المجلد 21/العدد 2 / ديسمبر 2025 دفاتر MECAS

دراسة الأهداف الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية للتنمية المستدامة للموارد المائية:

دراسة حالة الجزائر افاق 2030

Studying Economics, Social, and Environmental Objectives of Sustainable Development of Water Resources: Case Study Algeria for the Perspective of 2030

عدة خير الدين سليم

دكتوراة، أستاذ محاضر "ب"/مخبر الأسواق، التشغيل، التشريع و المحاكاة في الدول المغاربية / جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب

Salim.adda@univ-temouchent.edu.dz

صاري حسون صلاح الدين[1]

دكتوراة، أستاذ محاضر "أ"/مخبر LEPPESE / المركز الجامعي مغنية

s.sarihassoun@cu-maghnia.dz

قُدم للنشر في: 01-10-2025، قُبِل للنشر في: 22-10-2025،نشر في: 05-12-2025

الملخص: لتحقيق أهداف التنمية المستدامة المتعلقة بالموارد المائية في الجزائر بحلول عام 2030، تحتاج الجزائر إلى تحقيق التوازن بين الأهداف الاقتصادية، الاجتماعية، والبيئية، وذلك عبر تبني تقنيات مستدامة في إدارة المياه. في هذه الدراسة، قام الباحثين بتطبيق البرمجة بالأهداف المبهمة بإستعمال ثلاث متغيرات القرار وهي كمية المياه المستهلكة في قطاع المحلي (X_1)، كمية المياه المستهلكة في قطاع الصناعي (X_2)، كمية المياه المستهلكة في قطاع الزراعي (X_3)، ثم تم تحديد أربعة أهداف وهي تعظيم كمية المياه الموزعة في كل القطاعات وبهدف أن تلحق قيمتها الى 11009037500 متر مكعب لسنة 2030، تدنية إجمالي تكاليف الإنتاج وبهدف أن تقلص قيمتها الى 615268073000 دج لسنة 2030، تدنية إجمالي تكاليف المحافظة على جودة المياه 263686317000 دج لسنة 2030 وتعظيم عائدات قطاع الموارد المائية وبهدف أن تلحق قيمتها الى 126349692500 دج لسنة 2030. أوضحت النتائج بأن يجب أن تكون كمية المياه المستهلكة مقدرة 3524055000 متر مكعب في قطاع المحلي، 484619000 متر مكعب في قطاع الصناعي، و13191330000 متر مكعب في قطاع الزراعي وتؤكد النتائج أن تعظيم كمية المياه الموزعة للقطاعات ومعظم الأهداف قد تحققت.

الكلمات المفتاحية: الموارد المائية، الجزائر، البرمجة بالأهداف المبهمة

تصنيف JEL: C61, Q25, Q53

[1] المؤلف المراسل

Abstract:
To achieve sustainable development goals related to water resources in Algeria by 2030, Algeria needs to achieve a balance between economic, social, and environmental goals, by implementing sustainable technologies in water management. The researchers applied fuzzy goal programming by using three decision variables: the amount of water consumed in the local sector (X_1), in the industrial sector (X_2), and in the agricultural sector (X_3). Then, four objectives were identified: maximizing the amount of water distributed in all sectors with the aim of bringing its value down to 11,009,037,500 cubic meters (m^3) for the year 2030. Minimizing the total production costs, with the aim of achieving 15,268,073,000 DZD for the year 2030. Minimizing the total costs of maintaining water quality by 263,686,317,000 DZD for the year 2030 and maximizing the revenues of the water resources sector to 126,349,692,500 DZD for the year 2030. The results showed that the amount of water consumed should be estimated at 3,524,055,000 m^3 in the local sector, 484,619,000 m^3 in the industrial sector and 13,191,330,000 m^3 in the agricultural sector. These results confirm that maximizing the amount of water distributed to the sectors and most of the goals has been achieved.
Keywords: Water resource, Algeria, fuzzy goal programming
Jel Classification Codes: C61, Q25, Q53

1 مقدمة:

تعد المياه نعمة خلقها الله تعالى فصدق الله العظيم حين قال "وجعلنا من الماء كل شيء حيا" فالماء يمثل أكثر من ثلثي سطح الأرض (حولي 71% من الأرض) وهو أهم عنصر للحياة، ومثله مثل البترول يلعب الماء دورا هاما في الأزمات الدولية حيث أنه يعتبر من بين الموارد النادرة والغير متساوية من حيث التوزيع (**Alcamo, 2019**). فإن الموارد المائية المحدودة والموزعة بطريقة غير عادلة، زادت الوضعية سوءا خاصة في العقدين الأخيرين بسبب الجفاف والتلوث وسوء التسيير والعشوائية التي صارت طابعا يلقي بظلاله على هذا المورد (**Zhang et al., 2019**) .

إن الظروف الاجتماعية والاقتصادية للجزائر تغيرت تغييرا ملحوظا منذ مطلع القرن الماضي وبداية القرن الحالي بسبب تحسن الظروف المعيشية والتوسع الحضري والتطور الصناعي وإدخال نظام الري عرف نطاقا واسعا، أدى هذا التطور السريع (خاصة النمو الديمغرافي في المناطق الشمالية) إلى توليد ضغط متزايد للاستهلاك على الموارد المائية بمختلف أنواعها وفي مختلف الميادين مما أسفر عنه نشوء طلب على المياه لم يكن موجودا من قبل (**El–Nwsany et al., 2019**). كما أن الجزائر تعاني من الظاهرة التصحر وتمتاز بالمناخ البحر الأبيض المتوسط الذي عرف في الأونة الأخيرة اضطرابات مناخية فيما يتمثل في موجات حرارية وتذبذبات سقوط الأمطار والتي بدورها تؤثر بشكل مباشر وسلبي على ظاهر جيوفيزيائية التي تشكل الموارد المائية. زيادة عم ذلك هناك تباينات جغرافية مائية فيما يخص مستويات استهلاك متفاقمة بين المناطق الشمالية و الجنوبية، و تفاقم مشكلات تلوث المياه سببها التغير المناخي و ازدهار القطاع الصناعي (**Vliet et al., 2019**) ، ولذا يجب بذل مجهود للنهوض بمختلف مصادر المياه للوصول إلى تلبية الاحتياجات من جهة و بالفعالية و الكفاءة المثلى في استخدامها من جهة أخرى.

باعتبار الماء عصب للحياة وشريانها وعنصرا أساسيا للزراعة ومصدرا مهما للصناعة، تمركز هذا المورد عالميا ضمن أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر لآفاق 2030 (**Nguyen et al., 2019**)، ومحليا من خلال وضع مخططات واستراتيجيات سطرتها وزارة الموارد المائية والبيئة بالجزائر، وهذا من أجل الإيفاء بالاحتياجات الحالية والمستقبلية. ومن خلال الوضع الراهن والمطروح الذي تشهده قطاع الموارد المائية فبالإضافة إلى عدم توفير هذا الأخير حسب الكمية والجودة المنشودتين، تطرح الإشكالية الرئيسية لهذه الدراسة على النحو التالي:

ما مدى فعالية السياسة الاقتصادية المسطرة من طرف إدارة الموارد المائية لتوفير وتطوير مصادرها في ظل التنمية المستدامة للموارد المائية في الجزائر؟

تهدف هذه الورقة البحثية إلى تسليط الضوء على إدارة الموارد المائية في الجزائر والاهداف المتباينة لها مقارنة لأهداف التنمية المستدامة أفاق 2030، بالإضافة إلى التطرق لمجموعة من الدراسات السابقة النظرية والتطبيقية المتعلقة بموضوع الدراسة. تتكون هذه الورقة من خمسة أقسام، يتناول القسم الأول المقدمة. في القسم الثاني، يستعرض بإيجاز دراسات متنوعة تبحث وتعالج تسيير الموارد المائية بمختلف أهدافها (الزمان والمكان). ويصف القسم الثالث الدراسة التطبيقية من بيانات ومنهجية البرمجة الرياضية بالأهداف المبهمة. بينما يتناول القسم الرابع النتائج التجريبية الأولية. ويتناول القسم الأخير الخاتمة.

2-الدراسات السابقة :

2-1 الدراسات النظرية:

استعمل **Vliet et al. (2019)** النماذج المقارنة في دراسة مشاكل تحلية الموارد المائية وجودتها إلا أن في هذه الدراسة قام الباحثون بوضع هذا النوع من النماذج لدراسة مشاكل التلوث الناجمة عن المصانع وانعكاساتها على مياه الشرب. كما ركزوا على المناخ الذي يؤثر بدوره على المياه والدروس المكتسبة، وكيفية استعمال المعطيات من النماذج المقارنة لتسهيل تسيير الموارد المائية والحصول على جودة أكبر في المستقبل. أراد **Ezbakhe(2018)** تسليط الضوء على الترابط الموجود بين تلوث المياه والأهداف المسطرة لأفق 2030 وأن العالم الذي يتزايد فيه الطلب على المياه العذبة ومواردها المحدودة من جهة وتلوثها من جهة أخرى يشكلان في نفس الوقت ضغوطات إضافية على إدارة الموارد المائية سواء بشكل مباشر أو غير مباشر، حيث لتلوث المياه تأثيرات ضارة على الموارد الحية، صحة الإنسان وعرقلة الأنشطة الاقتصادية...إلخ. اعتبر **Baattrup–Pedersen et al. (2018)** بأن الحفاظ على المياه النظيفة مورداً أساسياً لجميع النظم الطبيعية والحياة البشرية ذات أولوية سياسية عالية في أوروبا، حيث ينص فكر الاتحاد الأوروبي على أن المياه هي "تراث يجب حمايته والدفاع عنه ". أدرك **Ait–Kadi (2016)** بأن إدراج الهدف المائي في جدول أعمال التنمية للأمم المتحدة (2015) أن المياه هي جوهر جميع جوانب التنمية المستدامة بدلا من كونها ثانوية بالنسبة لقطاعات أخرى، وقد أكد الباحث في بوجود روابط تكافلية للمياه أي أنه لديه قيمة في التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستدامة وبالتالي توفر تنمية الموارد اللازمة للاستثمار في تحسين الأمن المائي والبنية التحتية للمياه وبمختلف مؤسساتها. حلل كلى الباحثين **Mugagga and Nabaasa (2016)** أهمية الموارد المائية في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في أفريقيا وما مدى تأثيرها على جانب التنمية الاقتصادية. استخلصا الباحثين بأن يجب على الدول الأفريقية قيام بحمالات التوعية وتحسيس متخذي القرارات للرفع من فعالية وحفاظا على الموارد المائية وحسن تسييرها خاصة في المناطق الصحراوية وهذا سوف يحدد مستقبل الدول إفريقيا، كما أكد الباحثين أن عندما تتحسن الأوضاع وتتحقق بعض أهداف التنمية المستدامة ستتطور هذه البلدان من الناحية الاقتصادية والاجتماعية.

2-2 الدراسات التطبيقية:

وضعا **Nasiri and Gheidari (2018)** نموذجا متعدد المعايير لدراسة العلاقة ما بين المتغيرات البيئية والمتغيرات الاقتصادية لمنطقة المسبح الكبير نيكاروون بإيران. حيث قام الباحثان بوضع هدفين هما تعظيم الربح الاقتصادي وتدنية التكاليف المتعلقة بعنصر البيئة، كما قاموا باستعمال مجموعة من المتغيرات كالطلب على المياه، تدفق المياه الجارية، جودة المياه، المياه المستعملة في القطاع الصناعي والزراعي والاستعمالات البيئية (النفايات). توصل الباحثان الى نتائج لأربعة سيناريوهات، فنتيجة السيناريو الأول تتمثل في ارتفاع تكاليف المخصصة للمحافظة على البيئة مع تدنية الأرباح الاقتصادية (لم يتم تحقيق الهدفين). أما نتيجة السيناريو الرابع فتدل على تحقيق كلى الهدفين. فيما يخص السيناريو الثاني والثالث فهما أقرب من الواقع حسب الباحثين لأن المعطيات والبيانات المتوفرة أوضحت تحقيق هدف وحيد فقط. قام الباحثون **Xie et al. (2018)** في هذه الدراسة باستخدام أسلوب رياضي متمثل في البرمجة بالأهداف المبهمة الذي يعالج كمية المخصصة من المياه للري والزراعة مثل ندرة المياه المخصصة للزراعة، ضغط الموارد الأرضية والظروف المناخية، كما أوضع الباحثون مجموعة من السيناريوهات خاصة بمنطقة جينينغ (الصين). ومن بين الأهداف المسطرة هي بحث عن تعظيم كل من مساحة المحصول الزراعي، وكمية المياه المخصصة للمحاصيل، ومن ناحية أخرى تدنية كل من تكلفة ضخ المياه

الجوفية والأنهار. وفي الأخير أشارت النتائج إلى أن النموذج له قيمة في دعم تعديل أو تبرير خطط توزيع المياه ري الحالية من أجل تنمية اقتصادية واجتماعية للمنطقة في ظل بيئة عدم اليقين ومع ذلك لا يزال هناك العديد من التحسينات والتطورات، بعد فحص للعديد من السيناريوهات تبين أن توزيع المياه الزراعية يتأثر ببيئة عدم اليقين الذي تم التعبير عنه على أنه عشوائي. تهدف الدراسة **Li et al. (2018)** الى معالجة حالات عدم اليقين والتعقيدات الديناميكية من أجل تحقيق مجموعة متنوعة من الأهداف الاقتصادية والبيئية والإيكولوجية من خلال استخدام نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة. فكانت الأهداف مبنية للمستخدم i خلال الفترة t وهي كما يلي: تدنية تكلفة المياه المخصصة، تدنية المبالغ المخصصة، في حين تم تعظيم توزيع المياه. تشير النتائج بطريقة متعددة المعايير العشوائية المبهمة (MFSP) تمكننا من اتخاذ القرارات لتحديد مخططات توزيع المياه المرغوب فيها، أي عندما تكون المياه المتاحة غير كافية يتم تخفيض المخصصات المياه الزراعية ولكن مع ضمان الحد الأدنى من الخدمات، حيث ينبغي أن يكون تخصيص المياه ذو أولوية قصوى لأن الطلب على المياه في المناطق الحضرية يمكن أن يخلق أكبر فائدة اقتصادية من جهة، وضمان تنمية للقطاع الاجتماعي من جهة أخرى، ومن ناحية الطلب على المياه في المناطق الحضرية عندما لا يتم تلبيته فإن العقوبة الاقتصادية كبيرة وقد تؤدي إلى عدم تناسق المجتمع. قام الباحثون **Zhang et al. (2018)** بوضع نموذج البرمجة متعددة الأهداف غير الخطية محاولا استخدام البرمجة المبهمة بموضوع يتعلق بكيفية تحسين مياه الصرف الصحي وما هو المنتوج الأكثر استهلاكا للمياه والأكثر ربحية في نفس الوقت. توصل الباحثون الى أن استهلاك المحاصيل الزراعية للمياه هي في ماي، جوان وجويلية، وهذا حسب مجموعة من المؤشرات حيث كان المحصول الزراعي للقمح غير فعال لأنه يستهلك كمية كبيرة من المياه كما لديه أكبر تكلفة من بين المحاصيل. قام الباحثون **Zhang et al. (2017)** بمعالجة موضوع دراسة التنبؤ على طلب المياه وكيفية تحسين قنوات توزيع المياه في المناطق الشبه الجافة مستعملا نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة غير خطية (كوب دوغلاس)، امتدت فترة الدراسة ما بين 2006 – 2015 لمنطقة مين كين كونتي بمصانعها الثلاث الكبرى بالصين. تهدف هذه الدراسة إلى تخصيص كمية من المياه لتلبية طلبيات هذه المنطقة ومصانعها، حيث استعمل مجموعة من المتغيرات منها ثلاث متغيرات مخصصة للمصانع المتمثلة في أرباحها وكمية المياه المستعملة لكل مصنع وعنصر رأس المال والاستثمار. وكخلاصة، تبين النتيجة المصنع الأول على أن أرباحه سوف تزداد ب10% مع ثبات كل من كمية المياه المستهلكة وعنصر رأس المال وانبعاثات الغازات. فيما يخص المصنع الثاني عند قدرته في التحكم في انبعاثات الغازات سوف يؤدي إلى رضاه من حيث كمية المياه المطلوبة. أما المصنع الثالث هو الجهة الحساسة من حيث كمية المياه التي تعتبر عنصرا أساسيا لنشاطه حيث يجب عليه معرفة كيفية تسييره لكمية المياه التي بدورها تؤثر في نشاطه الإنتاجي مما ينعكس على كمية الغازات السامة المنبعثة. قام الباحثون **Tan et al. (2017)** في هذه الدراسة بوضع نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة في المجال الفلاحي لرؤية مدى تأثير المياه على المحاصيل الزراعية لمنطقة مينكي كونتي في الصين لفترة ممتدة من 2002 الى غاية 2015. يوجد ثلاث أهداف في هذه الدراسة تعظيم الأرباح البيئية المتمثلة في تعظيم الكمية المنتجة من المحاصيل، تدنية الأهداف الاجتماعية وتدنية استهلاك المياه من طرف أفراد المنطقة. ومن خلال هذه الدراسة تحصلنا على مجموعة من النتائج لمجموعة من السيناريوهات فكان السيناريو التاسع هو الأحسن لأنه يحقق تقريبا كل الأهداف المرجوة، حيث أن المحاصيل التي كانت لديها أكبر عائد هي القطن والمحاصيل الزراعية الأخرى. أيضا هذا النموذج أعطى نتائج جد فعالة حيث عند تطبيق الاستراتيجية الملائمة لهذه المنطقة سوف يكون لدينا أرباح اقتصادية، وبيئية فيما يخص 12.2% كعائد من القطن و188% كعائد من المحاصيل الزراعية. اقترحوا **Ghaleno et al. (2016)** في ورقتهم البحثية نموذج رياضي تحت ظروف عدم اليقين (البرمجة متعددة الأهداف المبهمة)، حيث قاموا الباحثون بمعالجة موضوع ما يسمى بنظام تخصيص وتوزيع مياه الري الأمثل في منطقة مينكين مقاطعة قانسو الصينية نظرا للأوضاع التي شهدتها المنطقة التي تمثلت في الموارد المائية المستنزفة وزيادة الطلب عليها والمنافسة بين مختلف القطاعات (الزراعي، العائلي، السياحي) وعدد السكان وكذلك سوء تسيير قنوات نقل المياه من منطقة إلى أخرى. تتمثل الأهداف هذه الدراسة في تدنية الطلب على المياه الزراعية، تلبية الطلب للقطاع العائلي من حيث استهلاك المياه، وتعظيم أرباح القطاع الزراعي. بعد تشغيل هذا النموذج أعطت نتائج جيدة لكل من ارتفاع الإيرادات وكمية المياه

المنقولة وبنسب معتبرة اللذان يعطيان كمية إنتاج زراعي مثالي، حيث أدت السياسات والخطط الأولية لزيادة تدفق المياه إلى 55% وزيادة كفاءة أنظمة توصيل المياه في منطقة شحانية. كما أظهر تحليل السيناريوهات أنه مع زيادة كفاءة في الري من 35% إلى 55% ارتفع صافي ربح القطاع الزراعي بنحو 50% في حين انخفض استهلاك المياه في القطاع الزراعي ب 6.4%.

3-استعراض الدراسة:

تمحورت الدراسة التطبيقية على المخطط الرئيسي لإدارة الموارد المائية آفاق 2030 حيث يمكن تعريفه على أنه الأداة الرئيسية للتخطيط طويل الأجل على مستوى المناطق الرطبة، حيث يعد العنصر الرئيسي للإدارة المتكاملة للموارد المائية في الجزائر، كما يحتوي على معطيات مهمة تقيم الموارد المائية القابلة للتعبئة واحتياجاتها على أساس الأهداف الإنمائية القصيرة، المتوسطة وطويلة الأجل فضلا على تطرقه لتكاليف الإنتاج والاستثمار لأفاق 2030.

سطرت هذه الأهداف من طرف الدولة وقسمت إلى ثلاث جوانب، حيث أخذ بعين الاعتبار الجانب الاقتصادي لما تساهمه الموارد المائية في خلق ثروة والنهوض بالاقتصاد المحلي، الجانب الاجتماعي لتخفيض من نسبة البطالة من جهة وتلبية احتياجات الأفراد من جهة أخرى، والجانب البيئي باعتباره أحد عوامل جودة المياه والذي يحث على المحافظة عليها من أجل الأجيال القادمة.

جدول 1. متغيرات القرار لهذه الدراسة

متغيرات القرار	المؤشرات	الوحدة	الشرح
X_1	كمية المياه المستهلكة في قطاع المحلي	متر مكعب	هي كمية المياه المقدمة من طرف الدولة سوءا كانت مصادر تقليدية وغير التقليدية، والمستعملة من طرف العائلات، الفنادق والادارات العمومية.... الخ.
X_2	كمية المياه المستهلكة في قطاع الصناعي	متر مكعب	هي كمية المياه المقدمة من طرف الدولة سوءا كانت مصادر تقليدية وغير التقليدية، والمستعملة من طرف المؤسسات الصناعية.
X_3	كمية المياه المستهلكة في قطاع الزراعي	متر مكعب	هي كمية المياه المقدمة من طرف الدولة سوءا كانت مصادر تقليدية وغير التقليدية، والمستعملة في الأراضي الزراعية.

جدول 2. معايير أهداف الدراسة

القيم المستهدفة	اسم الهدف	الوحدة	الشرح
Y_1	كمية المياه الموزعة في كل القطاعات	متر مكعب	هي مجموع الحصص المستغلة من المياه في القطاعات الثلاث: الزراعي، الصناعي والعائلي.
Y_2	إجمالي تكاليف إنتاج	الدينار	تمثل قيمة 70% من 2% من الدخل الناتج الوطني والمتعلقة بالتكاليف

	المياه	الجزائري	المخصصة لإنتاج الكمية المطلوبة والجودة المطلوبة من المياه.
Y_3	إجمالي تكاليف المحافظة على جودة المياه	الدينار الجزائري	يأخذ قيمة 30% من 2% من الدخل الناتج الوطني المرتبطة بالتكاليف المخصصة للحصول على الجودة المطلوبة من المياه.
Y_4	عائدات قطاع الموارد المائية	الدينار الجزائري	يمثل ما قيمته 1.15% من الدخل الناتج الوطني والمتوقع الحصول عليها في سنة 2030.

جدول 3. القيم المرجوة تحقيقها لسنة 2030

الهدف	قيمة الطموح لسنة 2030
كمية المياه الموزعة في كل القطاعات	11009037500 متر مكعب
إجمالي تكاليف الإنتاج	615268073000 دج
إجمالي تكاليف المحافظة على جودة المياه	263686317000 دج
عائدات قطاع الموارد المائية	126349692500 دج

بعد التواصل الباحث مع الجزائرية للمياه (ADE)، تم تحصل على مجموعة من البيانات والأهداف المرجوة تحقيقها. ثم قام الباحث باستخدامها في وضع نموذج الرياضي باستعمال البرمجة بالأهداف المبهمة، مثلا الأرقام الهدف الثاني والثالث والرابع المتمثلة في المعاملات 94.5، 50، 8.2، 51.82، 2، 25.59، 40.95، و34.65 كانت من خلال عملية تقديرية للبيانات السلاسل الزمنية لكل هدف. وتلخص أهداف الدراسة فيما يلي:

الهدف الأول: تعظيم كمية المياه الموزعة لمختلف القطاعات

$$X(1) +x(2) +x(3) + n1-p1=11009037500$$

الهدف الثاني: تدنية تكاليف إنتاج المياه الموزعة لمختلف القطاعات الثلاث

$$94.5x(1) +94.5x(2) +50x(3) + n2-p2=615268073000$$

الهدف الثالث: تدنية تكاليف المحافظة على جودة المياه

$$8.2x(1) +51.82x(2) +2x(3) + n3-p3=263686317000$$

الهدف الرابع: التحكم في كمية الطلب على المياه المستهلكة انطلاقا من أسعار وعائدات هذا القطاع

25.595x(1) +40.95x(2) +34.65x(3) + n4-p4=126349692500

وكانت صياغة النموذج الرياضي لنموذج **Kim and Wang** كالتالي:

Min=(n(1)/11009037500)+(p(2)/615268073000)+(p(3)/263686317000)+(n(4)/126349692500);
X (1) +x (2) +x (3) + (900000000*n (1)) >=11009037500;
94.5*X (1) +94.5*x (2) +50*x (3)-(500000000000* P (2)) <=615268073000;
8.2*X (1) +51.82*x (2) +2*x (3)-(10000000000)* P (3) <=263686317000;
25.595*x (1) +40.95*x (2) +34.65*x (3) + (90000000000)*n (4) >=126349692500;
X (1)>=3524055000;
X (2)>=484619000;
X (3)>=5822309000;
X (1) +x (2) +x (3) =17200000000;
n(1)/900000000+p(2)/600000000000+p(3)/10000000000+n(4)/90000000000>0;

4-النتائج الدراسة:

4-1 النتائج النموذج Kim and Wang و النموذج Yaghoobi and Tamiz :

باستعمال برنامج Lingo2015تحصلنا على النتائج التالية المبينة في الجدول التالي:

جدول 4. نتائج نموذج Kim and Wang

النتائج	المتغيرات	النتائج	المتغيرات الانحرافية
3524055000	X1	0	N1
484619000	X2	0.8462358	P2
13191330000	X3	0	P3
…	…	0	N4

من خلال الجدول أعلاه يتضح أن متغيرات القرار والتي تتمثل في كميات المياه المستهلكة لأفاق 2030 التي ينبغي على إدارة الموارد المائية توفيرها لتلبية احتياجات القطاعات الثلاث، أي على ادارة الموارد المائية توفير ما قدره X1=3524055000 للقطاع المحلي وX2=484619000 للقطاع الصناعي وأخيرا X3=13191330000 للقطاع الزراعي. تمثل المتغيرات الانحرافية القيم التي انحرفت بها الأهداف عن مستوى التطلع حيث أن Ni (i=1..4) تمثل الانحرافات السالبة عن مستوى التطلع حيث أظهرت النتائج أعلاه أن الهدف الأول والمتمثل في تعظيم كمية المياه الموزعة للقطاعات الثلاث والهدف الرابع المتمثل في التحكم في كمية المياه انطلاقا

من أسعار وعائدات القطاع قد تحققا بنسبة 100% أي الإنحرافين عند مستوى التطلع هو 0. بينما Pi (1…4) هي الانحرافات الموجبة عند مستوى التطلع حيث أظهرت النتائج أن الهدف الثالث قد تحقق بنسبة 100% أي لم يتعد الهدف مستوى التطلع الذي يطمح اليه متخذ القرار (أنظر الجدول أعلاه(P3=0. أما انحراف الهدف الثاني المتمثل في تدنية تكاليف إنتاج المياه الموزعة لمختلف القطاعات بقيمة P2=0.8462358 قد تحقق بنسبة 99%.

إلا أن هذا النموذج تم انتقاده من طرف الباحثين Yaghoobi and Tamiz اللذان سلطوا الضوء على النقاط التالية:

– عدم إدخال قيود تشير إلى أن النموذج يقترن بدرجة الانتماء في المجال (0.1).

$$B_i^+ <= 1 \qquad i=1.....i_0$$
$$B_i^- <= 1 \qquad i=i_0+1.....j_0$$
$$B_i^+ + B_i^- <= 1 \qquad i=j_0+1....K$$

– لا يستطيع هذا النموذج حل نماذج بقيمتين مستهدفتين.

وبالتالي فإن النموذج السابق المعالج بطريقة قيمة السماح داخل كل هدف لنموذج Kim and Wang تمت إعادة صياغته وكتابته وفقا لنموذج Yaghoobi and Tamiz اللذان قاما بإدخال قيد إضافي المتمثل في دالة الانتماء حيث أن مجموع درجة الانتماء زائد الانحراف (الموجب أو السالب) مقسومة على قيمة السماح يجب أن يتساوى مع الواحد.

دالة الهدف (الانحرافات)

```
Min=(n(1)/90000000)+(p(2)/500000000000)+(p(3)/900000000)+(n(4)/90000000000);
```

دالة تعظيم كمية المياه الموزعة في كل القطاعات

```
X (1) +x (2) +x (3) +n (1) >=11009037500;
u (1) + (1/90000000)*n (1) =1;
```

دالة تدنية إجمالي تكاليف الإنتاج

```
94.5*X (1) +94.5*x (2) +50*x (3) -P (2) <=615268073000;
u (2) + (1/500000000000)*p (2) =1;
```

دالة تدنية إجمالي تكاليف المحافظة على جودة المياه

```
8.2*X (1) +51.82*x (2) +2*x (3) -P (3) <=263686317000;
u (3) + (1/9000000000)*p (3) =1;
```

دالة تعظيم عائدات قطاع الموارد المائية

```
25.595*x (1) +40.95*x (2) +34.65*x (3) +n (4) >=126349692500;
u(4) + (1/90000000000)*n(4)=1 ;
```

القيود

```
x(1)>=3524055000 ;
x(2)>=484619000 ;
x(3)>=5822309000 ;
X(1) +x(2) +x(3)=17200000000 ;
```

باستعمال برنامج Lingo2015 تحصلنا على النتائج التالية المبينة في الجدول التالي:

جدول 5. نتائج نموذج Yaghoobi and Tamiz

النتائج	المتغيرات	النتائج	المتغيرات الانحرافية	النتائج	متغيرات دوال الانتماء
3524055000	X_1	0	N_1	1	μ_1
484619000	X_2	423117900000	P_2	0.15	μ_2
13191330000	X_3	0	P_3	1	μ_3
…	…	0	N_4	1	μ_4

إن النتائج المتحصل عليها بالبرمجة بالأهداف المبهمة تعطي أفضل الكميات التي يجب أن تستعمل (تستهلك) في القطاعات الثلاث لتحقيق أحسن سياسة بالنسبة للموارد المائية، واستنادا إلى الانحرافات المتحصل عليها n1=0، p3=0 وn4=0 تحقق كل من تعظيم كميات المياه الموزعة لمختلف القطاعات وتدنية تكاليف المحافظة على جودتها والتحكم في كمية الطلب تحقيقا تاما، وأما بالنسبة للهدف الثاني والمتمثل في تدنية تكاليف إنتاج المياه فلم يصل إلى المبتغى المطلوب حيث تحقق بنسبة 15% فقط، نظرا لقيمة المتغير الانحرافي الخاصة به p2=423117900000. بالاستناد إلى متغيرات دوال الانتماء، والتي تقيس رضا متخذ القرار من الأهداف المحققة نجد أن كل من الهدف الأول، الثالث والرابع تحقق بنسبة 100% باختلاف الهدف الثاني الذي لم يصل إلى الطموحات المرجوة. من خلال النتائج المتحصل عليها لمتغيرات القرار المتمثلة في كمية المياه المستهلكة في القطاعين المحلي والصناعي والمقدرة ب 3524055000 متر مكعب و484619000 متر مكعب على الترتيب، تفرض على الحكومة أن تبقي على نفس المستوى من الكمية والتي تتماشى مع كل من الهدف الرابع المتمثل في التحكم في كمية الطلب على المياه وتدنية التكاليف بالجودة المطلوبة، مع الأخذ بعين الاعتبار الكمية المستهلكة في القطاع الزراعي والتي تقدر ب1319133000 متر مكعب التي تحقق مستقبلا الأهداف التنموية والنهوض بالاقتصاد الوطني عن طريق المساعدة في تحقيق اكتفاء ذاتي، وسعيا لتخفيض التكاليف والعمل بمبدأ التنمية المستدامة لهذا المورد والذي يتضمن عدم تبذيره، كما يستلزم على الحكومة أن تقوم بإصلاحات وتعديلات للأنابيب التي تتفادى بها هذا الضياع في المدى القصير، المتوسط وتخفيض التكاليف في المدى الطويل.

2-4 السيناريوهات المحتملة.:

لمعرفة التوقعات التي يمكن أن تحدث مستقبلا جراء اتخاذ الدولة اجراءات معينة خاصة بهذا القطاع والتي قد تأثر على سلوك المستهلكين قمنا بعرض السيناريوهات التي قد تجسد بعض هذه الاجراءات والنتائج المتوقعة منها.

السيناريو الأول: الرفع من إجمالي تكاليف إنتاج المياه

دالة الهدف (الانحرافات)

```
min=(n(1)/900000000)+(p(2)/600000000000)+(p(3)/10000000000)+(n(4)/90000000000);
```

دالة تعظيم كمية المياه الموزعة في كل القطاعات

```
X(1)+x(2)+x(3)+n(1) >=11009037500;
u(1)+(1/900000000)*n(1)=1;
```

دالة تدنية إجمالي تكاليف الإنتاج

```
94.5*X(1)+94.5*x(2)+50*x(3)- P(2) <=715268073000;
u(2)+(1/500000000000)*p(2)=1;
```

دالة تدنية إجمالي تكاليف المحافظة على جودة المياه

8.2*X(1)+51.82*x(2)+2*x(3)- P(3) <=263686317000;

u(3)+(1/10000000000)*p(3)=1;

دالة تعظيم عائدات قطاع الموارد المائية

25.595*x(1)+40.95*x(2)+34.65*x(3)+n(4) >=126349692500;

u(4)+(1/90000000000)*n(4)=1;

القيود

x(1)>=3524055000;

x(2)>=484619000;

x(3)>=5822309000;

X(1)+x(2)+x(3)=17200000000;

باستعمال برنامج Lingo2015 تحصلنا على النتائج التالية المبينة في الجدول التالي:

جدول 6. نتائج السيناريو الأول

النتائج	المتغيرات	النتائج	المتغيرات الانحرافية	النتائج	متغيرات دوال الانتماء
3524055000	X1	0	N1	1	µ1
484619000	X2	423117900000	P2	0.35	µ2
13191330000	X3	0	P3	1	µ3
…	…	0	N4	1	µ4

بزيادة الاستثمار في المياه أي بالزيادة في التكاليف الخاصة بها أدى إلى ثبات كمية المياه المستهلكة في القطاعات الثلاث والذي بدوره أدى إلى زيادة رضى متخذ القرار من 15% إلى 35%.

السيناريو الثاني: الرفع من كمية المياه المستهلكة

دالة الهدف (الانحرافات)

min=(n(1)/900000000)+(p(2)/600000000000)+(p(3)/10000000000)+(n(4)/90000000000);

دالة تعظيم كمية المياه الموزعة في كل القطاعات

X(1)+x(2)+x(3)+n(1) >=11009037500;

u(1)+(1/900000000)*n(1)=1;

دالة تدنية إجمالي تكاليف الإنتاج

94.5*X(1)+94.5*x(2)+50*x(3)- P(2) <=615268073000;
u(2)+(1/500000000000)*p(2)=1;

دالة تدنية إجمالي تكاليف المحافظة على جودة المياه

8.2*X(1)+51.82*x(2)+2*x(3)- P(3) <=263686317000;
u(3)+(1/10000000000)*p(3)=1;

دالة تعظيم عائدات قطاع الموارد المائية

25.595*x(1)+40.95*x(2)+34.65*x(3)+n(4) >=126349692500;
u(4)+(1/90000000000)*n(4)=1;

القيود

x(1)>=4524055000;
x(2)>=584619000;
x(3)>=6822309000;
X(1)+x(2)+x(3)=17200000000;

باستعمال برنامج Lingo2015 تحصلنا على النتائج التالية المبينة في الجدول التالي:

جدول 7. نتائج السيناريو الثاني

النتائج	المتغيرات	النتائج	المتغيرات الانحرافية	النتائج	متغيرات دوال الانتماء
4524055000	X1	0	N1	1	µ1
584619000	X2	472067900000	P2	0.55	µ2
12091330000	X3	0	P3	1	µ3
…	…	0	N4	1	µ4

إن توقعات 2030 بزيادة النمو الديمغرافي وزيادة المنشآت الصناعية وتقلص مساحة الأراضي الزراعية مستقبلا أي أفاق 2030 سيؤثر على الكمية المستهلكة للقطاعات الثلاث.

السيناريو الثالث: زيادة أسعار المتر مكعب الواحد

دالة الهدف (الانحرافات)

min=(n(1)/900000000)+(p(2)/600000000000)+(p(3)/10000000000)+(n(4)/90000000000);

دالة تعظيم كمية المياه الموزعة في كل القطاعات

X(1)+x(2)+x(3)+n(1) >=11009037500;
u(1)+(1/900000000)*n(1)=1;

دالة تدنية إجمالي تكاليف الإنتاج

94.5*X(1)+94.5*x(2)+50*x(3)- P(2) <=615268073000;
u(2)+(1/500000000000)*p(2)=1;

دالة تدنية إجمالي تكاليف المحافظة على جودة المياه

8.2*X(1)+51.82*x(2)+2*x(3)- P(3) <=263686317000;
u(3)+(1/10000000000)*p(3)=1;

دالة تعظيم عائدات قطاع الموارد المائية

100*x(1)+100*x(2)+50*x(3)+n(4) >=126349692500;
u(4)+(1/90000000000)*n(4)=1;

القيود

x(1)>=3524055000;
x(2)>=484619000;
x(3)>=5822309000;
X(1)+x(2)+x(3)=17200000000;

باستعمال برنامج Lingo2015 تحصلنا على النتائج التالية المبينة في الجدول التالي:

جدول 8. نتائج السيناريو الثالث

النتائج	المتغيرات	النتائج	المتغيرات الانحرافية	النتائج	متغيرات دوال الانتماء
3524055000	X1	0	N1	1	µ1
484619000	X2	423117900000	P2	0.15	µ2
13191330000	X3	0	P3	1	µ3
…	…	0	N4	1	µ4

باعتبار المياه سلعة ضرورية والسلوك اللاعقلاني للمستهلك الجزائري اتجاه هذه السلعة التي تبقي الكمية المستهلكة للمياه ثابتة بالرغم من تغير سعرها مقارنة بمنتجات وموارد نادرة يتغير السعر يتبعه تغير في الكمية.

5- الخاتمة:

ظهرت أهمية الماء في المجالات الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية كونه عنصرا أساسيا للحياة ولا بديل له في الأنشطة التنموية، فمع مرور الزمن ستزداد حدة الرهانات ما لم يول الاهتمام من الهيئات الموكل لها جمع وتوزيع هذا المورد النادر، وما يزيد من تعقيد المسألة مشكل تأثير التقلبات المناخية كالجفاف وتلوث الماء الذي يؤدي إلى تدهور جودته وإخراجه من دائرة الاستغلال لمواجهة الاحتياجات المختلفة، هذا ما أعطاه قيمة اقتصادية تنصبه من أهم الأدوات لتحقيق هدف الحفاظ عليه وضمان استدامته. إن النتائج المتوصل إليها

باستخدام نموذج البرمجة بالأهداف المبهمة تشير إلى أن التنمية المستدامة للموارد المائية ستساهم في تحسين الأوضاع الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية بحيث سيسجل إلى الأهداف المسطرة لسنة 2030،وبغرض الوصول إلى تحقيق هذه الأهداف يجب على السلطات المعنية وضع برنامج يحث على تخصيص أموال إضافية للوصول إلى تحقيق احتياجات المياه مع تزايد عدد السكان سنة 2030، ولهذا يجب أخذ بعين الاعتبار مشكل تكاليف الإنتاج في هذا المجال بوضع التدابير اللازمة لتفادي حدوث أي عوائق في المستقبل مع الظروف المناخية غير الملائمة والتوزيع غير المنتظم من حيث الكثافة السكانية خاصة مع الاستهلاك المفرط للمياه في مختلف الاستخدامات والذي لا يتفق مع الظروف المائية في البلاد من جهة وما ينجم عنه من تكاليف إضافية من جهة أخرى مما يجعل من عمليات التحكم في تعبئتها، استغلالها، تسييرها والمحافظة عليها من الأمور الصعبة، هذا ما ينتج عنه أزمة مائية متعددة الجوانب خاصة قطاع الري (الزراعي) الذي يعتبر المستهلك الأول الذي لا يجب أن يكون المبذر في نفس الوقت، لذا من الضروري الاعتماد على أدوات حديثة لرفع من فعالية استغلال المياه في نشاط الزراعة وتعميم تقنيات ري مقتصدة الماء كالري بالرش والري بالتنقيط وحتى نظام التحكم الآلي، ورفع كفاءة وصيانة وتطوير شبكات نقل وتوزيع المياه للتقليل من كمية المياه المفقودة في أنظمة التوزيع. كما أن ندرة هذا الأخير وتلوثه سيشكل أحد المعوقات للتنمية الاقتصادية، الاجتماعية والبيئية مما ينتج عن هذه الوضعية آثار سلبية ما لم تتخذ الاجراءات اللازمة لتسيير هذا الموارد واستدامته والاهتمام بإدارة الطلب فضلا عن إدارة عرض المياه. وإزاء هذا الوضع فإن الأساليب التقليدية في إدارة الموارد المائية التي ترتكز حول العرض بشكل خاص والتي تعتمد على التوسع في الإمدادات من خلال بناء سدود ضخمة ومحطات تحلية المياه ذات تكلفة عالية أثبتت محدوديتها من حيث الخدمة. وأصبح الأمر يتطلب إحداث تحولات توسعية في التفكير وأساليب فعالة في التطبيق في مجال المياه لدى كل المؤسسات المسؤولة عن إدارة المياه سوآءا كانت عمومية أو خاصة بالإضافة إلى سلوك المستهلكين، من خلال انتهاج أساليب أكثر شمولا وتكاملا.

قائمة المراجع:

1. Alcamo, J. (2019). Water quality and its interlinkages with the Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability 36*, 126-140.
2. Zhang, B., Fu, Z., Wang, J., & Zhang, L. (2019). Farmers' adoption of water-saving irrigation technology alleviates water scarcity in metropolis suburbs: A case study of Bejing, China. *Agriculture Water Management 212*(C), 349-357
3. EL-Nwsany, R.I., Maarouf, I., el-Aal, W.A. (2019). Water management as a vital factor for a sustainable school.*Alexandria Engineering Journal 58* (1), 303-313.
4. Vliet, M.T.H.V., Florke, M., Harrison, J.A., Hofstra, N., Keller, V., Ludwig, F., Spanier, J.E., Strokal, M., Wada, Y., Wen, Y., Williams, R.J. (2019). Model inter-comparison design for large-scale water quality models. *Current Opinion in Environmental Sustainability 36*, 59-67.
5. Baattrup-Pedersen, A., Larsen, S.E., Rasmussen, J.J., Riis, T. (2018). The future of European water management: Demonstration of a new WFD compliant framework to support sustainable management under multiple stress. *Science of the Total Environment 654.*

6. Nguyen, T.T., Ngo, H.H., Guo, W., Wang, X.C., Ren, N., Li, G., Ding, J., Liang, H. (2019). Implementation of a specific urban water management – Sponge City. *Science of the Total Environment 652*, 147-162.
7. Ezbakhe, F. (2018). Adressing Water Pollution as a Means to Achieving the Sustainable Development Goals. *Journal Water Pollut Control 1* (2), 6-15.
8. Ait-Kadi, M. (2016). Water for Development and Development for Water: Realizing the Sustainable Development Goals (SDGs) Vision. *Aquatic Procedia 6*, 106-110.
9. Ghaleno, M.R.D., Sheikh, V., Sadoddin, A., &Sabouni, M.S. (2016). Optimal Cropping Pattern for Water Resources Management in Sistan Region of Iran using Goal Programming Method. *ECOPERSIA 4* (4), 1555-1567.
10. Nasiri-Gheidari, O., Marofi, S., Adabi, F. (2018). A robust multi-objective bargaining methodology for inter-basin water resource allocation: a case study. *Environ SciPollut Res Int 25* (3), 2726-2737.
11. Tan, Q., Zhang, S., Li, R. (2017). Optimal Use of Agriculture Water and Land Resources through Reconfiguring Crop Planting Structure under Socioeconomic and Ecological Objectives. *Water 9* (7), 488.
12. Zhang, F., Zhang, C., Zehao, Y., Shanshan, G., Youzhi, W., Ping, G. (2018a). An interval nonlinear multiobjective programming model with fuzzy-interval credibility constraint for crop monthly water allocation. *Agriculture Water Management 209*(C), 123-133.
13. Zhang, F., Tan, Q., Zhang, C., Guo, S., Guo, P. (2017). A Regional Water Optimal Allocation Model Based on the Cobb-Douglas Production Function under Multiple Uncertainties. *Water 8* (12).
14. Xie, Y.L., Xia, D., Ji, L., & Huang, G.H. (2018). An inexact stochastic-fuzzy optimization model for agriculture water allocation and land resources utilization management under considering effective rainfall. *Ecological Indicators 92*, 301-311.
15. Li, C., Cai, Y., & Qian, J. (2018). A multi-stage fuzzy stochastic programming method for water resources management with the consideration of ecological water demand. *Ecological Indicators 95*, Part 1, 930-938.
16. Mugagga, F., Nabaasa, B.B. (2016). The centrality of water resources to the realization of Sustainable Development Goals (SDGs). A review of potentials and constraints on the African continent. *International Soil and Water Conservation Research4* (3), 215-223.