لا تزيد عن 180متر و إذا زادت المسافة بينهما عن 180 تكون الخطوط الفرعية بقطر 200 ملم بالنسبة للخطوط.

6–في المناطق التجارية لا يقل قطر المواسير الفرعية عن 200ملم بالنسبة للخطوط المتصلة و تكون بقطر 300 ملم في الشوارع والخطوط الطولية.

7–لا تزيد المسافة بين المحابس عن 400متر و تكون حوالي 150متر على الخطوط الرئيسة في الأحياء التجارية، و تكون حوالي 240متر على الخطوط الفرعية الأخرى.

8- يكون تصرف حنفية الحريق حوالي متر مكعب في الدقيقة، و يركب صمام الحريق على وصلة متفرعة من مواسير شبكة التوزيع و مركب على هذا الفرع محبس قفل لحنفية الحريق بحيث يمكن تركيب خرطوم أو أكثر على نفس الحنفية (زينو، 2005، صفحة 11).

3. البرمجة الخطية وترشيد و تقييم مشروع شبكة التزويد بالمياه :

3. 1. أوليات في البرمجة الخطية

يقصد بالبرامج الخطية أن يكون هناك تصور خطي لمختلف العلاقات بين متغيرات البرنامج ، أي أن العلاقة بين المتغيرات فيما بينها و الجوانب المشكلة للطرف الثاني من المعادلات أو المتراجحات تكون مرتبطة خطيا ، على العكس من ذلك فيما يعرف بالبرمجة غير الخطية و التي تكون فيها مختلف العلاقات غير خطية (علي، 1982، صفحة 66).

برز هذا الأسلوب إلى ارض الواقع منذ الحرب العالمية الثانية حيث اعتمدت مختلف الأساليب الرياضية المعتمدة على مبدأ الأمثلية (مصطلح سيتم توضيحه فيما بعد) و أخذت بعدا ميدانيا على أرض و ساحات الحرب ، مظهرة بذلك كفاءة عالية في التطبيق الواقعي ، و أخذ امتدادها بعدا كبير لدى المؤسسة الاقتصادية فيما بعد حيث أمكن تطبيقها من إظهار نتائج مقنعة على مستوى المؤسسات الاقتصادية وخاصة الإنتاجية منها معتمدة على الأساليب الرياضية وتطورات البحث العلمي في مجال الرياضيات و الاقتصاد وتكامل العلمين معا، وقبل الشروع في أي تطبيق لمسائل البرمجة الخطية يجب مراعاة مجموعة من الشروط قبل التطبيق منها (عادل، 1982، صفحة 158):

1.1.3 إمكانية التعبير الرياضي عن متغيرات المسألة: أي يمكن أن نعبر على متغيرات المسألة بوحدات رقمية يمكن أن تجرى عليها جميع العمليات الحسابية كأخذ وحدات بالكلغ أو المتر أو اللتر أو...، المهم يمكن أن تقاس ويمكن التعبير عنها عدديا.

2.1.3 وجود علاقة خطية بين المتغيرات في المسألة : أي أن المتغيرات القرارية لا يمكن أن تظهر على شكل أس أو أساس في البرنامج الخطي و إنما بشكل (من الدرجة الأولى).

3.1.3 وجود عامل الندرة من أجل إمكانية تقييد المتاحات : فبعدم وجود عامل الندرة لا يمكن أن يكون هناك أمامنا قيود أي أننا لسنا مقيدين ويمكن العمل دون أي شروط لأن هناك وفرة في الموارد ولا داعي للتقيد.

4.1.3 وجود هدف نهائي وحيد : أي أن الهدف من البرنامج لا يعدو عن كونه تعظيما أو تدنية و لا يمكن أن نجد هدفا مزدوجا لبرنامج واحد حيث يعتبر من المستحيل حل مثل هذه البرامج ، و لا بد من وحدانية الهدف، كون أن كل صيغة لدالة الهدف (تعظيم أو تندية) لديها شروط حل موافقة لها .

5.1.3 البعد عن الاحتمال: حيث أن البرامج الخطية بصورتها المبسطة لا تعالج المسائل التي تحتوي على شيء من الاحتمال لذلك يتم صياغة المسألة تحت ظروف يفترض أنها تتسم بالتأكد التام.

2.3 صياغة المسألة: Formulation of Linear Programming Problems

هي عبارة عن تصور عام رياضي للمسألة الاقتصادية ، بحيث نقوم بتحويل المعطيات من شكلها النثري إلى صيغ رياضية يمكن التعامل معها بأساليب رياضية ، لغرض البرمجة مع تحري البساطة في ذلك، من أجل سهولة الحصول على حلول منطقية ومقبولة من الناحية الاقتصادية ، فقد يمكن أن نحصل على حل رياضي للمسالة لكنه غير مجدي من الناحية الاقتصادية فقد يكون هذا راجع إلى الصياغة الأولية للمسألة ، لذلك يجب مراعاة الجانب الاقتصادي وبشكل كبير عند صياغة المسألة (حسين، 1984، صفحة 166).

3.3 عناصر البرنامج الخطي:

عند صياغة أي مسألة برمجة خطية يجب استخراج العناصر التالية:

1.3.3 دالة الهدف: objective function

يمكن أن تأخذ دالة الهدف احد الصيغتين : تعظيم :Max أو تدنية : Min و لا يمكن أن نجد كلى الصيغتين في برنامج واحد كما تم توضيحه سالفا ، لا بد من تحديد دالة الهدف لأي برنامج خطي و الذي من خلاله نسعى إلى تحقيق القيمة المثلى لهذه الدالة بحيث (مرعي، 2004، صفحة 66):

– في حالة التعظيمmaximization : نعمل في هذه الحالة على تعظيم قيمة دالة الهدف ، و تعطى هذه الصيغة نثريا إما عن طريق إعطاء قيم أرباح المنتوجات أو أسعار بيعها أو هوامش ربحيتها (الهامش على التكاليف المتغيرة) أو تعطى عبارة التعظيم مباشرة ، فتأخذ المتغيرات القرارية (المنتوجات مثلا) في دالة الهدف وتوضع أمامها قيم الأرباح أو الأسعار أو الهوامش أو المقدار المعطى للتعظيم .

– في حالة التدنية minimization: نعمل في هذه الحالة على تدنية قيمة دالة الهدف ، و تعطى هذه الصيغة نثريا إما عن طريق إعطاء قيم تكاليف المنتوجات الكلية أو تكاليفها المتغيرة ،أو تعطى عبارة التدنية (التخفيض) مباشرة ، فتأخذ المتغيرات القرارية (المنتوجات) في دالة الهدف وتوضع أمامها قيم التكاليف أو التكاليف المتغيرة أو المقدار المعطى للتخفيض .

2.3.3 القيود: constraint

1.2.3.3 أنواع القيود:

في أي برنامج خطي يجب التمييز بين ثلاثة أنواع من القيود (حسين و آخرون، 1999، صفحة 87):

– قيود إنتاجية: وهي التي تتعلق بعناصر العملية الإنتاجية مثل الآلات، العمال، الطاقة..، حيث أنها تمثل عنصر أساسي في العملية الإنتاجية ولا يجب تجاهله أثناء عملية التقييد مع مراعاة عامل الندرة.

– قيود غير إنتاجية : تتمثل في العناصر المقيدة والتي لا تدخل ضمن عناصر العملية الإنتاجية لكن يمكن أن تقيد العملية الإنتاجية ، مثل الطاقة الاستيعابية للمخازن أو حجم الطلب المتوقع المنتوجات في السوق أو ...، لا تمثل هذه القيود أحد عناصر العملية الإنتاجية لكن لا يجب تجاهلها عند صياغة البرنامج الخطي وهذا كامتداد للجدوى الاقتصادية للبرنامج الخطي.

– قيود عدم السلبية non negativity: هذه القيود تمثل امتداد للجدوى الاقتصادية للبرنامج الخطي ، أي أن النتائج التي نحصل عليها من الحل النهائي للبرنامج الخطي لا يجب أن تكون سالبة.

2.2.3.3 محتويات القيود:

أما محتويات القيود فتتمثل فيما يلي (بلال، 2005، صفحة 47):

– معاملات المتغيرات في القيود: وهو مقدار ما تحتاج إليه الوحدة من المورد ، أو عائد الوحدة من المورد ، أو حسب الصيغة المعطاة للاستعمالات من القيد، تظهر هذه المعاملات أمام المتغيرات في القيود كمقدار للاستعمال في الطرف الأول من المتراجحة .

– المقدار المتاح من المورد: و هو الكمية المعطاة من المورد كساعات عمل عمال، ساعات عمل للآلات،أو كمية من المادة الأولية...،فتظهر في الطرف الثاني من المتراجحة.

- المتراجحات : متراجحات القيود والتي تمثل تقييدا للمتاح يمكن أن نورد مختلف أشكالها في الجدول التالي (بغض النظر عن طبيعة الهدف من البرنامج):

الجدول 1: الحالات العامة للقيود

شكل المتراجحة	العبارات الموافقة
$\leq$	**لا يقل عن ، كحد أدنى ، المتاح ، المتوفر ، بإمكان توفير ، ....إلخ.**
$=$	**يساوي تماما ، تماما ، مضبوط بـ ، عند مستوى ، محدد بـ ،...إلخ.**
$\geq$	**أقل من ، لا يزيد عن ، كحد أقصى ، لا يمكن توفير أقل من ، ...إلخ.**

المصدر: مشرقي حسن علي،1997، ص 56.

ملاحظة: يجب وضع رقم للقيد بحسب الترتيب الذي يوضع فيه وهذا لأغراض عديدة، باستثناء قيود عدم السلبية والتي لا ترقم.

4.3 حل مسألة البرمجة الخطية:

بعد صياغة المسألة وتحويلها من شكلها النثري إلى شكل رياضي (قابل للمعالجة الرياضية)، يمكن أن البحث عن حل للبرنامج الخطي المتوصل إليه ، نظريا يتاح أمامنا طريقتين : طريقة بيانية و أخرى رياضية (و التي بدورها تنقسم إلى شكلين أو صنفين)، إذ يمكن كل المسائل التي تحل بيانيا يمكن أن تحل رياضيا، بينما المسائل التي تحل رياضيا يمكن في بعض الحالات أن تحل بيانيا، ويرجع هذا إلى عدد المتغيرات المأخوذة في النموذج، فإذا كان عدد المتغيرات المأخوذة ثنائيا أو حتى ثلاثيا أمكن حله بيانيا نظرا لإمكانية التمثيل البياني ، أما إذا زاد عدد المتغيرات عن الثلاثة فمن الصعب جدا تمثيله بيانيا وحله ، لذلك يلجأ إلى الطريقة الرياضية في حل البرامج الخطية.

في هذا البحث لسنا بصدد سرد طرق الحل ، والتي تحتاج إلى سرد طويل لا يتسع له هذا البحث، فقط سنتطرق إلى إحدى حالات البرمجة الخطية والتي تعرف بإشكالية التقطيع، أو التعامل مع بواقي عملية التقطيع.

5.3 إشكالية التقطيع problématique de découpage :

1.5.3 وصف أولي لإشكالية التقطيع:

عندما تتوفر لدينا متاحات بكميات (بحجم أو مساحة ما) و نريد الحصول على قطع منها بأحجام مختلفة ، و نريد أن نحصل على أحسن تجزئة للمتاحات بحيث نقلل من البقايا التي تبقى بعد التجزئة ، أي أننا نبحث عن أحسن تجزئة بأقل الفواقد (D.Merunka, 1987, p. 54)، فمثلا لدينا قطع من الخشب بأحجام مختلفة و نريد الحصول منها على قطع بأحجام مختلفة مع تقليل الفواقد (البواقي) من عملية التقطيع هذه ، أو صفائح حديدية و نريد الحصول منها على قطع بأشكال مختلفة مع تقليل البواقي من عملية التقطيع هذه و التي قد تستعمل في عملية إنتاجية أخرى (توربان، 2000، صفحة 66).

2.5.3 الشكل العام :

يتمثل الشكل العام للإشكالية في وجود شيء ما بمساحة أو طول أو حجم معين (A) نريد الحصول منه على مجموعة أشياء Ai، بحيث نضمن التقطيع الجيد للأجزاء مع أقل قدر من البواقي ، بحيث نريد الحصول على (D.Merunka, 1987, p. 58):

- N1 قطعة على الأقل حجمها أو طولها أو عرضها أو... A1.
- N2 قطعة على الأقل حجمها أو طولها أو عرضها أو... A2.
- N3 قطعة على الأقل حجمها أو طولها أو عرضها أو... A3.

إلى غاية Nj قطعة حجمها أو طولها أو عرضها Aj ، فيطرح السؤال التالي ما هو أحسن تقطيع لهذه الأجزاء ، فلغرض الحصول على أحسن تقطيع لهذه الأجزاء سنعمل على تقليل الفواقد من عملية التقطيع ، بحيث نضع الجدول التالي:

الجدول 2 : معطيات حول عملية التقطيع وفقا للفرضيات

الفرضية	1	2	3		m
A1	a11	a12	a13	.....	a1m
A2	a21	a22	a23	.....	a2m
A 3	a31	a32	a33	.....	a3m
	.....	.....	.....	.....	.....
An	an1	an2	an3	.....	a3m
المجموع	(a11+a21+a31+ ...+an1)	.....	.....	.....	.....
البواقي	A–(a11+a21+a31+ ...+an1)	.....	.....	.....	.....

المصدر :

D.Merunka ,1987,p 55.

نحدد دالة الهدف التي تدني البواقي في كل فرضية (طه، 1996، صفحة 154):

$$Min\, c = N1X_1 + N2X_2 + N3X_3 + \ldots + NjX_n$$

في ظل القيود التالية :

$$a11X_1 + a12X_2 + a13X_3 + \ldots + a1m \geq N1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$
$$a21X_1 + a22X_2 + a23X_3 + \ldots + a2m \geq N2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (l)$$
$$an1X_1 + an2X_2 + an3X_3 + \ldots + anm \geq Nm \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$
$$X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n \geq 0$$

ثم نتبع الطرق المتعارف عليها في حل البرامج الخطية للوصول إلى الحل النهائي للبرنامج، حيث سيعطينا حل البرنامج أقل قدر ممكن لدالة الهدف ، أي أقل قدر ممكن للبواقي، مع تحيدي أي الفرضيات يجب الأخذ بها عند التقطيع، لضمان أدنى قدر ممكن للفواقد و أحسن تقطيع للشكل العام على الأجزاء المكونة (مرسي، 2006، صفحة 146).

6.3 دراسة حالة: استخدام البرمجة الخطية في المساعدة في تقييم مشروع تزويد منطقة بالمياه من طرف الجزائرية للمياه وحدة المسيلة

1.6.3 نبذة عن المؤسسة محل الدراسة:

1.1.6.3 التعريف بالمؤسسة العمومية الجزائرية للمياه:

المؤسسة العمومية الجزائرية للمياه ودة المسيلة مرتبطة بمنطقة الادارة الجهوية بالجلفة، التي تنقسم بدورها إلى ثلاثة وحداة لعملية توزيع المياه هي : الجلفة ، الأغواط ، المسيلة، و هذا تنفيذا للقرار الوزاري رقم 241 المؤرخ في 01 أو 2007 و المتعلق بالتنظيم الداخلي للمؤسسة العمومية الجزائرية للمياه.

2.1.6.3 مهام الجزائرية للمياه:

المهمة الرئيسية للوحدة محددة في المواد: 06 ، 07 ، 08 من المرسوم التنفيذي رقم 101، 01 المؤرخ في 21 أفريل 2001، المتضمن إنشاء الجزائرية للمياه ، حيث يمكن تلخيص المهام في ما يلي (معلومات مقدمة من طرف المؤسسة العمومية الجزائرية للمياه بالمسيلة ، أفريل 2019):

- مكلفة بتأمين المياه على كمل تراب الولاية.

– تنفيذ السياسة الوطنية للماء الصالح للشرب عبر وضع نشاطات تسيير عمليات انتاج و نقل ومعالجة و تخزين وتطهير وتوزيع الماء الشروب والماء الموجه للمؤسسات الصناعية، و أيضا تحديد و تطوير البنية التحتية ذات الصلة.

– تأمين توفير المياه للمواطنين في ظل الشروط العالمية المقبولة و توسيع و تسهيل عملية ربط أكبر عدد من المستعملين (المشتركين) للشبكة العمومية للمياه.

– استغلال (تسيير وصيانة) للأنظمة و الأجهزة من أجل انتاج، معالجة ، نقل ، تخزين ، وتوزيع الماء الشروب و الماء الموجه للمؤسسات الصناعية.

– السهر على جودة المياه الموزعة.

– تشجيع كل مبادرة من شأنها المحافظة على المياه خاصة من خلال:

– تحسين شبكات النقل والتوزيع .

– مكافحة تبذير المياه و تطوير المعلومات من خلال التكوين والتعليم ، وتوعية المستعملين.

– الدراسة و الاقتراح على السلطة الوصية كل الاجراءات التي تدخل في تسعير المياه.

– تطوير كل المصادر غير المتعاقدة للمياه لتغطية الحاجيات.

–تسيير المشتركين في هذه الخدمة العمومية في اطار تنظيم الخدمة العمومية المتعلقة بـ:

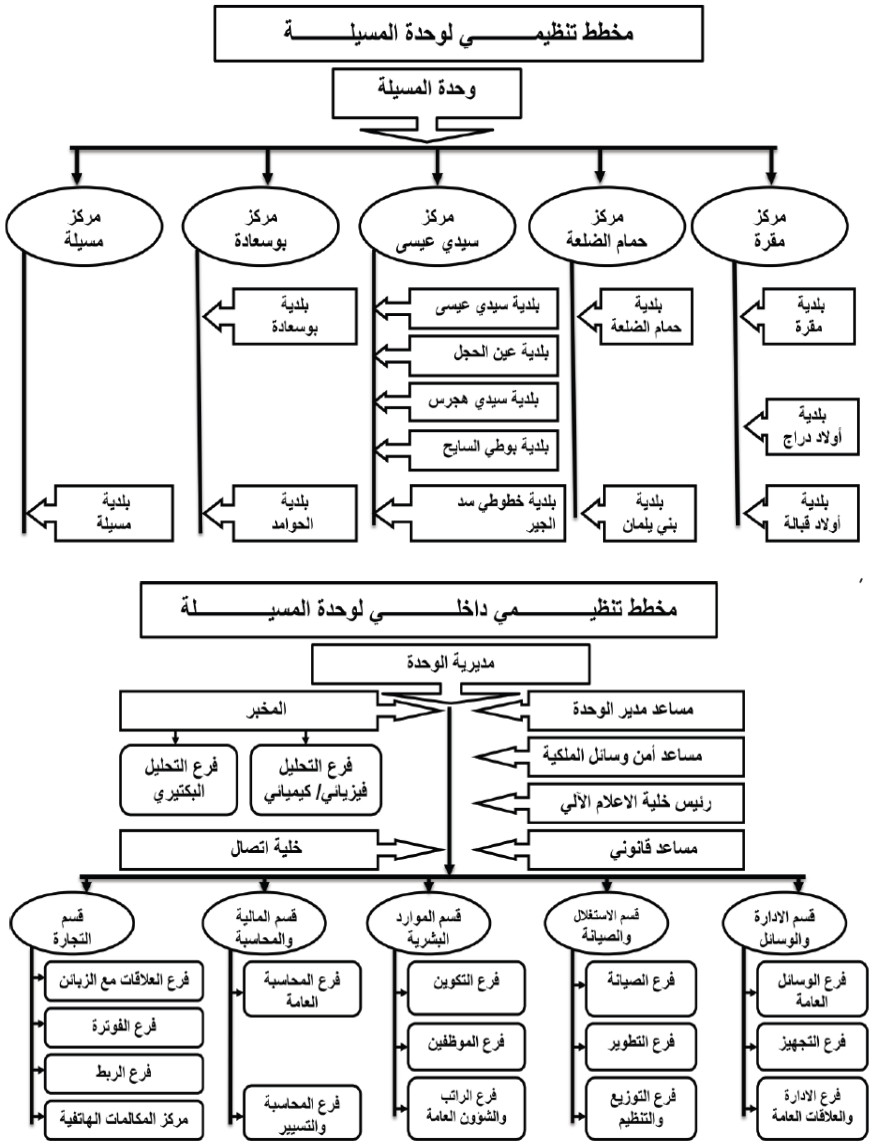
– الاستفادة من المياه لصالحة للشرب المتضمنة المرسوم رقم 08 و 54 المؤرخ في 09 فيفري 2008 المتضمنة دفتر الشروط للوكيل المعتمد لتقديم الخدمة العمومية في مجال الماء الصالح للشرب.

– وضع حيز التنفيذ الوسائل الضرورية لتأمين استغلال التدخل و عمل الاجهزة .

3.1.6.3 الهيكل التنظيمي للمؤسسة:

الشكل الموالي يبين الهيكل التنظيمي للمؤسسة محل الدراسة:

الشكل 1 : الهيكل التنظيمي للجزائرية للمياه



المصدر: الأمانة العامة للوحدة

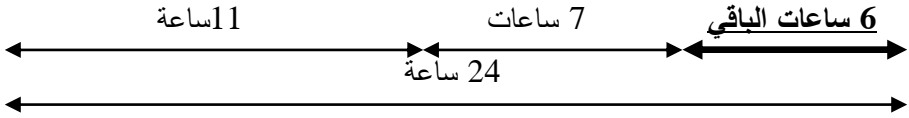
2.6.3 استخدام البرمجة الخطية في عملية توزيع المياه:

تريد المؤسسة تزويد إحدى المناطق بالمياه حيث يمكن للخزان المنجز و بعد ملأه أن يكفي لتدفق (يومي) قدره :

- 5 منطقتين لمدة 7 ساعات على الأقل.
- 3 مناطق لمدة 9 ساعات على الأقل.
- 2 مناطق لمدة 11 ساعة على الأقل.

يمكن للخزان أن يوفر ما مقداره 24 ساعة من المياه يوميا، كما يمكن أن يعمل لمدة 6 أيام أسبوعيا، يتمثل الاشكال في: كيف يتم التوزيع اليومي للمياه لغرض الاستغلال الامثل لمياه الخزان.

مثلا إذا أخذنا أنبوب واحد بسعة 110 ملم لمدة 7 ساعات و أنبوب بسعة 70 ملم لمدة 11 ساعة سيبقى في الخزان ما مقداره (24−(11+7))= 6 ساعات يوميا ستبقى غير مستغل في الخزان، يمكن أن نعبر عن ذلك كما يلي :



يمكن أن نضع الجدول التالي الملخص لجميع الفرضيات:

الجدول 3: معطيات حول تخصيص ساعات المياه

الفرضية	1	2	3	4	5
7 سا	2	0	0	0	1
9 سا	1	0	1	2	0
11 سا	0	2	1	0	1
المجموع (سا)	23 =9+(7+7)	22	20	18	18
اليومي (سا)	24	24	24	24	24
البواقي (سا)	**1**	**2**	**4**	**6**	**6**

المصدر: من إعداد الباحثين

نحدد دالة الهدف التي تدني البواقي في كل فرضية : $Minc = 1X_1 + 2X_2 + 4X_3 + 6X_4 + 6X_5$

في ظل القيود التالية :

$$1X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 + 1X_5 \geq 5 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$
$$1X_1 + 0X_2 + 1X_3 + 2X_4 + 0X_5 \geq 3 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$
$$0X_1 + 2X_2 + 1X_3 + 0X_4 + 1X_5 \geq 2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$
$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0$$

الشكل النهائي للبرنامج الخطي :

$$Min\, c = 1X_1 + 2X_2 + 4X_3 + 6X_4 + 6X_5$$

$$ST:$$

$$X_1 + X_5 \geq 5 \quad \ldots\ldots(1)$$

$$X_1 + X_3 + 2X_4 \geq 3 \quad \ldots\ldots(2)$$

$$2X_2 + X_3 + X_5 \geq 2 \quad \ldots\ldots(3)$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0$$

بحل البرنامج الخطي نجد : $X_1=5, X_2=1, X_3=0, X_4=0, X_5=0, C=7$

سيكون الفاقد مقداره 7 ساعات أسبوعيا ،بحيث : $X_1=5$ أي سنأخذ : (7 ساعات مرتين و 9 ساعات مرة واحدة) 5 مرات أسبوعيا و $X_2=1$ أي سنأخذ : (11 ساعة مرتين) مرة واحدة أسبوعيا.

أي أننا سنأخذ: 2x7= 14+9=23 ساعة لمدة 5 أيام و ويتبقى 24−23=1 ساعة x 5أيام= 5 ساعات متبقية في الخزان.

و سنأخذ: 2x11= 22 ساعة لمدة يوم واحد و ويتبقى 24−22=2 ساعة x 1يوم= 2 ساعة متبقية في الخزان.

ليكون الحجم الاجمالي المتبقى في الخزان ما مقداره 5+2= 7 ساعات متفرقة على 6 أيام، ويمكن ان يكون توزيع المياه كما يلي: لمدة ثلاثة أيام بالفرضية الأولى ثم الفرضية الثانية لمدة يوم ثم الفرضية الأولى لمدة يومين على مدار ستة أيام أسبوعيا.

وبهذا يمكن أن نضم الاستغلال الأمثل لمياه الخزان، والتوزيع بشكل منتظم حتى لا ينضب مستوي المياه، وتدنية ما يتبقى في الخزان إلى أدنى مستوى ممكن، وهذا ضمانا لعملية ترشيد توزيع المياه على المناطق التي هي في حاجة للتزويد بالمياه، في ضل ما هو متاح و ما هو مفروض من ظروف.

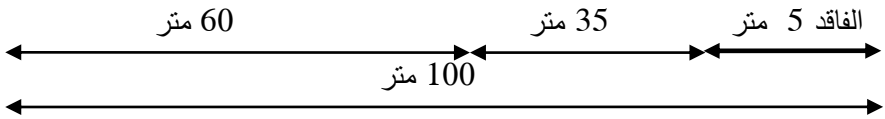
3.6.3 استخدام البرمجة الخطية في تزويد المناطق بالمياه :

كما تريد المؤسسة تزويد المناطق بالأنابيب الموصلة للمياه ، طول الانبوب ملفوفا عند شراءه 100 متر ، بالنسبة للسعة 110 ملم ولديها:

- 5 مناطق على الأقل بأنبوب طوله 60 متر.
- 3 مناطق على الأقل بأنبوب طوله 45 متر.
- 2 مناطق على الأقل بأنبوب طوله 35 متر.

يتمثل الاشكال في كم هو عدد الانابيب الملفوفة (ذات 100 متر) التي سيتم شراءها لنحصل على أقل فواقد في التقطيع في ضل الشروط السابقة.

مثلا إذا أخذنا أنبوب واحد طوله 60 متر و أنبوب بسعة 35 متر سيبقى 5 متر فاقد من انبوب 100 متر، يمكن التعبير عن هذه الفرضية كما يلي :



يمكن أن نضع الجدول التالي الملخص لجميع الفرضيات:

الجدول 1: معطيات حول عملية التقطيع

الفرضية	1	2	3	4
60 متر	1	0	0	0
45 متر	0	2	1	0
35 متر	1	0	1	2
المجموع (متر)	95 =(35+60)	90	80	70
الطول المتوفر (متر)	100	100	100	100
البواقي (متر)	**5**	**10**	**20**	**30**

المصدر: من إعداد الباحثين

الفرضية الأولى: نأخذ قطعة بـ:60 متر زائد قطعة بـ:35 متر سيبقى من 100 متر :5 متر وهكذا، نعبر عن كل فرضية من الفرضيات السابقة بمتغير نريد تحديد قيمته.

نحدد دالة الهدف التي تدني البواقي في كل فرضية :

$$Minc = 5X_1 + 10X_2 + 20X_3 + 30X_4$$

في ظل القيود التالية :

$$1X_1 + 0X_2 + 0X_3 + 0X_4 \geq 5 \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$
$$0X_1 + 2X_2 + 1X_3 + 0X_4 \geq 3 \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$
$$1X_1 + 0X_2 + 1X_3 + 2X_4 \geq 2 \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$
$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

الشكل النهائي للبرنامج الخطي :

$$Min\, c = 5X_1 + 10X_2 + 20X_3 + 30X_4$$

$$ST:$$

$$X_1 \geq 5 \quad \ldots\ldots(1)$$

$$2X_2 + X_3 \geq 3 \quad \ldots\ldots(2)$$

$$X_1 + X_3 + 2X_4 \geq 2 \quad \ldots\ldots(3)$$

$$X_1, X_2, X_3, X_4 \geq 0$$

بحل البرنامج الخطي نجد : $X_1 = 5, X_2 = 1{,}5, X_3 = 0, X_4 = 0, C = 40$

سيكون لدينا فاقد في القطع بـ: 80 متر ،بحيث : $X_1 = 5$ أي سنأخذ : 5 بأنابيب (ذات 60 متر و 35 متر) و $X_2 = 1{,}5$ و واحد و نصف أنابيب ذات (45 متر مرتين).

أي أننا سنأخذ: 5 ملفوفات أنابيب ذات 100 متر لنأخذ منها: 60 متر و 35 متر وتبقى في كل مرة 5 أمتار x 5= 25 متر كفاقد.

و سنأخذ: 1,5 ملفوفات أنابيب ذات 100 متر لنأخذ منها: 45 متر مرتين وتبقى في كل مرة 10 أمتار x 1,5= 15 متر كفاقد.

ليكون مجموع الفواقد: 25+15= 40 متر.

وبهذا يمكن أن نحصل على أدنى قيم للبواقي من ملفوفات الأنابيب ذات مئة متر التي سيتم اقتناءها ، لضمان توزيع المياه على المناطق و بأدنى تكلفة ممكنة للأنابيب، لغرض ترشيد عملية توزيع المياه على المناطق التي تحتاج تزويدا بالمياه.

4. تحليل النتائج:

بما أن المياه مصدر للحياة وقلتها أو انعدامها يهدد حياة الأفراد و ممتلكاتهم، لذا توجب الحفاظ عليها و العمل على ترشيد استغلالها، فاستخدام مختلف الوسائل من أجل ترشيد استغلالها أصبح ضرورة ملحة في الوقت الراهن، فاستخدام الأساليب العلمية في إدارة توزيع المياه وعلى رأسها بحوث العمليات والتي تعتبر من أهم الأساليب الكمية التي تساعد في ترشيد الكثير من القرارات التي تتطلب حنكة عالية عند اتخاذها.

فالبرمجة الخطية من أهم مداخل بحوث العمليات المتعددة، والتي يمكن أن تستخدم في ترشيد قرار توزيع المياه على المناطق المختلفة التي تخضع لمجال عمل المؤسسة الجزائرية للمياه، فاستخدامها يسمح بالتخصيص الجيد للموارد المائية المتاحة للمؤسسة، و التوزيع العادل والمنتظم للمياه على المناطق، كما يمكن أن تستخدم في مد الأنابيب للمناطق

على حسب المسافات المختلقة وبطريقة تضمن أقل التكاليف و أقل الفواقد من عملية اقتناء الأنابيب أو توصيل المياه للأفراد.

إن استخدام البرمجة الخطية في التعامل مع العديد من المشاكل التي تواجه إدارة مؤسسة الجزائرية للمياه من شأنه أن يساهم في إيجاد حلول مثلى لهذه المشاكل، وبطريقة فعالة و ذات نتائج مرضية على أرض الواقع، وهو ما يثبت صحة الفرضية الموضوعة أي أنه يمكن الاستناد للأساليب الكمية (البرمجة الخطية) و بشكل فعال في ترشيد عملية توزيع المياه لغرض الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة.

5. خاتمة:

تفيد الكثير من النماذج الكمية في ترشيد الكثير من القرارات الإدارية، في مختلف الوظائف الادارية و في مختلف المؤسسات، حيث ان الكثير من الوظائف التي يمكن أن تستند و بشكل واسع على الأساليب الكمية لما تتيحه من إيجابيات وفعالية في الادارة والتسيير ، و التي بها الكثير من المشاكل والعراقيل التي تحتاج إلى تحليل كمي يمكن ان يساهم في إيجاد حلول ممكنة لمثل هذه المشاكل و العراقيل.

تبرز في بعض المؤسسات الإنتاجية منها خاصة إشكالية التقطيع أو مشكل البحث عن الطرق الممكنة لعملية التقطيع والتي من خلالها نضمن تدنية تكلفة الفواقد أو البواقي إلى أدنى حد ممكن، حيث تعتبر الفواقد تكلفة تتحملها المؤسسة يجب تدنيتها قدر الامكان و التعامل معها بكل كفاءة .

فالتعامل مع بعض المسائل التي تطرأ على الحياة اليومية للكثير من الادارات و نمذجتها على أنها مسألة تقطيع يمكن أن يساهم في ترشيد القرارات المتعلقة بذلك ، لغرض تدنية الفاقد من المتاحات مثل الساعات أو الأمتار أو الحجم أو....إلخ، فعند إقامة أي مشروع تزويد منطقة ما بالمياه للشرب يمكن الاستعانة بهذا المدخل في التعامل مع المعطيات التي يطرحها هذا المشروع عند الانطلاق في إنجازه.

فمثلا طريقة توزيع الساعات الممونة بالمياه للمناطق أو طريقة توصيل أنابيب المياه للمناطق وغيرها يمكن أن تعامل على أساس أنها إشكالية تقطيع، يمكن صبها في قالب كمي يمكن التعامل معه بالأدوات والأساليب الرياضية المساعدة في الوصول إلى قرار رشيد فيما يتعلق بالتوزيع توزيع المياه على الأفراد بطريقة علمية رشيدة.

فبإتباع الأساليب العلمية الرشيدة يمكن أن نتوصل إلى تسيير أمثل لمختلف الوظائف و التي من أبرزها وظيفة الإنتاج، و التي تعتبر الركيزة الأساسية التي تقوم عليها مختلف الوظائف الأخرى في المؤسسة، فتحسين أداء هذه الوظيفة و محاولة الضغط دائما على تكاليفها من شأنه أن يعزز القدرة التنافسية للمؤسسة و الحذو بها نحو الريادة.

الاقتراحات:

- إتباع الأساليب العلمية الرشيدة للوصول إلى تسيير أمثل لمختلف الوظائف و الادارات، والتي بها العديد من المشاكل والعراقيل التي تحتاج إلى مناهج علمية في التعامل معها.
- الاستعانة بالجهات المختصة للقيام بدراسة الجدوى للمشاريع المتعلقة بتوزيع المياه لضمان عدم هدر الموارد والطاقات النادرة والتي تحتاج إلى رشادة في الاستعمال.
- ترشيد توزيع المياه عن طريق استخدام الأساليب و المناهج الكمية الحديثة في إدارة المؤسسات التي تعنى بتوزيع المياه على الأفراد لضمان التسيير الأمثل لها.
- القيام بحملات توعوية وتحسيسية بأهمية المياه في الحياة لاحد من ظاهرة تبذيرها.
- معالجة مختلف المشاكل المتعلقة بتسربات المياه وما ينجر عنها من فواقد وتبذير للمياه و كذلك من أمراض و أوبئة تصاحب تلك التسربات وتراكماتها.
- القيام بدورات تكوينية لمختلف الاطارات العاملة بالمؤسسات للتعرف على مستجدات الأساليب الكمية في الادارة لغرض مواكبة المؤسسات العالمية و ما يطرأ بها من أساليب تسيير حديثة.

6. قائمة المراجع:

قائمة المراجع بالعربية:

- الهاشمي عبد الله الشندولي، و زهراء رجاء رسول العزاوي. طرق رياضية لتحليل شبكات المياه. مجلة السائل، عدد21، 2009.
- أمجد زينوو ، إدارة الطلب على مياه الشرب "دراسة تجريبية حقلية لإحدى الشبكات لضبط المياه غير المرصودة (الفواقد)"، مجلة دمشق للعلوم، العدد الثاني، المجلد الحادي والعشرون،سوريا:(تشرين الثاني, 2005).
- إيغرام توربان، نظم دعم الادارة، الرياض، دار المريخ للنشر،2000.
- حمدي طه، مقدمة في بحوث العمليات، الاسكندرية:المكتب الجامعي الحديث،1996.

-حمدي فؤاد علي، الاتجاهات الحديثة في الادارة (البرمجة الخطية)، بيروت: دار النهضة العربية للطباعة والنشر،1982.

-داغر جورج، الهندسة البيئية 1، سوريا: منشورات جامعة حلب،1989.

-رجب عادل، بحوث العمليات، سوريا: منشورات جامعة حلب،1982.

-رشيق رفيق مرعي، مقدمة في بحوث العمليات، الأردن: دار وائل للنشر،بدون سنة النشر.

-عطى غنيم حسين، مقدمة في بحوث العمليات، القاهرة:الدار الجامعية،1984،2004.

-علي حسين و آخرون، بحوث العمليات وتطبيقاتها في المنشأة، الأردن: المكتبة الوطنية،1999.

-ماجد أبوشخ، إدارة شبكة توزيع المياه التي تصلها المياه بشكل متقطع باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة جامعة الأنبار للعلوم الانسانية، العدد الثاني ، المجلد الثاني، كانون الأول، 2015.

-محمد إسماعيل بلال، استخدام الأساليب الكمية ي صنع القرار، الاسكندرية: دار الجامعية الجديدة، 2005.

-محمد صادق العدوي، هندسة الامداد بالمياه – هندسة صحية (1)، الاسكندرية: جامعة القاهرة،2008.

-ميخائيل إلياس، الهندسة البيئية، العراق: منشورات جامعة البعث،1995.

-نبيل محمد مرسي، الأساليب الكمية في الادارة، الاسكندرية: المكتب الجامعي الحديث، 2006.

-وائل معلا، شبكات توزيع المياه. مجلة دمشق، العدد21، المجلد 6،1990.

المراجع باللغة الأجنبية:

1. Beswas, K. *water management in islam.*IDRS, 2002.
2. D.Merunka. *la prise de désision en management.* Paris: Vuibert Edtion, 1987.
3. Zotler, K. *Privatization in water sector*. Jordan: Jordan Edition,2001.