Agriculture College – Wasit University

Dijlah Journal of Agricultural Sciences

ISSN 2790 – 5985

e ISSN 2790 – 5993

Dijlah J. Agric. Sci., 2(2):46-60 , 2024

تحليل مختلف المؤشرات المتعلقة بالكفاءة التقنية والكفاءة الاقتصادية لطرائق استخدام مياه سد العظيم والمياه الجوفية لمحصولي القمح والرقي المزروعات في محافظة ديالى للموسم 2022/2021

لويس كامل جايد نجرس الفهداوي و جدوع شهاب احمد الجميلي

كلية الزراعة / جامعة تكريت / العراق

***Corresponding author e-mail**: dr_jadoo60@tu.edu.iq
liwees.kamel@gmail.com

الخلاصة

يستعرض البحث قياس الكفاءة التقنية والاقتصادية فيبيّن أوجه التشابه والتباين في مؤشرات الكفاءة التقنية ، والكفاءة الاقتصادية لمصادر المياه الزراعية المستخدمة في ري محصولي الرقي والقمح , والكفاءة ذات الصلة بهذا البحث , ومن اجل تحليل مؤشرات كل من الكفاءة التقنية والكفاءة الاقتصادية لطرائق استخدام مصادر مياه الري المدروسة لابد من تحليل أجمالي التكاليف الانتاجية ومختلف المقاييس المتعلقة بالأداء الاقتصادي لمحصولي القمح والرقي. فقد بلغت نسبة تكاليف ري الدونم الواحد المزروع بمحصول الرقي والمروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي من التكاليف الكلية ، ومن التكاليف المتغيرة 17.69% ، و26.55% على الترتيب . أما متوسط تكلفة مياه الري لكل كغم من محصول الرقي ، فقد قُدرت بـ 29.16 دينار/ كغم (أي ما يعادل 9.17%) . هذه النسب المرتفعة إلى حد ما لعدد من مؤشرات الكفاءة التقنية قد تكون دلالة على الانعكاسات السلبية المتعارف عليها في البلدان التي تعاني من مشكلات في إمدادات المياه الزراعية وأساليب استخدامها.

اما بالنسبة إلى مؤشرات الكفاءة التقنية لري محصول الرقي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي، وبطريقة الري بالتنقيط ، يُظهر وجود فروق معنوية بين تكلفة م3 من مياه الري تبعاً للطرائق المستخدمة (بلغت قيمة المعنوية 0.002 عند مستوى الدلالة 1%)، حيث كانت التكلفة عند الري سطحياً (69.67 دينار/م3) أقل من نظيرتها عند الري بالتنقيط 83.65 دينار/م3.عند مقارنة مؤشرات الكفاءة التقنية لطرائق ري محصول القمح بمياه سد العظيم ، تبيّن وجود فروق معنوية لجميعها عند مستوى الدلالة 0.1% ماعدا المؤشر "تكلفة مياه الري للكغم" . وتجدر الإشارة هنا، الى أن نسبة تكاليف الري من التكاليف الكلية لطريقة الري السطحي قد بلغت 13.51%، وكانت أقل من نظيرتها عند استخدام طريقة الري المحوري التي سجلت 18.37%. من خلال اختبار Tيُظهر وجود فروق معنوية عند مستوى الدلالة 0.1% بين طريقة الري السطحي ، وطريقة الري المحوري لمحصول القمح المروي بمياه سد العظيم فقط بالنسبة لمؤشرات الكفاءة الاقتصادية "عائد م3 من مياه الري"، و"صافي عائد م3 من مياه الري". فعائد م3 من مياه الري المستخدمة بطريقة الري المحوري تجاوزت نظيرتها لطريقة الري السطحي (699.78 دينار/م3 مقابل 455.74 دينار/م3). وكذلك الأمر بالنسبة لصافي عائد م3 من مياه الري ، حيث كان الصافي 449.9 دينار/م3 عند الاعتماد على طريقة الري المحوري ، وفقط 219.88 دينار/م3 عند استخدام طريقة الري السطحي .

الكلمات المفتاحية: الكفاءة التقنية ، الكفاءة الاقتصادية ، سد العظيم ، المياه الجوفية ، محصولي القمح والرقي

المقدمة

ليس مستغربا أن نجد القطاع الزراعي يعتمد على موارد مائية متنوعة كمياه السدود والمياه الجوفية لسد احتياجاته الضخمة من المياه , بالإضافة الى سعيه الدائم لتحقيق الاستخدام الأمثل للمورد المائي نظراً لوجود ضرورات ملحة تستوجب استغلال المياه الزراعية بشكل عقلاني وسليم , حيث تتمحور هذه الضرورات حول أهمية تحقيق اهداف القطاع الزراعي , والوصول الى أعلى المستويات من الاداء المالي والاقتصادي وتدنية التكاليف الى أقل حد ممكن , ووجود مؤشرات تفيد بأن الاحتياجات المستقبلية من المياه في القطاع الزراعي في ارتفاع , ولا سيما جراء توقعات بأزدياد أعداد السكان بشكل كبير خلال السنوات القادمة , كما أن التدهور المتوفر من المياه الزراعية بالشكل والحجم والتوقيت المناسب دور محوري في هذا السياق . ومن اهم الأسباب التي أدت الى هذا الأمر : التغيرات المناخية الغير ملائمه , وخاصة انخفاض معدلات الهطول المطري وارتفاع درجات الحرارة ومنه ارتفاع من معدلات التبخر ، ومحدودية الموارد المائية , وسوء توزيعها نتيجة للسياسات المائية والاروائية الغير مناسبة ، واستخدام طرائق تقليدية تحدث هدر كبير في الكميات المستخدمة من المياه في القطاع الزراعي، فضلا عن عدم الالتزام

بالمقننات المائية الموصى بها واستخدام كميات كبيرة من المياه الاقتصادية الأخرى وخاصة الصناعية منها المستهلكة للمياه بمعدلات لا يستهان بها .

بناء على ما سبق , يمكن القول أن استخدام المتاح من المياه من أجل الانتاج الزراعي في خطر حقيقي جراء التحديات الجمة الآنفة الذكر، مما يجعل تحسين انتاجية المياه الزراعية يحتل مكانه متقدمة جدا مقارنة بالأولويات الأخرى ، فضلا عن ضرورة البحث عن موارد مائية جديدة، وجعل ادارة المياه بشكل مستدام هدف أولي للسياسات المائية المتعلقة بالقطاع الزراعي بشكل خاص للانتقال به لمرحلة جديدة وتفضي الى الموارد المائية ورفع كفاءة استخدام المياه بشكل فعلي وتعظيم اثارها الايجابية على مختلف الاصعدة (الاقتصادية والبيئية والاجتماعية والحد من الاسراف في استخدام المياه في القطاع الزراعي) . وقد تركز تلك السياسات على رفع أسعار المياه المتاحة في القطاع الزراعي ، كونه قد يشكل عامل ضغط يخفض من الافراط في استخدام الموارد المائية ويزيد من تبني الطرائق التي من شأنها حفظ المياه الزراعية ، بالإضافة الى تطوير مشروعات حصاد المياه ، وتشجيع تحفيز التحول الى الأساليب الحديثة في استخدام المياه في القطاع الزراعي، حيث أنها تحد من هدر المياه وتزيد العوائد .

مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في قلة الأبحاث التي درست وحللت كفاءة استخدام المياه الزراعية سواء أكانت سطحية وخاصة مياه السدود أم جوفية في العراق بشكل عام ، ومحافظة ديالى - أحد أهم المحافظات الزراعية - بشكل خاص ، إذ أن العراق في خطر حقيقي نتيجة لشح موارده المائية من جهة ، وتزايد هذا النقص من جهة أخرى ، مما يهدد القطاع الزراعي ومن ثم أمنه الغذائي والوطني . لا بد من تركيز الجهود البحثية لامتلاك معرفة دقيقة ومفصيله ترتكز على منهجية علمية مختبرية تقدم أدلة وحجج حول مختلف الجوانب المتعلقة بالموارد المائية في العراق وطرائق استخدامها في القطاع الزراعي ومدى نجاعة هذه الطرائق ، فضلا عن كيفية الانتقال بإدارة المياه الزراعية إلى مرحلة جديدة وهذا الأمر سيساهم به البحث الحالي ، إذ أن نتائجه والمناقشات ذات الصلة ستجيب عن مجموعة من التساؤلات الهامة منها :

- ما هي كفاءات أساليب استخدام المياه الزراعية ؟
- هل يوجد معرفة بالوضع الحالي للموارد المائية الزراعية ؟
- ما مدى المعرفة بالأسباب التي تقف خلف شح المياه الزراعية ؟
- كيف يمكن معالجة التحديات التي تواجه قطاع المياه الزراعية ؟

ومما لاشك فيه ، أن الحلول المقترحة لردم الفجوة بين المتاح من المياه الزراعية وحاجة القطاع الزراعي العراقي منها ، لا يجب أن تكون مؤقتة ، بل ذات تداعيات إيجابية بعيدة المدى كونها شرط أساسي من شروط التنمية المستدامة ، وبمثابة مسمار الأمان لوقف تراجع إنتاجية المياه الزراعية العراقية وعدم استخدامها بالشكل الأمثل.

اهمية البحث

لا تنعكس أهمية البحث فقط في محاولة سد الفجوة البحثية التي تشكل ضرورة ملحة ، بل في دراسته أيضا لقضية محورية تمس استخدام المياه الزراعية في العراق ، ومن شأنها المساهمة في تثبيت وجوده ورفاهيته ، فالأمن الوطني للعراق يرتبط بأمنه الغذائي الذي بدوره يقوم على أمنه المائي ، إذ أن المياه مورد طبيعي متجدد يمكن توظيفه اقتصاديا لخلق قيمة مضافة تتجلى في السلع والمنتجات الزراعية. كما أن القطاع الزراعي في العراق - المستهلك الأكبر للمياه ، والذي يشهد معدلات مرتفعة في هدرها - أحد القطاعات الاقتصادية الوطنية الهامة التي لها تأثير إيجابي آخر يتمثل في تنشيطه وتفعيل للتنمية الاقتصادية في المجتمع ككل ، لذلك يعتبر البحث من الأهمية بمكانه ، بحيث قد يفيد أيضا المزارعين من خلال لفت انتباههم حول الأزمة الفعلية التي يعيشها قطاع المياه الزراعية في العراق وتداعياتها المختلفة ، ومدى نجاعة الطرائق المستخدمة للموارد المائية ، وواقع إدارة المياه وفرص وتحديات الارتقاء بها ليتجهوا لتبني التقانات الحديثة في استخدام المياه الزراعية ، والالتزام بكافة الإجراءات التي تحفظها وتكبح الإفراط بها .

اهداف البحث

يهدف البحث بشكل رئيسي إلى دراسة اقتصاديات طرائق استخدام مياه سد العظيم والمياه الجوفية في ري المزروعات والتحديات التي تواجه إمدادات المياه الزراعية في محافظة ديالى من خلال تحقيق وتحليل مؤشرات الكفاءة التقنية والاقتصادية لأساليب استخدام مياه المصادر المدروسة في الري.

فرضية البحث

بناءً على أهداف البحث ، يمكن صياغة الفرضية ليتم اختبارها من خلال تحليل البيانات التي تم جمعها واستخدامها في البحث ، وعلى افتراض لا يوجد هناك أي كفاءة تقنية او اقتصادية لطرائق استخدام المياه الزراعية من الموارد المدروسة ، ولا يوجد أثر ذو دلالة معنوية إحصائية بين عدد من العوامل من جهة ، وكفاءة طرائق استخدام المياه في ري المزروعات واختيارها من جهة أخرى .

منهجية البحث

منطقة وعينة البحث : تم تنفيذ البحث في محافظة ديالى ، لأنها من المحافظات العراقية التي تحتل مكانة متقدمة بالنسبة لعدد من المحاصيل بالمقارنة مع المحافظات الأخرى ، فضلا عن تنوع مواردها المائية المستخدمة في الري ، فمنها المياه الجوفية والسدود كسد العظيم - أحد السدود السبعة الكبرى في العراق ، إذ يجري عبرها أربعة أنهار هي : نهر دجلة ونهر ديالى ونهر الوند ونهر العظيم (قسم التخطيط والمتابعة ، 2021). أما بالنسبة إلى العينة التي تم جمع البيانات الأولية منها ، فتم أخذها بالطريقة العشوائية (Randomly) لزيادة احتمالية جمع بيانات تعكس الواقع الفعلي وامكانية تعميم نتائج البحث (حميدان وآخرون، 2004: 46)، حيث تم اختيار عدد من الشعب الزراعية في محافظة ديالى مع مراعاة أن طبيعتها تتناسب مع أهداف البحث ، وتمثل نواحي المحافظة أفضل تمثيل ، ثم سيتم حصر المزارعين الذين يمكن استهدافهم للمشاركة في الاستبيان ليشكلوا الاطار العام للمجتمع الإحصائي ، إذ تم تحديد حجم العينة بناء على معادلة (Krejcie and Morgan, 1970: 607) التالية:

$$S = \frac{X^2 NP(1-P)}{d^2\,(N-1) + X^2 P(1-P)}$$

S: حجم العينة.

N: مجتمع البحث.

X2: قيمة مربع كاي عند درجات حرية (1)، ومستوى معنوية 0.05= 3.481.

P: نسبة احتمال وجود الظاهرة =0.5 .

d: نسبة الخطأ المسموح به 0.05.

حدود البحث

تضمن البحث دراسة طرائق ري محصولي القمح والرقي بالاعتماد على المياه الجوفية ومياه سد العظيم الذي يقع في محافظة ديالى ،(وعند خط عرض 34.33 شمالا وخط طول 44.3 شرقا ، ويبعد عن بغداد العاصمة بمسافة 133 كم في الشمال الشرقي . والسد هو ترابي إملائي بسعة خزنيه تقدر بـ 1.5 مليار/ م3 ، وانشأ عام 2000 للحد من فيضان نهر العظيم ولأغراض الري توليد الطاقة الكهرومائية . أما محافظة ديالى فهي إحدى المحافظات الثمانية عشر في القطر ، حيث تقع في شرق البلاد بمساحة قدرها حوالي 18000 كم2 ، ومسطح مائي يبلغ نحو 280 كم2).

بالنسبة للحدود الزمانية للبحث فشملت البيانات الثانوية المدة (2001-2021)، بينما ستمتد البيانات الأولية لفترة آخر موسمين زراعيين للمحصولين المبحوثّين .

طرائق العمل

استخدام الموارد المائية

مع تنامي الاهتمام العالمي بالمياه وكيفية المحافظة على ديمومتها وتحسين المتاح منها ، نظراً لكونها تمتاز بالندرة ، والمورد الطبيعي الأساسي لأي نوع من أنواع التنمية المرتبطة بتقدّم الإنسان ، وعنصر من عناصر بقائه على قيد الحياة ، فإن الأدبيات المرجعية ذات الصلة بالموارد المائية تذخر بالمواضيع المتنوعة التي تصبّ في خانة دراسة وتحليل حالة الموارد المائية . وبطبيعة الحال ، فإن استخدام الموارد المائية (Water Recourses Use) يشكل إحدى المواضيع الغاية أهمية في هذا السياق .

كما أن الغرض من الاستخدام يفرض تبايناً في الكميات والنوعيات ، إذ أن عملية المعالجة الخاصة يمكن أن تتم عند المورد المائي ، أو بالقرب من المستخدم ، أو حتى من قبل المستخدم الأخير في بعض الأحيان (HLPE, 2015: 13). وعند الحديث عن استخدام الموارد المائية ، فإنه يتنوع بين الأغراض الأساسية التالية : الصناعية، والمنزلية ، والزراعية .

الاستخدام الصناعي : تعد المياه ركناً أساسياً لإتمام الكثير من العمليات الصناعية وخلق قيمة مضافة ، حيث أنها تدخل مثلاً في عمليات التبريد ، وتوليد البخار، والتعدين ، واستخراج النفط ، أو كمادة أولية في صناعة الأغذية (كدودة، 2018: 5) ، فضلاً عن استخدام كميات كبيرة منها في غسل وتنظيف العديد من المنتجات للتخلص من بقايا المواد الكيميائية الداخلة في عملية التصنيع (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2022: 3) . ووفقاً لآخر الاحصاءات يشكل متوسط السحب المائي للأغراض الصناعية بشكل عام حوالي 20% من مجموع المياه المستهلكة على مستوى العالم (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2023: 74) . ويختلف هذا الاستخدام بشكل خاص من قطاع صناعي لآخر، وبين الدول (صدراتي، 2013: 13) ، فنراه ليس فقط في مستويات مرتفعة في الدول المتقدمة صناعياً ، بل أيضاً في تزايد مستمر (Gleick, 2003: 281) ، إذ أن متوسط سحب المياه الصناعية يبلغ وسطياً 17% في الدول ذات الدخل المرتفع ، في حين يسجل فقط 2% في الدول المنخفضة الدخل (The

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2023: 74). ونظراً لأهمية المياه ووجود ضرورات ملحة لمعالجة المشكلات التي تعاني منها ، هناك مجموعة من الاجراءات من شأنها خفض الضغط على استخدام المياه للأغراض الصناعية في مقدمتها رفع إنتاجية هذه المياه (صدراتي، 2013: 13) ، وتدوير المياه الصناعية وإعادة استخدامها مرّة أخرى (حراق وهبول،2019، 177). وما معالجة المياه المستخدمة في القطاعات الصناعية المختلفة إلا إحدى الاجراءات الهامة في هذا السياق ، فضلاً عن كونها تحد من تلوث المياه الجوفية ، وتحافظ على سلامة الإنسان والتنوع الحيوي وحيوية وخواص التربة (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2022: 3).

الاستخدام المنزلي : يتضمن استخدام المياه للأغراض المنزلية طيف واسع من النشاطات اليومية كالطبخ ، والتنظيف ، والاستحمام ، وري الحدائق ، والصرف الصحي (Gleick, 2003: 281) ، ناهيك عن الشرب ، والغسيل (حراق وهبول، 2019: 177). ويقدر هذا الاستخدام وسطياً بحوالي 10% من إجمالي السحوبات المائية على مستوى العالم (كدودة، 2018: 6). كذلك فإنه يتباين طبقاً لعوامل عدة في مقدمتها: الموقع الجغرافي، والمناخ ، والعادات والتقاليد ، ومستوى دخل الفرد (صدراتي، 2013: 11). فعلى سبيل المثال ، يبلغ استهلاك الفرد من المياه نحو 20 لتر في المجتمعات الغير متطورة، مقابل 700 لتر في المجتمعات المتطورة (كدودة، 2018: 6). كما ويبقى معدل النمو السكاني الذي من المتوقع أن يصل إلى 9.3 مليار نسمة بحلول عام 2050 العامل المفصلي بالنسبة للكميات المستخدمة من المياه للأغراض المنزلية (المحمدي، 2015: 11؛ حراق وهبول، 2019: 177) ، فضلاً عن الكميات المهدورة بسبب الإسراف وسوء الإدارة وانعدام الصيانة (حراق وهبول، 2019: 177). وتجدر الإشارة هنا، إلى أن الكثيرين من سكان الأرض لا يحصلون على حاجتهم من المياه لنشاطاتهم اليومية وخاصة لأهداف الشرب (المحمدي، 2015: 11)[1]، حيث أن حوالي مليار فرد في الدول النامية لا يتوفر لديهم ما يكفيهم من مياه للشرب، وأن عدد مماثل حول العالم يعانون من نقص في المياه النقية، مما يؤدي الى مشكلات صحية خطيرة تودي بحياة الكثيرين (حراق وهبول، 2019: 177). وبطبيعة الحال ، فإن هذا الأمر يتطلب اهتمام خاص ، ولا سيما لجهة تطبيق إدارة واعية وسلمية لاستخدام المياه للأغراض المنزلية، ومراقبة نوعية هذه المياه ومدى مطابقتها للمعايير العالمية، وخاصة المستخدمة منها للشرب، والغسيل ، ومعالجة وتحضير الطعام (HLPE, 2015: 13) .

يُطلق على استخدام الموارد المائية للأغراض الصناعية والمنزلية والذي يُحدث نقصاً في كمياتها بـ "الاستخدام المباشر"، بينما عندما يحدث خلاف هذا تسود حالة "الاستخدام الغير مباشر" ، ومن أمثلته استخدام المياه في النقل ، وإنتاج الطاقة، والسياحة (كدودة، 2018: 5) . وفي هذا السياق ، فإن السحوبات من المياه للأغراض الصناعية والمنزلية من شأنها أن تؤثر في نسبة الزيادة في استخدام الموارد المائية التي من المتوقع أن تنمو بمعدل 1% سنوياً خلال الثلاثون السنة القادمة (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2022: 15) ، حيث أنه من المرجح أن يزداد الضغط على استخدام المياه الصناعية والمنزلية بحلول عام 2050 بمعدل 400% و130% على الترتيب (HLPE, 2015: 12)، علماً أن السحوبات الصناعية والمنزلية بلغت 1129 كم^3 عام 2018 ، في حين كانت حوالي 100 كم^3 عام 1990 (FAO, 2022: 68-70). هذا بدوره يؤكد وجود اختلافات زمانية لاستخدام الموارد المائية للأغراض الصناعية والمنزلية (FAO, 2022: 71). وهنا لا يجب غض النظر عن وجود تباينات محلية ومناطقية أيضاً تتأثر بعوامل متعددة تؤدي إلى تفاوتات في السحوبات من المياه للأغراض الآنفة الذكر. فعلى سبيل المثال ، في أوروبا كانت السحوبات المنزلية 26% والسحوبات الصناعية 45% ، في حين سجلت هذه السحوبات خلال الفترة ذاتها في جنوب آسيا 7% و2% على التوالي (The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2023: 12).

تم خلال المبحث الحالي التأكيد على أن وضع الموارد المائية وتوزعها عالمياً يتباين مناطقياً وزمانياً وفقاً لمجموعة من العوامل التي تؤثر أيضاً بشكل أو بآخر في استخدام المياه للأغراض الصناعية والمنزلية ومنه في السحوبات ذات الصلة . كما وأشار البحث إلى أن السحوبات الصناعية والمنزلية في تزايد مستمر. هذا الأمر يطرح مجموعة من التساؤلات حول حالة استخدام المياه للأغراض الزراعية وما يترتب على هذا من مواضيع هامة .

النتائج والمناقشة

الكفاءة التقنية والاقتصادية لأساليب استخدام مياه الري

يركّز الهدف الأول للبحث الذي تم تحقيقه على تحليل مختلف المؤشرات المتعلقة بالكفاءة التقنية والكفاءة الاقتصادية لطرائق استخدام مياه سد العظيم والمياه الجوفية لري محصول الرقي ومحصول القمح المدروسين في محافظة ديالى. وهنا، لا بد من

[1] وفقاً لمنظمة اليونسكو لا يجب أن تقل كمية المياه المستخدمة للأغراض المنزلية سنوياً عن 1000 م^3/الفرد، وإلا يصبح الماء نادراً (صدراتي، 2013: 12) .

الوضع بالحسبان أن الأدبيات المرجعية ذات الصلة تشير إلى أن الطرائق الحديثة في الري تتباين كفاءتها مقارنة بالطرائق التقليدية .

1- الكفاءة التقنية لأساليب استخدام مياه الري

استناداً إلى الشكل (1) ، بلغت نسبة تكاليف ري الدونم الواحد المزروع بمحصول الرقي والمروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي من التكاليف الكلية ، ومن التكاليف المتغيرة 17.69% ، و26.55% على الترتيب[2]. أما متوسط تكلفة مياه الري لكل كغم من محصول الرقي ، فقد قُدرت بـ 29.16 دينار/كغم (أي ما يعادل 9.17%) . هذه النسب المرتفعة إلى حد ما لعدد من مؤشرات الكفاءة التقنية قد تكون دلالة على الانعكاسات السلبية المتعارف عليها في البلدان التي تعاني من مشكلات في إمدادات المياه الزراعية وأساليب استخدامها (حراق وهبول، 2019: 181-182) . وفيما يتعلق بتكلفة المتر المكعب من مياه ري محصول الرقي بمياه سد العظيم بالطريقة السطحية ، فقد تبين أنها 87.67 دينار/م^3، في حين سجلت إنتاجيته 3.17 كغم/م^3، واحتاج إنتاج كل كغم من محصول الرقي من مياه الري 0.36 م^3/كغم. إن ارتفاع تكلفة م^3 من مياه الري ، وانخفاض إنتاجيته ، وزيادة احتياجات الكغم من مياه الري – ومن دون أدنى شك – ما هو إلا دليل على وجود أوجه قصور متعدد كضعف إدارة وكفاءة المياه الزراعية ، وإسراف في استخدامها نتيجة لعدم وجود إدراك حقيقي لأهميتها (أفحيمة وسعد ، 2012: 1161؛ فرحان وآخرون، 2017: 1469).

بالنسبة إلى مؤشرات الكفاءة التقنية لري محصول الرقي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي، وبطريقة الري بالتنقيط ، تبين وجود فروق معنوية بين تكلفة م^3 من مياه الري تبعاً للطرائق المستخدمة (بلغت قيمة المعنوية 0.002 عند مستوى الدلالة 1%)، حيث كانت التكلفة عند الري سطحياً (69.67 دينار/م^3) أقل من نظيرتها عند الري بالتنقيط 83.65 دينار/م^3. يعود السبب في هذا لارتفاع تكاليف الطرائق الحديثة في الري (الري بالتنقيط) مقارنة بالطرائق التقليدية (الري السطحي) (خلف والعزاوي، 2014: 13)، إذ بلغت تكاليف الري بالتنقيط ذات الصلة 635741.29 دينار/الدونم ، أما تكاليف الري السطحي فقُدرت بـ 635741.29 دينار/الدونم . كذلك كان هناك فروق معنوية عند مستوى الدلالة 1% بين طريقة الري السطحي وطريقة الري بالتنقيط لمحصول الرقي المروي بالمياه الجوفية بالنسبة لمؤشر الكفاءة التقنية "احتياجات الكغم من مياه الري"، حيث تجاوزت قيمة المؤشر عند استخدام الري السطحي نظيرتها عند الاعتماد على الري بالتنقيط (0.71 (م^3/كغم): 0.58 (م^3/كغم)). مما يدل على وجود هدر في مياه الري عند تطبيق الري السطحي مقارنة بالري بالتنقيط (طيوب والحداد، 2015: 173). من جهة أخرى ، لم يُظهر اختبارT وجود فروق معنوية بين طريقة الري السطحي وطريقة الري بالتنقيط لمحصول الرقي المروي بالمياه الجوفية بالنسبة للمؤشرات الأخرى للكفاءة التقنية ، حيث بلغت نسبة تكاليف الري من التكاليف الكلية عند الري سطحياً 27.47% ، وعند استخدام الري بالتنقيط 27.93%. كما وسجلت نسبة تكاليف الري من التكاليف المتغيرة عند الري سطحياً والري بالتنقيط 39.4%، و41.06%على الترتيب . وكانت تكلفة الكغم من محصول الرقي المروي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي ، وبطريقة الري بالتنقيط من مياه الري 47.14 دينار/كغم، و47.68 دينار/كغم على التوالي. وأنتج م^3 من مياه الري عند الاعتماد على الري السطحي 1.69 كغم/م^3، بينما أعطى م^3 من مياه الري عند استخدام الري بالتنقيط 1.82 كغم/م^3.

الجدول (1): اختبارT ومؤشرات الكفاءة التقنية للدونم المزروع بالرقي والمروي بالمياه الجوفية.

مؤشرات الكفاءة التقنية	الدونم المزروع بالرقي والمروي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي	الدونم المزروع بالرقي والمروي بالمياه الجوفية بطريقة الري بالتنقيط	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
نسبة تكاليف الري من التكاليف الكلية (%)	27.47	27.93	0.666	-
نسبة تكاليف الري من التكاليف المتغيرة (%)	39.4	41.06	0.289	-
تكلفة مياه الري للكغم (دينار/كغم)	47.18	47.68	0.886	-
تكلفة م3 من مياه الري (دينار/م^3)	69.67	83.65	0.002	%1
احتياجات الكغم من مياه الري (م^3/كغم)	0.71	0.58	0.004	%1
إنتاجية م^3 من مياه الري (كغم/م^3)	1.48	1.72	0.181	-

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام 2022.

[2] تضمنت تكاليف ري محصول الرقي: أجور الري، وقيمة الوقود، وقيمة الزيوت، وقيمة الشحوم، وتكاليف صيانة وإصلاح منظومة الري، والاهتلاك السنوي لمنظومة الري، ورسوم تجديد الإجازة السنوية لمياه الري.

عند مقارنة مؤشرات الكفاءة التقنية لطرائق ري محصول القمح بمياه سد العظيم ، تبيّن وجود فروق معنوية لجميعها عند مستوى الدلالة 0.1% ماعدا المؤشر "تكلفة مياه الري للكغم" (الجدول 2). وتجدر الإشارة هنا، الى أن نسبة تكاليف الري من التكاليف الكلية لطريقة الري السطحي قد بلغت 13.51%، وكانت أقل من نظيرتها عند استخدام طريقة الري المحوري التي سجلت 18.37%. وبشكل مشابه ، كانت نسبة تكاليف الري من التكاليف المتغيرة عند الاعتماد على طريقة الري السطحي (20.65%) أقل من نظيرتها المتعلقة بطريقة الري المحوري (30.25%). بالإضافة إلى ما سبق، قُدرت تكلفة م^3 من مياه الري عند استخدام طريقة الري السطحي بـ 34.37 دينار/م^3، وكانت هذه التكلفة أيضاً أقل من نظيرتها عند الاعتماد على طريقة الري المحوري (52.1 دينار/م^3). من جهة أخرى ، احتاج إنتاج الكغم من مياه الري عندما تم استخدام طريقة الري السطحي كمية من المياه أعلى من نظيرتها عند تطبيق طريقة الري المحوري (1.69 م^3/كغم مقابل 1.11 م^3/كغم). يمكن تفسير النتائج السابقة في ضوء ما ورد في الأدبيات المرجعية التي تشير إلى أن الاستثمار في أساليب الري المتقدّمة يتطلب رأس مال مرتفع مقارنة بأساليب الري التقليدية التي بدورها تستهلك كميات أكبر من المياه (Pokhrel et al., 2018: 2). أما بالنسبة لإنتاجية م^3 من مياه الري فبلغت 0.71 كغم/م^3 عند استخدام طريقة الري السطحي ، وكانت أقل من نظيرتها المرتبطة بطريقة الري المحوري (1.05 كغم/م^3). أي أن كل م^3 من مياه الري تم استخدامه سطحياً أعطى معدل من الإنتاجية أقل مما أعطاه نظيره الموظّف بطريقة الري المحوري (انظر أيضاً، شلطف، 2021: 124).

الجدول (2): اختبارT ومؤشرات الكفاءة التقنية للدونم المزروع بالقمح والمروي بمياه سد العظيم.

مؤشرات الأداء الاقتصادي	الدونم المزروع بالقمح والمروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي	الدونم المزروع بالقمح والمروي بمياه سد العظيم بطريقة الري المحوري	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
نسبة تكاليف الري من التكاليف الكلية (%)	13.51	18.37	0.000	%0.1
نسبة تكاليف الري من التكاليف المتغيرة (%)	20.65	30.25	0.000	%0.1
تكلفة مياه الري للكغم (دينار/كغم)	24.4	18.25	0.775	-
تكلفة م3 من مياه الري (دينار/م^3)	34.37	52.1	0.000	%0.1
احتياجات الكغم من مياه الري (م^3/كغم)	1.69	1.11	0.000	%0.1
إنتاجية م^3 من مياه الري (كغم/م^3)	0.71	1.05	0.000	%0.1

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام 2022.

من خلال استعراض الجدول (3)، فإن اختبارT يُظهر وجود فروق معنوية بين طرائق ري محصول القمح بالمياه الجوفية فيما يتعلق بعدد من مؤشرات الكفاءة التقنية ، حيث كانت نسبة تكاليف الري من التكاليف الكلية عند استخدام طريقة الري السطحي أقل من نظيرتها عند الاعتماد على الري المحوري (16.34% مقابل 19.33%). وساد الأمر ذاته عند النظر في نسبة تكاليف الري من التكاليف المتغيرة ، إذ كانت النسبة منخفضة في طريقة الري السطحي (24.31%) عنه في طريقة الري المحوري (30.89%). وتجدر الإشارة هنا أن الفروق المعنوية السابقة كانت عند مستوى الدلالة 0.1% الذي عكس أيضاً مستوى الفروق المعنوية بين طرائق الري بالنسبة للمؤشر التقني "تكلفة م^3 من مياه الري". وفي هذا السياق ، كانت التكلفة عند استخدام طريقة الري السطحي والتي بلغت 31.24 دينار/م^3 أقل من نظيرتها عند الاعتماد على طريقة الري المحوري (39.39 دينار/م^3). وأخيراً ، كان هناك فروق معنوية بين طريقة الري السطحي ، وطريقة الري المحوري بالنسبة لتكلفة الكغم الواحد من محصول القمح المروي بالمياه الجوفية من مياه الري (بلغت قيمة المعنوية 0.016 عند مستوى الدلالة 5%)، إذ كانت التكلفة منخفضة في طريقة الري السطحي (13.59 دينار/كغم) عنه في طريقة الري المحوري (18.16 دينار/كغم). إن هذه النتيجة بالإضافة إلى النتائج السابقة يمكن أن تنسب لارتفاع تكاليف التقانات الحديثة في الري مقارنة بالتقانات التقليدية (خلف والعزاوي، 2014: 13).

2- الكفاءة الاقتصادية لأساليب استخدام مياه الري

تكمن أهمية الكفاءة الاقتصادية في كونها تعكس مدى النجاح في استخدام الموارد الاقتصادية موضوع الدراسة بالشكل الذي يعظّم الغاية منها. ويتم تحديدها من خلال مجموعة من المؤشرات ، منها ما تنتجه الوحدة النقدية الواحدة من المورد كمياه الري، حيث وُجد أنها 9.08 دينار عند ري محصول الرقي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي (الشكل2). تشير هذه النتيجة إلى أن كل دينار تم صرفه بهدف ري المحصول أعطى حوالي 9 دنانير كناتج إجمالي. كما أنها تعتبر منخفضة ، وخاصة إذا ما تم مقارنتها مع نظرائها لمحاصيل أخرى كالبصل (57.9 جنيه)، والثوم (39.7 جنيه)، وقصب السكر (18.8 جنيه)، وبنجر السكر (24.7 جنيه) (انظر، صالح، 2018: 871). بالنسبة للمؤشرات الأخرى للكفاءة الاقتصادية ، فقد تبيّن أن كل م^3 من مياه سد العظيم استخدم لري محصول الرقي بالطريقة السطحية أعطى 630.62 دينار/م^3 كناتج إجمالي، و169.29 دينار/م^3 كدخل

الجدول (3): اختبارT ومؤشرات الكفاءة التقنية للدونم المزروع بالقمح والمروي بالمياه الجوفية.

مؤشرات الأداء الاقتصادي	الدونم المزروع بالقمح والمروي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي	الدونم المزروع بالقمح والمروي بالمياه الجوفية بطريقة الري بالمحوري	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
نسبة تكاليف الري من التكاليف الكلية (%)	16.34	19.33	0.000	%0.1
نسبة تكاليف الري من التكاليف المتغيرة (%)	24.31	30.89	0.000	%0.1
تكلفة مياه الري للكغم (دينار/كغم)	13.59	18.16	0.016	%5
تكلفة م3 من مياه الري (دينار/م^3)	31.24	39.39	0.000	%0.1
احتياجات الكغم من مياه الري (م^3/كغم)	1.61	1.55	0.567	-
إنتاجية م^3 من مياه الري (كغم/م^3)	0.68	0.75	0.098	-

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام 2022.

صافي . هذه النتائج ما هي إلا انعكاس لارتفاع قيمة الناتج الإجمالي المتحصل عليه نتيجة لزراعة الدونم بمحصول الرقي في محافظة ديالى ، وانخفاض دخله الصافي . وفيما يتعلق بالمقارنة بين طريقة الري السطحي ، وطريقة الري بالتنقيط لمحصول الرقي المروي بالمياه الجوفية بالنسبة للمؤشرات المدروسة للكفاءة الاقتصادية ، فلم تُظهر النتائج وجود أية فروق معنوية (الجدول 4). في هذا السياق ، بلغ عائد الوحدة النقدية (الدينار) من تكلفة مياه الري عند استخدام طريقة الري السطحي ، وطريقة الري بالتنقيط 5.45 دينار، و5.14 دينار على التوالي . من جهة أخرى ، كان عائد م^3 من مياه الري عند الاعتماد على طريقة الري السطحي 331.38 دينار/م^3 ، في حين بلغ نظيره عند الاعتماد على طريقة الري بالتنقيط 384.39 دينار/م^3. وأخيراً ، سجل صافي عائد م^3 من مياه الري المُستخدمة بطريقة الري السطحي 90.2 دينار/م^3، بينما كان الصافي عند الاعتماد على طريقة الري بالتنقيط 91.78 دينار/م^3. إن النتائج السابقة لا تتفق من الأدبيات المرجعية ذات الصلة التي تجادل أن الأساليب الحديثة في الري (الري بالتنقيط) قد أثبتت فعّاليتها لجهة الاستفادة من وحدة المياه وزيادة العوائد المرتبطة بها (عبد المجيد وآخرون، 2017: 106-107).

الجدول (4): اختبارT ومؤشرات الكفاءة الاقتصادية للدونم المزروع بالرقي والمروي بالمياه الجوفية.

مؤشرات الكفاءة الاقتصادية	الدونم المزروع بالرقي والمروي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي	الدونم المزروع بالرقي والمروي بالمياه الجوفية بطريقة الري بالتنقيط	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
عائد الوحدة النقدية من تكلفة مياه الري (دينار)	5.45	5.14	0.464	-
عائد م^3 من مياه الري (دينار/م^3)	331.38	384.39	0.261	-
صافي عائد م^3 من مياه الري (دينار/م^3)	90.2	91.78	0.843	-

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام 2022.

من خلال استعراض الجدول (5) ، فإن اختبارT يُظهر وجود فروق معنوية عند مستوى الدلالة 0.1% بين طريقة الري السطحي ، وطريقة الري المحوري لمحصول القمح المروي بمياه سد العظيم فقط بالنسبة لمؤشرات الكفاءة الاقتصادية "عائد م^3 من مياه الري"، و"صافي عائد م^3 من مياه الري". فعائد م^3 من مياه الري المستخدمة بطريقة الري المحوري تجاوزت نظيرتها لطريقة الري السطحي (699.78 دينار/م^3 مقابل 455.74 دينار/م^3). وكذلك الأمر بالنسبة لصافي عائد م^3 من مياه الري ، حيث كان الصافي 449.9 دينار/م^{3}عند الاعتماد على طريقة الري المحوري ، وفقط 219.88 دينار/م^3 عند استخدام طريقة الري السطحي . هذه النتائج تتفق مع ما تم الإشارة إليه في الكثير من الأدبيات المرجعية ذات الصلة التي أفادت بأن الطرائق الحديثة في الري (الري المحوري) تتمتع بكفاءة أعلى مقارنة بالطرائق التقليدية (الري السطحي) لجهة العوائد والربحية المحققة (انظر مثلاً، كمال الدين وآخرون، 2012: 46). من جهة أخرى ، سجل عائد الوحدة النقدية من تكلفة مياه الري لطريقة الري المحوري ، وطريقة الري السطحي 16.84 دينار، و17.96 دينار على الترتيب ، وكانت الفروق بين القيمتين فقط ظاهرية .

الجدول (5): اختبارT ومؤشرات الكفاءة الاقتصادية للدونم المزروع بالقمح والمروي بمياه سد العظيم.

مؤشرات الكفاءة الاقتصادية	الدونم المزروع بالقمح والمروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي	الدونم المزروع بالقمح والمروي بمياه سد العظيم بطريقة الري المحوري	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
عائد الوحدة النقدية من تكلفة مياه الري (دينار)	17.96	16.84	0.476	-
عائد م^3 من مياه الري (دينار/م^3)	455.74	699.78	0.000	%0.1
صافي عائد م^3 من مياه الري (دينار/م^3)	219.88	449.9	0.000	%0.1

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام 2022.

بخلاف ما سبق ، فإن اختبارT في الجدول (6) لا يُظهر وجود أي فروق معنوية بين طريقة الري السطحي ، وطريقة الري المحوري لمحصول القمح المروي بالمياه الجوفية بالنسبة لجميع مؤشرات الكفاءة الاقتصادية المدروسة . فعائد الوحدة النقدية من تكلفة مياه الري عند استخدام طريقة الري السطحي ، وطريقة الري المحوري بلغ 16.33 دينار، و14.73 دينار على التوالي. أما عائد م^3 من مياه الري فكان 482.36 دينار/م^3 لطريقة الري السطحي ، و545.69 دينار/م^3 لطريقة الري المحوري ، بينما سجل صافي عائد م^3 من مياه الري عند استخدام طريقة الري السطحي 293.37 دينار/م^3، وعند الاعتماد على طريقة الري المحوري 348.61دينار/م^3. إن هذه النتائج بطبيعة الحال لا تنسجم مع ما هو متعارف عليه لجهة أداء تقانات الري الحديثة (الري المحوري) ، وتفوقها على تقانات الري التقليدية (الري السطحي)، كما أنها تؤكد أن تبني الطرائق الحديثة في الري هو شرطاً ليس كافياً لتحقيق الكفاءة الأعلى.

الجدول (6): اختبارT ومؤشرات الكفاءة الاقتصادية للدونم المزروع بالقمح والمروي بالمياه الجوفية.

مؤشرات الكفاءة الاقتصادية	الدونم المزروع بالقمح والمروي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي	الدونم المزروع بالقمح والمروي بالمياه الجوفية بطريقة الري المحوري	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
عائد الوحدة النقدية من تكلفة مياه الري (دينار)	16.33	14.73	0.12	-
عائد م^3 من مياه الري (دينار/م^3)	482.36	545.69	0.06	-
صافي عائد م^3 من مياه الري (دينار/م^3)	293.37	348.61	0.09	-

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام .2022

3- تحليل مغلف البيانات.

استناداً إلى صالح وجبارة (2002: 129)، فإن المزرعة التي تتمتع بالكفاءة الاقتصادية وفقاً لتحليل مغلف البيانات هي المزرعة التي تنتج أعلى مستوى من الإنتاج من المدخلات نفسها مقارنة مع مزرعة أخرى. وهكذا، يتطلب تحقيق الكفاءة الاقتصادية استخدام للموارد الإنتاجية انطلاقاً من أسلوب اقتصادي عملي يهدف إلى خفض التكاليف وتحقيق أكبر قدر ممكن من العائد الاقتصادي. وتجدر الإشارة هنا، أن الكفاءة الاقتصادية تتمثّل بالكفاءة التقنية (Technical Efficiency) وبالكفاءة التخصيصية (ALlocative Efficiency)، حيث يمكن تحديد الكفاءة التقنية لمزرعة ما من خلال المعادلة التالية:

TE =الإنتاج الأمثل/الإنتاج الفعلي

عندما يكون الإنتاج الفعلي مساوٍ للإنتاج الأمثل فإن الكفاءة التقنية للمزرعة تكون تامة، إذ تحقق المزرعة الطاقة الإنتاجية القصوى من مجموعة محددة من المدخلات. أما الوصول إلى الكفاءة الاقتصادية فيحتاج أيضاً استخدام المزيج الأمثل من المدخلات في ضوء الأسعار النسبية التي تحقق أعلى عائد اقتصادي بأقل التكاليف (أي أن تكون المزرعة كفؤة تخصيصياً). ويتم حساب الكفاءة التخصيصية من خلال المعادلة التالية:

$$AE = EE/TE \quad 1$$

حيث أن: AE: الكفاءة التخصيصية، EE: الكفاءة الاقتصادية، TE: الكفاءة التقنية.

بناءً على ما تقدم، ونظراً لأهمية تحليل مغلف البيانات في دراسة الكفاءة الاقتصادية لاستخدام مياه الري لمختلف المحاصيل (انظر مثلاً، النعيمي وأحمد، 2012: 93-94؛ كيشار، 2015: 440-441؛ شطا وآخرون، 2016: 576؛ شلطف، 2021: 16-17)، تم استخدام التحليل في البحث للغرض ذاته، إذ تمثّلت المخرجات بالإنتاج الإجمالي الذي حققته كل مزرعة، في حين

عكست بنود الموارد الإنتاجية كالأرض، والبذّار، والأسمدة، ومواد المكافحة، والمياه، والوقود، والزيوت، والشحوم، والأسعار ذات الصلة المخرجات. بالنسبة للتوجيه الذي تم الأخذ به في التحليل فكان التوجيه الإدخالي (Input-Orientated Model) لأنه الأكثر تطبيقاً، حيث يقيس الكفاءة في ظل السعي لتقليل المدخلات عند بقاء المخرجات بنفس المستوى. كذلك تم اعتماد فرضية العائد المتغير للسعة (Variable Return to Scale)، وإهمال الفرضية الأخرى المتمثّلة بالعائد الثابت للسعة (Constant Return to Scale) كونها أقل واقعية (الرسول والعمر،2012: 17-21). وهكذا، فإن الكفاءة التقنية استناداً للنموذج الذي تم اختياره تأخذ الشكل التالي:

$$\text{Min}_{\lambda\,,\,xi^*}\ w_i'x_{.i}^*$$

$$-y_i + Y\lambda \geq 0 \quad \text{Subject to :}$$
$$\theta x_{.i}^* - X\lambda \geq 0,$$
$$i = 1\,,\,2\,\ldots\ldots\ldots\ldots\,N$$
$$N_i'\lambda = 1$$
$$\geq 0\lambda$$

حيث أن: x_i: قيمة المدخلات، y_i: قيمة المخرجات، X: مصفوفة المدخلات، Y: مصفوفة المخرجات، $x_{.i}^*$: متجهة الكمياتِ المستخدمة من المدخلات، λ = متجهة N*I وتمثّل أوزاناً قياسية، w_i: أسعار المدخلات المستخدمة، i: وحدات صناعة القرار، θ: مؤشر الكفاءة التقنية لوحدة صناعة القرار.

أما الكفاءة الاقتصادية فتحسب من خلال قسمة تدنية التكاليف على التكاليف الملاحظة باستخدام المعادلة التالية (Coelli, 1996: 18-25):

$$EE_i = w_i'x_i^*/\ w_i'x_i$$

عند تطبيق تحليل مغلف البيانات على محصول الرقي المروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي ، حيث بلغ متوسط الكفاءة التقنية 0.997%. بما أن المتوسط اقترب كثيراً من 100%، مما يعني أن المزارعين ذي الصلة يمكنهم زيادة إنتاجهم بنسبة ضئيلة جداً (0.003%) للوصول إلى الكفاءة الكاملة (100%) دون أي زيادة في كمية الموارد الإنتاجية الموظّفة، وأنهم يستخدمون هذه الموارد بشكل يشابه إلى حد بعيد جداً الاستخدام الأمثل.

فيما يتعلق بالكفاءة التخصيصية فلم تصل إلى الكفاءة الكاملة، إذ كانت وسطياً 0.626%. مما يعني وجود إمكانية كبيرة لإعادة توزيع الموارد الاقتصادية لتوفير 0.374% من إجمالي التكاليف الإنتاجية مع بقاء الإنتاج الإجمالي عما هو عليه، مع الأخذ بعين الاعتبار أن المزارعين لم يهتموا بالعلاقات السعرية، وقد يعود هذا الأمر لصعوبة تحكمهم بهذه العلاقات (النعيمي وأحمد، 2012: 97). ومن نتائج الكفاءة التقنية والكفاءة التخصيصية الآنفة الذكر تم الحصول على الكفاءة الاقتصادية، حيث بلغت وسطياً 0.625%. وما هذا المستوى إلا انعكاس لحجم الكفاءة التخصيصية المتدني، ودلالة على أن المزارعين يستطيعون تحقيق الإنتاج الإجمالي ذاته من خلال إما تخفيض تكاليف الإنتاج، أو تقليل كميات الموارد الإنتاجية المستخدمة بنسبة 0.375%.

بالنسبة لاستخدام اختبار T لمقارنة نتائج تحليل مغلف البيانات لطرائق ري محصول الرقي المروي بالمياه الجوفية فإن الجدول (7) يشير إلى عدم وجود فروق معنوية بين طريقة الري السطحي وطريقة الري بالتنقيط فيما يتعلق بالكفاءة التقنية، حيث بلغت 0.995%، و0.993% على الترتيب. على أي حال، إن هذه النتائج التي تقترب إلى حد ما من 100% تدل على أن جميع مزارعي الرقي يستخدمون الموارد الإنتاجية بشكل يشابه إلى حد بعيد الاستخدام الأمثل. كما أنها توضّح أن مزارعي الرقي الذين روّوا محصولهم بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي يمكنهم زيادة الكميات المنتجة لديهم بنسبة تصل إلى 0.005% للوصول للكفاءة الكاملة (100%) دون إحداث زيادة في كمية الموارد الإنتاجية المستخدمة، بينما يستطيع نظرائهم الذين اعتمدوا على طريقة الري بالتنقيط زيادة إنتاجهم بنسبة أكبر تبلغ 0.007% لتحقيق الأمر ذاته.

من جهة أخرى، كان هناك فروق معنوية بين مزارعي الرقي الذين روّوا محصولهم بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي ونظرائهم الذين اعتمدوا على طريقة الري بالتنقيط بالنسبة لمؤشر الكفاءة التخصيصية، إذ بلغت قيمة المعنوية 0.000 عند مستوى الدلالة 0.01%. وعلى الرغم من أن قيمة الكفاءة لمزارعي الرقي الذين استخدموا المياه الجوفية بطريقة الري السطحي (0.803%) كانت أكبر من نظيرتها لمزارعي الرقي الذين استخدموا المياه الجوفية بطريقة الري بالتنقيط (0.565%)، فإن كلتا المجموعتين من المزارعين كانوا بعيدين عن تحقيق الكفاءة الكاملة. كذلك فإن المجموعة الأولى من المزارعين تستطيع إعادة توزيع مواردها الاقتصادية لتوفير 0.197% من إجمالي تكاليفها الإنتاجية مع بقاء إنتاجها الإجمالي كما هو، في حين يمكن للمجموعة الثانية من المزارعين توفير 0.435% من إجمالي تكاليفها الإنتاجية مع بقاء إنتاجها الإجمالي عما هو عليه من خلال إعادة توزيع مواردها الاقتصادية.

بشكل مشابه للكفاءة التخصيصية، كانت الفروق بين مزارعي الرقي الذين روّوا محصولهم بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي ونظرائهم الذين استخدموا طريقة الري بالتنقيط بالنسبة لمؤشر الكفاءة الاقتصادية معنوية، إذ بلغت قيمتها 0.000 عند مستوى الدلالة 0.1%. وفي هذا السياق، كانت قيمة الكفاءة عند الاعتماد على طريقة الري السطحي 0.8%، بينما انخفضت عند استخدام طريقة الري بالتنقيط إلى 0.562%. وفي كلتا الحاليتين لم تكن الكفاءة الاقتصادية كاملة. كما أن مزارعي الرقي الذين استخدموا المياه الجوفية بطريقة الري السطحي يستطيعون الوصول إلى الإنتاج الإجمالي ذاته عبر إما خفض تكاليفهم الإنتاجية، أو التقليل من كميات مواردهم الإنتاجية بنسبة 0.2%، في حين أنه يمكن لنظرائهم الذين اعتمدوا على طريقة الري بالتنقيط تحقيق الأمر ذاته من خلال إما خفض تكاليفهم الإنتاجية، أو التقليل من كميات مواردهم الإنتاجية وإنما بنسبة 0.438%.

الجدول (7): اختبارT ونتائج تحليل مغلف البيانات للرقي المروي بالمياه الجوفية.

نتائج تحليل مغلف البيانات	الرقي المروي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي	الرقي المروي بالمياه الجوفية بطريقة الري بالتنقيط	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
الكفاءة التقنية (%)	0.995	0.993	0.501	-
الكفاءة التخصيصية (%)	0.803	0.565	0.000	%0.1
الكفاءة الاقتصادية (%)	0.8	0.562	0.000	%0.1

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام 2022.

عند النظر في الكفاءة التقنية لمحصول القمح المروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي، وبطريقة الري المحوري فوُجد أنها كاملة (بلغت 100% لكلتا الطريقتين). مما يعني أن مزارعي طريقتي الري يستخدمون الموارد الإنتاجية بالشكل الأمثل ، ولا توجد أمامهم أية فرصة لزيادة كمياتهم المنتجة دون تحقيق أية زيادة في مستويات مواردهم الإنتاجية (AlFraj and Hamo, 2022: 2). كذلك، فإن اختبار T لم يظهر أي فروق معنوية بين الطريقتين بالنسبة لمؤشر الكفاءة التقنية (الجدول 8). أما بالنسبة لمؤشر الكفاءة التخصيصية فقد اختلفت نتائج تحليل مغلف البيانات جذرياً، حيث كانت الفروق معنوية عند مستوى الدلالة 0.1%، وكانت قيمة المؤشر لمزارعي القمح الذين روّوا محصولهم بمياه سد العظيم بطريقة الري المحوري (0.795) أعلى من نظيرتها عند استخدام طريقة الري السطحي (0.519). وبما أن القيمتين لم تصلا إلى 100%، فإن الكفاءة التخصيصية للطريقتين لم تكن كاملة. عليه، يستطيع مزارعو القمح الذين استخدموا مياه سد العظيم بطريقة الري السطحي إعادة توزيع مواردهم الاقتصادية لتوفير 0.481% من إجمالي تكاليفها الإنتاجية دون إحداث أي تغيير في إنتاجها الإجمالي، بينما يمكن لنظرائهم الذين اعتمدوا على طريقة الري المحوري فعل الأمر ذاته لتوفير 0.205% من إجمالي تكاليفها الإنتاجية مع بقاء إنتاجها الإجمالي عما هو عليه.

الجدول (8): اختبارT ونتائج تحليل مغلف البيانات للقمح المروي بمياه سد العظيم.

نتائج تحليل مغلف البيانات	القمح المروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي	القمح المروي بمياه سد العظيم بطريقة الري المحوري	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
الكفاءة التقنية (%)[3]	1	1	-	-
الكفاءة التخصيصية (%)	0.519	0.795	0.000	%0.1
الكفاءة الاقتصادية (%)	0.519	0.795	0.000	%0.1

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام 2022.

بشكل مشابه تماماً للكفاءة التخصيصية كانت النتائج المتعلقة بالكفاءة الاقتصادية، إذ وُجد أن الفروق بين قيمتي المؤشر لطريقتي الري (الري السطحي، والري المحوري) معنوية عند مستوى الدلالة 0.1%، وأن القيمة لمزارعي القمح الذين استخدموا مياه سد العظيم بطريقة الري المحوري (0.795) أعلى من نظيرتها عند الاعتماد على طريقة الري السطحي (0.519). كذلك – وبما أن الكفاءة الاقتصادية الكاملة لم تتحقق – فإن مزارعي القمح الذين استخدموا مياه سد العظيم بطريقة الري السطحي يستطيعون الوصول إلى إنتاجهم الإجمالي ذاته من خلال إما خفض تكاليفهم الإنتاجية، أو التقليل من كميات

[3] عندما تكون قيمة مؤشر الكفاءة التقنية تساوي الواحد الصحيح، فتتساوى عندها قيمة مؤشر الكفاءة التخصيصية مع قيمة مؤشر الكفاءة الاقتصادية، لأن الكفاءة التقنية = الكفاءة الاقتصادية / الكفاءة التخصيصية.

مواردهم الإنتاجية بنسبة 0.205%، بينما يمكن لنظرائهم الذين اعتمدوا على طريقة الري المحوري تحقيق الأمر ذاته من خلال إما خفض تكاليفهم الإنتاجية، أو التقليل من كميات مواردهم الإنتاجية، ولكن بنسبة 0.481%.

من خلال استعراض الجدول (9) يتبيّن أن اختبارT لا يظهر أي فروق معنوية بين طريقة الري السطحي، وطريقة الري المحوري لمحصول القمح المروي بالمياه الجوفية بالنسبة لمؤشر الكفاءة التقنية، إذ كانت الكفاءة كاملة وبلغت 100% لكلتا الطريقتين. هذا بدوره يلفت الانتباه إلى أن المزارعين يستخدمون مواردهم الإنتاجية بالشكل الأمثل، وأن لا فرصة لديهم لزيادة كمياتهم المنتجة دون إحداث زيادة ما في مستويات مواردهم الإنتاجية. بشكل مخالف لما سبق، فإن اختبارT يشير إلى وجود فروق معنوية عند مستوى الدلالة 1% بين طريقة الري السطحي، وطريقة الري المحوري لمحصول القمح المروي بالمياه الجوفية بالنسبة لمؤشر الكفاءة التخصيصية، حيث كانت القيمة عند استخدام طريقة الري السطحي (0.779) أعلى من نظيرتها عند الاعتماد على طريقة الري المحوري (0.681). وهكذا، يمكن لمزارعي القمح الذين تبنّوا طريقة الري السطحي توفير 0.221% من إجمالي تكاليفها الإنتاجية دون إحداث تغيير يذكر في إنتاجها الإجمالي من خلال إعادة توزيع مواردهم الاقتصادية، في حين يستطيع نظرائهم الذين اعتمدوا على طريقة الري المحوري توفير 0.319% من إجمالي تكاليفها الإنتاجية مع بقاء إنتاجها الإجمالي عما هو عليه عند القيام بالفعل ذاته. وعند النظر في نتائج اختبارT لمقارنة الكفاءة الاقتصادية بين طريقة الري السطحي، وطريقة الري المحوري لمحصول القمح المروي بالمياه الجوفية وُجد أن النتائج مشابهة تماماً لتلك المتعلقة بالكفاءة التخصيصية، إذ كانت الفروق معنوية عند مستوى الدلالة 1%. كما وتغلبت الكفاءة الاقتصادية لطريقة الري السطحي التي بلغت 0.779 على نظيرتها لطريقة الري المحوري التي قُدرت بـ 0.681. بناءً عليه، فإن الكفاءة الاقتصادية لكلتا الطريقتين لم تكن كاملة، حيث لم تصل إلى 100%. كذلك، يستطيع مزارعو القمح الذين روّوا محصولهم بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي الوصول إلى إنتاجهم الإجمالي ذاته عبر إما خفض تكاليفهم الإنتاجية، أو التقليل من كميات مواردهم الإنتاجية بنسبة 0.221%، في حين يمكن لنظرائهم الذين استخدموا طريقة الري المحوري تحقيق الهدف ذاته من خلال إما خفض تكاليفهم الإنتاجية، أو التقليل من كميات مواردهم الإنتاجية بنسبة 0.319%.

الجدول (9): اختبارT ونتائج تحليل مغلف البيانات للقمح المروي بالمياه الجوفية.

نتائج تحليل مغلف البيانات	القمح المروي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي	القمح المروي بالمياه الجوفية بطريقة الري المحوري	اختبار T	
			المعنوية	مستوى الدلالة
الكفاءة التقنية (%)	1	1	-	-
الكفاءة التخصيصية (%)	0.779	0.681	0.001	%1
الكفاءة الاقتصادية (%)	0.779	0.681	0.001	%1

المصدر: تحليل بيانات استمارات الاستبيان لعام 2022.

إن النتائج التي تم التوصل إليها في المبحث والتي ترتبط بتحليل عدد من المؤشرات المتعلقة بالكفاءة التقنية والكفاءة الاقتصادية لطرائق استخدام مياه سد العظيم والمياه الجوفية لري محصولي الرقي والقمح تبيّن أن تبنّي التقانات الحديثة في الري (الري بالتنقيط، والري المحوري) ليس شرطاً كافياً لتفوق الكفاءات ذات الصلة على نظرائها عند استخدام التقانات التقليدية (الري السطحي). وتجدر الإشارة هنا، إلى أهمية إدارة مختلف العمليات الزراعية وبوجه خاص عملية الري بشكل عقلاني وسليم لجهة مثلاً الالتزام بالمقننات المائية، واستخدام مختلف الموارد الإنتاجية بأقل الكميات والتكلفة ممكنة. على أي حال، إن الإضاءة على مختلف طرائق الري لا تتوقف عند الكفاءات المحقّقة على أهميتها، بل أن هناك مواضيع أخرى كالعلاقة بين كميات المياه المستخدمة والإنتاج، والعوامل المؤثرة في طرائق الري المُختارة وكفاءتها يجدر دراستها وتحليلها.

الاستنتاجات

1. بلغت نسبة تكاليف ري الدونم الواحد المزروع بمحصول الرقي والمروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي من التكاليف الكلية ، ومن التكاليف المتغيرة 17.69% ، و26.55% على الترتيب . أما متوسط تكلفة مياه الري لكل كغم من محصول الرقي ، فقد قُدرت بـ 29.16 دينار/كغم (أي ما يعادل 9.17%) .
2. وسجلت نسبة تكاليف الري من التكاليف المتغيرة عند الري سطحياً والري بالتنقيط 39.4%، و41.06%على الترتيب . وكانت تكلفة الكغم من محصول الرقي المروي بالمياه الجوفية بطريقة الري السطحي ، وبطريقة الري بالتنقيط من مياه الري 47.14 دينار/كغم، و47.68 دينار/كغم على التوالي. وأنتج م^3 من مياه الري عند الاعتماد على الري السطحي 1.69 كغم/م^3، بينما أعطى م^3 من مياه الري عند استخدام الري بالتنقيط 1.82 كغم/م.^{3}
3. عند مقارنة مؤشرات الكفاءة التقنية لطرائق ري محصول القمح بمياه سد العظيم ، تبيّن وجود فروق معنوية لجميعها عند مستوى الدلالة 0.1% ماعدا المؤشر "تكلفة مياه الري للكغم" .

4. أن نسبة تكاليف الري من التكاليف الكلية لطريقة الري السطحي لمحصول القمح ، قد بلغت 13.51%، وكانت أقل من نظيرتها عند استخدام طريقة الري المحوري التي سجلت 18.37%.
5. فيما يتعلق بالمقارنة بين طريقة الري السطحي ، وطريقة الري بالتنقيط لمحصول الرقي المروي بالمياه الجوفية بالنسبة للمؤشرات المدروسة للكفاءة الاقتصادية ، فلم تُظهر النتائج وجود أية فروق معنوية . في هذا السياق ، فقد بلغ عائد الوحدة النقدية (الدينار) من تكلفة مياه الري عند استخدام طريقة الري السطحي ، وطريقة الري بالتنقيط 5.45 دينار، و5.14 دينار على التوالي . من جهة أخرى ، كان عائد م^3 من مياه الري عند الاعتماد على طريقة الري السطحي 331.38 دينار/م^3 ، في حين بلغ نظيره عند الاعتماد على طريقة الري بالتنقيط 384.39 دينار/م^3 ، كما سجل صافي عائد م^3 من مياه الري المُستخدمة بطريقة الري السطحي 90.2 دينار/م^3، بينما كان الصافي عند الاعتماد على طريقة الري بالتنقيط 91.78 دينار/م.^{3}

6. بلغ متوسط الكفاءة التقنية 0.997%، وبما أن المتوسط اقترب كثيراً من 100%، مما يعني أن المزارعين ذي الصلة يمكنهم زيادة إنتاجهم بنسبة ضئيلة جداً (0.003%) للوصول إلى الكفاءة الكاملة (100%) دون أي زيادة في كمية الموارد الإنتاجية الموظّفة، وأنهم يستخدمون هذه الموارد بشكل يشابه إلى حد بعيد جداً الاستخدام الأمثل.

7. عند النظر في الكفاءة التقنية لمحصول القمح المروي بمياه سد العظيم بطريقة الري السطحي، وبطريقة الري المحوري فوُجد أنها كاملة (بلغت 100% لكلتا الطريقتين)، مما يعني أن مزارعي طريقتي الري يستخدمون الموارد الإنتاجية بالشكل الأمثل، ولا توجد أمامهم أية فرصة لزيادة كمياتهم المنتجة دون تحقيق أية زيادة في مستويات مواردهم الإنتاجية .

المصادر:

1. صدراتي، عدلان، (2013)، حوكمة المياه كخيار استراتيجي لتحقيق أهداف التنمية المستدامة.: دراسة مقارنة بين الجزائر وكندا. رسالة ماجستير، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة فرحات عباس (سطيف)2013 :11-.13

2. حراق، مصباح، وهبول، محمد، (2019)، كفاءة استخدام الموارد المائية في القطاع الزراعي العربي، ودورها في تحقيق تنمية زراعية مستدامة. مجلة الاقتصاد الجديد، المجلد 10، العدد (2)، الصفحات: 173-.195

3. كدودة، عادل، (2018)، اقتصاديات الموارد المائية في القطاع الزراعي بالوطن العربي دراسة حالة الجزائر. أطروحة دكتوراه، قسم العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر بسكرة 2018 : 5-.6

4. فرحان، علاء كاظم، ومحمد، عبد المنعم رجب، وحسانين، طاهر محمد، وإسماعيل، محمد رمضان، (2017)، دراسة تحليلية لاقتصاديات استخدام مياه الري في إنتاج بعض المحاصيل الزراعية في جمهورية العراق. مجلة البحوث الزراعية، المجلد 44، العدد (4)، الصفحات: 1469-1484.

5. العزاوي، رعد رحيم حمود، وخلف، قيس ياسين، (2014)، الطرق والتقانات المستخدمة في حفظ وزيادة الموارد المائية في العراق: الكلمة المفتاح (حفظ المياه). مجلة ديالى، العدد (66)، الصفحة:.13

6. طيوب، محمود، والحداد، خلدون أحمد، (2015)، الاستثمار الأمثل للموارد المائية في القطاع الزراعي: دراسة تطبيقية في المنطقة الساحلية خلال الفترة (2002-2012). مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية، المجلد 37، العدد (1)، الصفحات: 173-.197

7. شلطف، ميرفت أنيس، (2021) اقتصاديات الري الحديث في ظل الظروف الراهنة في محافظة ريف دمشق. أطروحة دكتوراه، جامعة دمشق 2021 :16-.124

8. صالح، عادل محمد عبد الوهاب، (2019)، المردود الاقتصادي الكمي والقيمي لمياه الري المستخدمة في إنتاج بعض المحاصيل الحقلية. مجلة البحوث الزراعية، المجلد 97، العدد (2)، الصفحات: 857-874.

9. كمال الدين، كنان، وننه، بشار، والشلق، محمد بشار، وعبد العزيز، علي، (2012)، العوامل المؤثرة في تبني تقنية الري بالرذاذ لمحصول القمح المروي من المياه الجوفية في منطقتي الاستقرار الأولى والثانية في محافظتي حلب وادلب. مجلة اتحاد الجامعات العربية، المجلد 20، العدد (1)، الصفحات: 45-57.

10. جمهورية العراق - وزارة الموارد المائية – دائرة التخطيط والمتابعة – قسم السياسات البيئية – مناسيب الخزن المتحققة في لبحيرة سد العظيم للمدة (2001-2021).

11. حميدان، عدنان عباس، والجراد، خلف مطر، (2004)، الأمن المائي العربي ومسألة المياه في الوطن العربي (دراسة اقتصادية احصائية سكانية وسياسية لواقع تطور مسألة المياه وآفاقها في الوطن العربي وانعكاساتها على الأمن المائي العربي). مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية. المجلد 22، العدد (2)، الصفحات: 7-39.

12. كيشار، ياسمين صلاح عبد الرزاق، (2015)، دراسة اقتصادية لكفاءة استخدام مياه الري لأهم المحاصيل المستهلكة للمياه في الزراعة المصرية. مجلة الإسكندرية للبحوث الزراعية، المجلد 60، العدد (3)، الصفحات: 439-452.

13. المحمدي، مناور عيد حمد، (2015)، الإدارة المتكاملة للموارد المائية في محافظة الأنبار. أطروحة دكتوراه، جامعة سانت كلمنتس (2015, 10).

14. الرسول، أحمد أبو اليزيد، والعمر، إبراهيم بن صالح، (2012)، دراسة اقتصادية تحليلية لكفاءة استخدام الموارد المائية في الري: دراسة ميدانية بمزارع منطقة القصيم. استرجعت في 19 كانون الأول 2023 من https://mpra.ub.uni-muenchen.de/98655/.

15. شطا، محمد علي، والقبلاوي، مصطفى عبد ربه، ومحمود، هبة الله علي، وطه، عزة فهمي، (2016)، الكفاءة الاقتصادية لأثر استخدام نوعيات من المياه الإروائية على إنتاج محصول الأرز في محافظة كفر الشيخ. مجلة الاقتصاد الزراعي والعلوم الاجتماعية، المجلد 7، العدد (5)، الصفحات: 575-580.

16. عبد المجيد، غالية، والضرير، عبد الناصر، وعلو، محمد أمين، وأرسلان، أويديس، (2017)، دراسة تأثير مستويات مختلفة من الري والتغطية بالملش في مردود القطن وكفاءة استخدام المياه. المجلة السورية للبحوث الزراعية، المجلد 4، العدد (2)، الصفحات: 106-119.

17. النعيمي، سالم يونس، وأحمد، زينة سعد الله، (2012)، تقدير الكفاءة الاقتصادية للري التكميلي في الزراعة الدينية. مجلة زراعة الرافدين، المجلد 40، العدد (4)، الصفحات: 92-103.

18. أفحيمة، جمعة عبد السلام، وسعد، أحمد محمد، (2012)، دراسة مقارنة لتقييم الكفاءة الاقتصادية لمورد المياه المستخدم في زراعة الحبوب المروية بمنطقتي فزان والجبل الأخضر. المجلة الدولية لمركز البحوث الزراعية الليبية، المجلد 3، الصفحات: 1154-1161.

19. AlFraj, N., and Hamo, A. (2022). Evaluation of Technical Efficiency of Some Rain-Fed Cereal and Legume Crops Production in Syria: Does Crisis Matter? Agriculture & Food Security, 11 (49):1-12.

20. Coelli, T. J. (1996). A Guide to Deap Version 2.1: A Data Envelopment Analysis. CEPA Working, Department of Econometrics, University of New England, Armidale.

21. Krejcie, R.V., & Morgan, D.W., (1970). Determining Sample Size for Research Activities. Educational and Psychological Measurement .

22-HLPE. (2015). Water for Food Security and Nutrition. A Report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome2015:12-13.

23-The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, (2022):3-15.

24-The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, (2023):12-74.

25- Gleick, P. H. (2003). Water Use. Annual Review of Environmental Resources, 28: 275–314.

26- FAO. (2022). The State of the World Land and Water Resources for Food and Agriculture 2021: 68-70 Rome.

27- Pokhrel, B. K., Paudel, K. P., and Segarra, E. (2018). Factors Affecting the Choice, Intensity, and Allocation of Irrigation Technologies by U.S. Cotton Farmers. Water, 10 (706): 1-12.