مجلة جامعة الملك سعود، م٤، الآداب (٢)، ص ص ٦٥١-٦٦٩ (١٤١٢هـ /١٩٩٢م).

كفاءة مياه الري والمحافظة على المياه الجوفية في منطقة الدوادمي بالمملكة العربية السعودية

عبدالله بن أحمد سعد الطاهر و محمد بن عبدالله الصالح

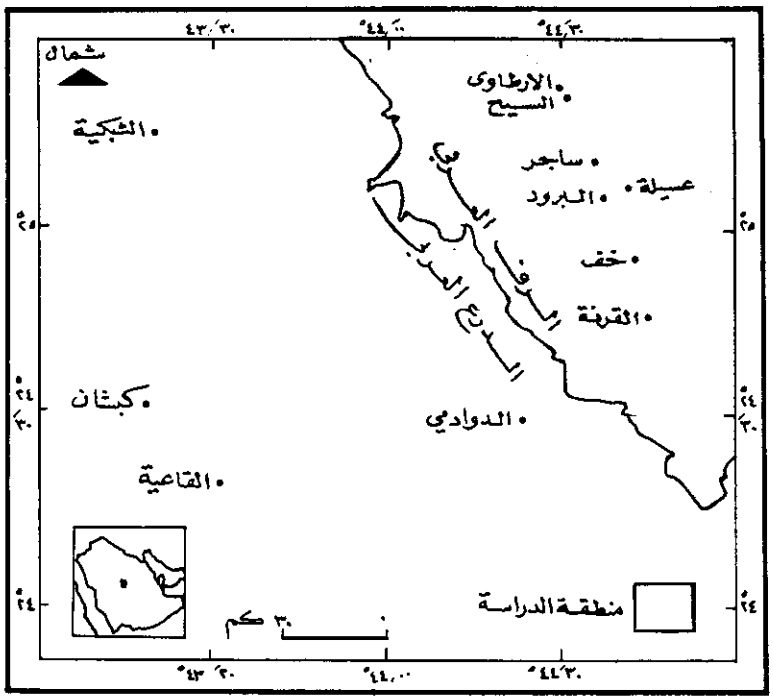
أستاذ مساعد، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية

(ورد بتاريخ ١٤١٠/١٢/٣هـ، وقُبِلَ للنشر بتاريخ ١٤١١/٨/٦هـ)

ملخص البحث. تعتبر زراعة القمح من الأنشطة الرئيسة لسكان منطقة الدوادمي والتي تنتشر في الجزء الشرقي من المنطقة معتمدة على المياه الجوفية في خزان الساق. وإن الاعتماد الكلي في زراعة القمح على مياه هذا الخزان أدى إلى انخفاض حادٍّ في مستوى سطح الماء الجوفي. وللمحافظة على المياه الجوفية في هذا الخزان فإن الهدف الرئيس لهذه الدراسة هو تقويم كفاءة مياه الري لمحصول القمح والتي تبين أنها منخفضة مما يدل على أن كمية كبيرة من مياه الري تذهب هدرًا، ولذا فإن رفع كفاءة مياه الري قد يؤدي إلى المحافظة على المياه الجوفية في هذا الخزان.

المقدمة

تقع منطقة الدوادمي في وسط المملكة العربية السعودية بين دائرتي عرض ٥٥/ ٢٣° و٣٠/ ٢٥° شمالاً وخطي طول ٤٣° و٤٥° شرقًا، والتي تنقسم من الناحية الجيولوجية إلى قسمين رئيسين: القسم الغربي ويقع ضمن الدرع العربي ويتكون بشكل رئيس من صخور الجرانيت؛ أما الجزء الشرقي ويشمل منطقة الدراسة فإنه يقع ضمن الرف العربي والذي يتكون من صخور رسوبية رملية وجيرية (شكل رقم١). وتتصف هذه المنطقة بمناخ مداري جاف يتسم بصيفه الطويل الذي ترتفع فيه درجات الحرارة إذ تصل إلى أكثر من ٤٦ درجة مئوية بينما قد تنخفض في الشتاء إلى أقل من الصفر المئوي وبانخفاض كمية الأمطار السنوية والتي يصل معدلها السنوي إلى حوالي ١٢٥ملم (ملحق رقم١).



شكل رقم١ . خريطة منطقة الدوادمي.

تعتبر زراعة القمح في الوقت الحاضر من أهم الأنشطة الرئيسة لسكان المنطقة والتي تنتشر في جزئهـا الشرقي معتمـدة على المياه الجوفية العميقة في خزان الساق الذي يمتد منكشفه outcrop من الأردن في الشمال إلى منطقة الدوادمي في الجنوب.[١] وهذا الخزان يعاني من عجز في التوازن المائي حيث يقدر أن التغذية تقدر بحوالي ٢٥٠ مليون متر مكعب في السنة، إلا أن هذا الانخفاض يختلف من منطقة إلى أخرى وذلك حسب كمية التغذية في كل منطقة وكثافة الضخ منها. فمثلاً في منطقة بريدة وقد بلغ «الانخفاض في الفترة من عام ١٣٨٦هـ وحتى عام ١٣٩٦هـ (١٥) مترًا في شرق بريدة في المنطقة المحصورة و(٥)

(١) مصطفى نوري عثمان، *الماء ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية* (جدة: تهامة، ١٩٨٣م)، ص٦٥.

أمتار في منطقة المنكشف. ومن عام ١٤٠٠هـ إلى ١٤٠٢هـ انخفضت مستويات المياه خمسة أمتار بالقرب من وسط مدينة بريدة. ومع تطوير هذه الطبقة في هذه المنطقة فإنه من المحتمل استمرار انخفاض مستويات المياه بنسب كبيرة.»[٢] بشكل عام يتصف خزان الساق بوفرة إنتاجه وعذوبة مائه إلا أن خصائصه تختلف من مكان إلى آخر (ملحق رقم٢).

ولقد أدّى التوسع في زراعة القمح في منطقة الدوادمي إلى انخفاض حاد في مستوى سطح المياه الجوفية في خزان الساق (ملحق رقم٣) وذلك راجع إلى عدة أسباب:

١ - الاعتماد الكلي في زراعة القمح على المياه الجوفية.

٢ - انخفاض معدل تغذية الخزان في المنطقة بسبب قلة الأمطار.

٣ - ضخ كميات كبيرة من المياه الجوفية لعمليات الري.

٤ - انخفاض كفاءة الري وذلك لعدم معرفة المزارع لكمية المياه المطلوبة للمحاصيل الزراعية، كذلك لاعتقاد المزارع أن زيادة الإنتاج مرتبطة بزيادة كمية مياه الري.

٥ - عدم وجود أي تنظيم لعملية سحب المياه الجوفية وكميتها والمساحة التي يجب زراعتها سنويًا في المنطقة.

وحيث إن السببين الأول والثاني في انخفاض المياه الجوفية في المنطقة أمر يصعب التحكم فيه، لذا فإن أفضل الحلول لهذه المشكلة هو المحافظة على المياه الجوفية وذلك عن طريق تحقيق الاستخدام الأفضل لها.[٣]

---

(٢) وزارة الزراعة والمياه، *أطلس المياه في المملكة العربية السعودية* (وزارة الزراعة والمياه، ١٩٨٤م)، ص٥٠.

(٣) Joseph Shalhevent and Hanoch Bielorai, "Crop Water Requirement in Relation to Climate and Soil," *Soil Science*, 125, No. 4 (1978), 240; The Working Group on the Ogallala Aquifer of the Missouri Basin-Great Plains Caucus, *A Report on the High Plain Study* (Salina, Kansas, 1982), p.4; Abdulla A. Al-Taher, "Irrigation Efficiency and Production Energy Efficiency of Traditional and Modern Farms in the Al-Hassa Oasis, Saudi Arabia," unpublished Ph. D. dissertation, Univ. of Oklahoma, Norman, Oklahoma, 1987, p.3.

وحيث إن القمح هو المحصول الرئيس في المنطقة لذا فإن الهدف الرئيس لهذا البحث هو تقويم كفاءة مياه الري لهذا المحصول ومن ثم اقتراح أفضل الطرق لرفع تلك الكفاءة سعيًا وراء تحقيق الاستغلال الأمثل للمياه الجوفية في تلك المنطقة، مما سيؤدي بدوره إلى المحافظة على الرقعة الزراعية الحالية لفترة أطول.

البيانات المستخدمة في الدراسة

لقد استخدم في هذه الدراسة بعض المعلومات المتوافرة لدى وزارة الزراعة والمياه بالمملكة العربية السعودية (المعلومات المناخية)، ولكن نظرًا لعدم توافر معظم المعلومات الأساسية فقد اعتمد على العمل الميداني لجمع تلك المعلومات غير المتوافرة على دراسة ٣٢ مزرعة في أماكن متفرقة في منطقة الدوادمي الممتدة من الأرطاوي شمالاً إلى القرنة جنوبًا (شكل رقم٢). وقد شملت هذه المعلومات ما يلي:

١ ـ طرق الري
٢ ـ كمية مياه الري المعطاة
٣ ـ درجة ملوحة مياه الري
٤ ـ معدلات انخفاض مستوى الماء الجوفي

منهج البحث

تحقيقًا لأهداف هذه الدراسة فقد اتبعت الخطوات والأساليب التالية:

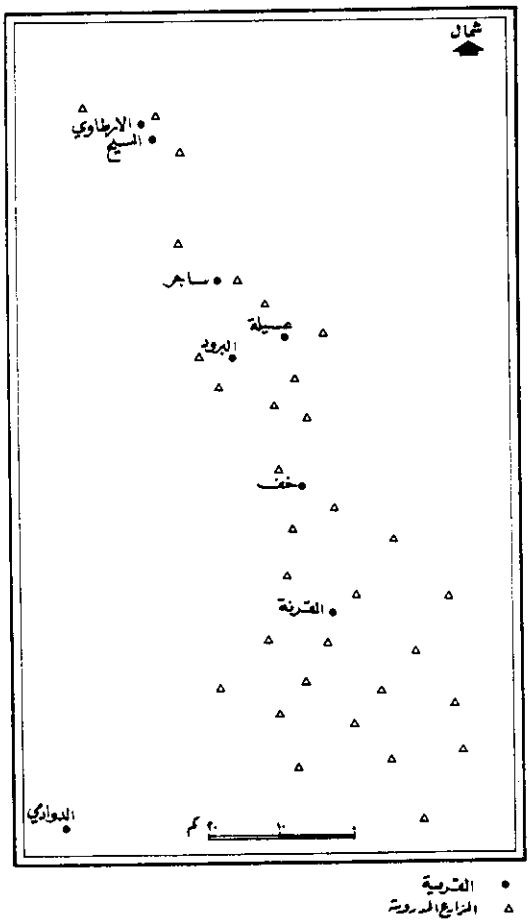
١ ـ تحديد مياه الري المطلوبة كما يلي:

(ا) تحديد الاستهلاك المائي لمحصول القمح في منطقة الدوادمي وذلك بتطبيق معادلة بلاني ـ كريدل التالية:[٤]

$$Uc = K\,(45.7t + 813)\,\frac{P}{100}\ \text{mm in depth/month}$$

---

(٤) محمد عبدالرحمن الجنابني و فاروق الفيثاني، *الهيدرولوجيا ومبادىء هندسة الري* (بيروت: دار المراتب الجامعية، ١٩٨٦م)، ص٤٨.



شكل رقم ٢ . مواقع المزارع المدروسة بمنطقة الدوادمي .

حيث إن :

Uc : البخر نتح لمحصول القمح بالملليمترات في الشهر

t : معدل الحرارة الشهرية بالدرجات المئوية

P : النسبة المئوية لعدد ساعات النهار في الشهر بالنسبة لعدد ساعات النهار الكلية خلال السنة

K : معامل يمكن حسابه من المعادلة التالية : $K = Kt \times Kc$

حيث إن :

Kt : معامل يعتمد على معدل درجة الحرارة الشهرية والتي تحسب كما يلي :

$$Kt = 0.2396 + 0.03114t$$

Kc : معامل محصول القمح

٢ ـ تحديد كمية المياه المطلوبة لغسيل الأملاح من التربة leaching requirement وذلك بتطبيق المعادلة التالية :(٥)

$$\text{Leaching Requirement} = \frac{\text{Ecw}}{2\,\text{Max Ece}} \times \frac{1}{\text{LE}}$$

حيث إن :

Ecw : درجة التوصيل الكهربائي لمياه الري (ميكروموز/سم)

Max Ece : التوصيل الكهربائي الأعلى لمستخلص التربة المشبع الذي يتحمله محصول القمح والذي يساوي ٢٠٠٠٠ ميكروموز/سم

LE : كفاءة الغسيل والتي افترضت بنسبة ٩٠٪ لأن تربة المنطقة هي تربة رملية أو تربة رملية لومية

٣ ـ تحديد كفاءة مياه الري وذلك بتطبيق المعادلة التالية :(٦)

$$\text{كفاءة مياه الري (٪)} = \frac{\text{كمية المياه المطلوبة بالمتر المكعب}}{\text{كمية المياه المعطاة بالمتر المكعب}} \times ١٠٠$$

تحليل النتائج

بناء على حساب مياه الري المطلوبة لمحصول القمح في منطقة الدوادمي باستخدام المعادلات المذكورة في منهج الدراسة وكذلك تحديد كمية مياه الري المعطاة في حقول القمح

(٥) عبدالله عبدالرحمن الزيد وآخرون، *الاحتياجات المائية للمحاصيل الرئيسية في المملكة العربية السعودية* (الرياض: وزارة الزراعة والمياه، ١٩٨٨م)، ص٤٨ .

(٦) Al-Taher, p.3.

في منطقة الدراسة فإن النتائج التي توصل إليها البحث سوف تناقش على النحو التالي :

أولاً : طرق الري المستخدمة لري القمح

ثانيًا : كمية مياه الري المطلوبة لمحصول القمح

(ا) الاحتياجات المائية لمحصول القمح

(ب) احتياجات غسيل الأملاح من التربة

ثالثًا : كمية مياه الري المعطاة لمحصول القمح

رابعًا : كفاءة مياه الري في حقول القمح

أولاً : طرق الري المستخدمة لري القمح

نظرًا لقلة كمية الأمطار وتذبذبها من سنة إلى أخرى في منطقة الدوادمي ، لذا فإن الري يعتبر شرطًا مسبقًا لقيام الزراعة . وتوجد في المنطقة طريقتان لري حقول القمح ، هما : طريقة الري التقليدية (الغمر) وطريقة الري المحوري التي انتشرت خلال السنوات العشر الماضية . وقد لوحظ أن المساحة المروية بطريقة الري التقليدية محدودة ، ولذا فقد اقتصر هذا البحث على دراسة كفاءة مياه الري في الحقول المروية بواسطة طريقة الري المحوري في المنطقة .

وعلى الرغم من أن طريقة الري المحوري تعتبر من أفضل الطرق المتبعة لري حقول القمح من حيث المحافظة على المياه ، إلا أن المزارعين في منطقة الدوادمي يقللون من كفاءة هذه الطريقة بزيادة كمية مياه الري المعطاة وذلك لأنهم لا يتبعون جدول ري معينًا (دورة ري) ، إذ تبين أن ٤١٪ من المزارعين يروون مزارعهم يوميًا ، بينما ٣٧٪ من المزارعين يروونها يومًا بعد يوم ، و٢٢٪ يروونها كل ثلاثة أيام . بالإضافة إلى ذلك فإن جميع المزارعين يستمرون في ري حقول القمح في النصف الثاني من موسم نمو المحصول لمدة تتراوح بين ٣٠ و٦٠ يومًا دون انقطاع (الشربة) ، وذلك لاعتقادهم بأنه كلما زادت كمية مياه الري المعطاة في هذا الوقت بالذات ، أدى ذلك إلى زيادة إنتاج محصول القمح وهذا فيما نرى اعتقاد خاطىء يؤدي إلى إهدار كمية كبيرة من مياه الري ، بل هو دليل على أن المزارعين يجهلون احتياجات المحصول من الماء واحتياجات غسيل التربة ، أي يجهلون كمية مياه الري المطلوبة فعلاً لعمليات الري .

ثانيًا: كمية مياه الري المطلوبة لمحصول القمح

إن مياه الـري المـطلوبـة تساوي الاحتياجات المائية لمحصول القمح مضافًا إليها احتياجـات غسيل الأمـلاح من التربة. فالاحتياجات المائية لمحصول القمح تتأثر بعدة عوامل من أهمها موسم الزراعة. ولقد اتضح أن جميع المزارعين في المنطقة يزرعون القمح في فصل الشتاء وذلك خلال الفترة الممتدة ما بين أوائل ديسمبر إلى أوائل يناير.

وتنقسم المزارع في منطقة الدراسة وفقًا لموعد زراعة القمح إلى ثلاث مجموعات وذلك على النحو التالي: المجموعة الأولى وتشمل المزارع التي تبدأ زراعة القمح فيها في اليوم الأول من ديسمبر ويصل معدل فترة نمو المحصول فيها إلى حوالي ١٣٠ يومًا. وتبلغ الاحتياجات المائية لمحصول القمح في هذه الفترة ٣٤٩٨ مترًا مكعبًا للهكتار الواحد للموسم الواحد. أما المجموعة الثانية، فتمثلها المزارع التي تبدأ بها زراعة القمح في الخامس عشر من ديسمبر ويصل معدل فترة نمو المحصول فيها إلى ١٢٠ يومًا، ويحتاج محصول القمح خلال هذه الفترة إلى حوالي ٣٣٠٧ أمتار مكعبة للهكتار للموسم الواحد. أما المجموعة الثالثة فهي تلك المزارع التي تبدأ زراعة القمح فيها في اليوم الأول من يناير حيث يصل معدل فترة نمو المحصول فيها إلى ١٢٠ يومًا. يتطلب نمو المحصول خلال هذه الفترة إلى حوالي ٣٨٢٩ مترًا مكعبًا من الماء للهكتار للموسم الواحد.

يتضح مما ذكر أعلاه أن الفترة الثانية هي أقل فترات زراعة القمح احتياجًا للماء إذ يبلغ الفـرق في احتياجات القمح للماء بين هذه الفترة والفترة الأولى والثالثة حوالي ١٩١ و٥٢٢ مترًا مكعبًا للهكتار للموسم الواحد على التوالي (جدول رقم١). أما الجزء الثاني من كمية مياه الري المطلوبة لمحصول القمح فهي تمثل كمية المياه المطلوبة لغسل الأملاح من الـتربـة. ونـظرًا لاختلاف ملوحة مياه الري في المنطقة (ملحق رقم٢)، فإن احتياجات الغسيل تختلف من حقل إلى آخر كما هو موضح في جدول رقم٢. فالمزارع التي تنخفض فيها ملوحة مياه الري تحتاج إلى كمية أقل من المياه لغسيل الأملاح من التربة، وعلى العكس من ذلـك تزداد هذه الكمية في المزارع التي ترتفع فيها ملوحة مياه الري. كما يتضح من جدول رقم٢ أن كمية المياه المطلوبة لغسل التربة في المزارع المدروسة تتراوح ما بين ٢١٣ مترًا

مكعبًا للهكتار للموسم الواحد في مزرعة رقم (٣) بقرية السيح الواقعة في الطرف الشمالي من منطقة الدراسة إلى حوالي ٢٣٤٠ مترًا مكعبًا للهكتار للموسم الواحد في مزرعة رقم (٢٢) في القرنة الواقعة في الطرف الجنوبي من المنطقة. وعلى الرغم من أن ملوحة مياه الري في مزرعة رقم (٢٠) أعلى من ملوحة مياه الري في مزرعة رقم (٢٢)، إلا أن احتياجات الغسيل في مزرعة رقم (٢٢) أعلى، وذلك بسبب اختلاف الاحتياجات المائية المحددة طبقًا للفترة الزراعية. وعلى ذلك فإن احتياجات غسيل الأملاح من التربة تتوقف على ملوحة مياه الري والاحتياجات المائية المحددة طبقًا للفترة الزراعية. فكلما كانت الاحتياجات المائية المحددة طبقًا للفترة الزراعية عالية وكانت ملوحة مياه الري عالية، كانت احتياجات غسيل الأملاح من التربة عالية.

جدول رقم ١. الاحتياجات المائية المطلوبة لمحصول القمح بالنسبة لمجموعات المزارع الثلاث في منطقة الدوادمي.

	رقم المزرعة	١٠، ١١، ١٢، ١٦، ١٨، ٢٦، ٣٠، ٣١ (المجموعة الأولى)	٢، ٤، ٩، ١٤، ١٥، ١٧، ٢٠، ٢١، ٢٣، ٢٥، ٢٧، ٢٩ (المجموعة الثانية)	١، ٣، ٥، ٦، ٧، ٨، ١٣، ١٩، ٢٢، ٢٤، ٢٨، ٣٢ (المجموعة الثالثة)
	موعد الزراعة	١ ديسمبر	١٥ ديسمبر	١ يناير
	عدد أيام الموسم	١٣٠	١٢٠	١٢٠
بيسمه	درجة الحرارة (م)	١٥,١	١٥,١	
	عدد ساعات سطوع الشمس	٧,٠٤	٧,٠٤	
	Kt	٠,٧١	٠,٧١	
	Kc	٠,٦٤	٠,٥٨	
	K	٠,٤٥	٠,٤١	
	الاحتياج المائي م(٣)/ للهكتار	٤٧٦	٢١٧	

تابع جدول رقم ١.

	رقم المزرعة	١٠، ١١، ١٢، ١٦، ١٨، ٢٦، ٣٠، ٣١ (المجموعة الأولى)	٢، ٤، ٩، ١٤، ١٥، ١٧، ٢٠، ٢١، ٢٣، ٢٥، ٢٧، ٢٩ (المجموعة الثانية)	١، ٣، ٥، ٦، ٧، ٨، ١٣، ١٩، ٢٢، ٢٤، ٢٨، ٣٢ (المجموعة الثالثة)
	درجة الحرارة (م)	١٣,٨٧	١٣,٨٧	١٣,٨٧
	عدد ساعات سطوع الشمس	٦,٨٨	٦,٨٨	٦,٨٨
أ	Kt	٠,٦٧	٠,٦٧	٠,٦٧
أ	Kc	١,٠٤	٠,٨٢	٠,٦٤
أ	K	٠,٧٠	٠,٥٥	٠,٤٣
	الاحتياج المائي م^{٣}/ للهكتار	٦٩٧	٥٤٧	٤٢٨
	درجة الحرارة (م)	١٦,٣	١٦,٣	١٦,٣
	عدد ساعات سطوع الشمس	٧,٤٧	٧,٤٧	٧,٤٧
ب	Kt	٠,٧٥	٠,٧٥	٠,٧٥
ب	Kc	١,١٥	١,١٤	١,٠٤
ب	K	٠,٨٦	٠,٨٦	٠,٧٨
	الاحتياج المائي م^{٣}/ للهكتار	١٠٠١	١٠٠١	٩٧٧
	درجة الحرارة (م)	٢٠	٢٠	٢٠
	عدد ساعات سطوع الشمس	٧,٠١	٧,٠١	٧,٠١
ج	Kt	٠,٨٦	٠,٨٦	٠,٨٦
ج	Kc	٠,٩٥	١,٠٨	١,١٥
ج	K	٠,٨٢	٠,٩٣	٠,٩٩
	الاحتياج المائي م^{٣}/ للهكتار	٩٩٣	١١٢٦	١١٩١

تابع جدول رقم ١ .

	رقم المزرعة	١٠، ١١، ١٢، ١٦، ١٨، ٢٦، ٣٠، ٣١ (المجموعة الأولى)	٢، ٤، ٩، ١٤، ١٥، ١٧، ٢٠، ٢١، ٢٣، ٢٥، ٢٧، ٢٩ (المجموعة الثانية)	١، ٣، ٥، ٦، ٧، ٨، ١٣، ١٩، ٢٢، ٢٤، ٢٨، ٣٢ (المجموعة الثالثة)
	درجة الحرارة (م)	٢٤,٤	٢٤,٤	٢٤,٤
	عدد ساعات سطوع الشمس	٧,٩٩	٧,٩٩	٧,٩٩
بخر	Kt	١,٠	١,٠	١,٠
بخر	Kc	٠,٤٣	,٥٤	٠,٨٠
	K	٠,٤٣	٠,٥٤	٠,٨٠
	الاحتياج المائي م(٣)/ للهكتار	٣٣١	٤١٦	١٢٣٣
	الاحتياج المائي الكلي م(٣)/ للهكتار	٣٤٩٨	٣٣٠٧	٣٨٢٩

ملاحظة : لمعرفة معاني الرموز التالية K ، Kc ، Kt يرجع إلى معادلة بلاني كريدل في ص ٣٢٤ .

ثالثًا : كمية مياه الري المعطاة لمحصول القمح

يفترض أن كمية المياه المعطاة لري محصول القمح تكون مبنية على معرفة كمية مياه الري التي يتطلبها المحصول، ولكن المزارعين بمنطقة الدوادمي لا يتبعون هذا الأسلوب، وذلك لأنهم لا يعرفون كمية مياه الري اللازمة للقمح بل في اعتقادهم أن هناك علاقة طردية بين كمية مياه الري المعطاة وكمية إنتاج محصول القمح، إلا أن هناك بعض العوامل التي تحد من كمية مياه الري التي يرغب المزارع إعطاءها لمحصول القمح، من أهمها مشكلة انخفاض مستوى سطح الماء الثابت بشكل عام والمتحرك بشكل خاص، مما أدى إلى خفض كفاءة الضخ من الآبار في معظم الحقول.

جدول رقم ٢ . كمية مياه الري المطلوبة والمعطاة وكفاءة مياه الري في حقول القمح بمنطقة الدوادمي .

رقم المزرعة	اسم القرية	الاحتياج المائي للقمح م٣/ هكتار للموسم	احتياجات الغسيل م٣/ هكتار للموسم	ماء الري المطلوب م٣/ هكتار للموسم	ماء الري المعطى م٣/ هكتار للموسم	كفاءة مياه الري ٪
١	الأرطاوي	٣٨٢٩	٢٩٨	٤١٢٧	٦٤٣٢	٦٤٪
٢	الأرطاوي	٣٣٠٧	٢٥٧	٣٥٦٤	٦٧٩٤	٥٢٪
٣	السيح	٣٨٢٩	٢١٣	٤٠٤٢	٦٦٦٠	٦١٪
٤	ساجر	٣٣٠٧	٣١٢	٣٦١٩	٤٦٢٠	٧٨٪
٥	ساجر	٣٨٢٩	٣٥٦	٤١٨٥	٨٣٤٢	٥٠٪
٦	عسيلة	٣٨٢٩	٣٦٧	٤١٩٦	٧٥٩٢	٥٥٪
٧	عسيلة	٣٨٢٩	٣٥١	٤١٨٠	١١١٣٦	٣٧٪
٨	البرود	٣٨٢٩	٢٣٩	٤٠٦٨	٦٩٧٠	٥٨٪
٩	البرود	٣٣٠٧	٣٤٩	٣٦٥٦	٨٤٠٠	٤٣٪
١٠	أرطاوي الرقاص	٣٤٩٨	٤٤٧	٣٩٤٥	٦٨٨٠	٥٧٪
١١	أرطاوي الرقاص	٣٤٩٨	٣٢١	٣٨١٩	١٣٩٦٥	٢٧٪
١٢	أرطاوي الرقاص	٣٤٩٨	٢٨٢	٣٧٨٠	٩٤٩٤	٤٠٪
١٣	خـف	٣٨٢٩	٤٧٩	٤٣٠٨	٩٤٦٠	٤٥٪
١٤	خـف	٣٣٠٧	٣٣١	٣٦٣٨	٩٠٠٠	٤٠٪
١٥	السهاجية	٣٣٠٧	٥٥١	٣٨٥٨	٨٤٢٤	٤٦٪
١٦	القرنـة	٣٤٩٨	٧٧٧	٤٢٧٥	٩٥٢٠	٤٥٪
١٧	القرنـة	٣٣٠٧	٧٠٣	٤٠١٠	٦٩٧٥	٥٧٪
١٨	القرنـة	٣٤٩٨	١٦٥٢	٥١٥٠	١٠٤٠٠	٤٩٪
١٩	القرنـة	٣٨٢٩	١٢٧٦	٥١٠٥	٨٩٤٤	٥٧٪
٢٠	القرنـة	٣٣٠٧	٢٢٩٦	٥٦٠٣	٨٤٤٨	٦٦٪
٢١	القرنـة	٣٣٠٧	١٢٨٦	٤٥٩٣	٧٢٦٠	٦٣٪
٢٢	القرنـة	٣٨٢٩	٢٣٤٠	٦١٦٩	٨٩٤٤	٦٩٪
٢٣	القرنـة	٣٣٠٧	١٧٤٥	٥٠٥٢	٨٧٣٦	٥٨٪
٢٤	القرنـة	٣٨٢٩	١٨٠٨	٥٦٣٧	١١٠٨٨	٥١٪

تابع جدول رقم ٢ .

رقم المزرعة	اسم القرية	الاحتياج المائي للقمح م٣/ هكتار للموسم	احتياجات الغسيل م٣/ هكتار للموسم	ماء الري المطلوب م٣/ هكتار للموسم	ماء الري المعطى م٣/ هكتار للموسم	كفاءة مياه الري ٪
٢٥	القرنة	٣٣٠٧	١٦٥٣	٤٩٦٠	١٢٣٠٥	٤٠٪
٢٦	القرنة	٣٤٩٨	١٦٥٢	٥١٥٠	٩٩٧٥	٥٢٪
٢٧	القرنة	٣٣٠٧	١٤٧٠	٤٧٧٧	٩٩٦٤	٤٨٪
٢٨	القرنة	٣٨٢٩	١٥٩٥	٥٤٢٤	٧١٨٠	٧٥٪
٢٩	القرنة	٣٣٠٧	٥٩٧	٣٩٠٤	١٣٣٢١	٢٩٪
٣٠	القرنة	٣٤٩٨	٧٠٩	٤٢٠٧	١٣٩٧٤	٣٠٪
٣١	القرنة	٣٤٩٨	٨٨٤	٤٣٨٢	٦٣٥١	٦٩٪
٣٢	القرنة	٣٨٢٩	٨٤٠	٤٦٦٩	٩٦٧٦	٤٨٪

وبمقارنة كمية مياه الري المطلوبة لحقول القمح مع كمية مياه الري المعطاة يتضح أن كمية مياه الري المعطاة في جميع الحقول تفوق كمية مياه الري المطلوبة (جدول رقم٢) . فمثلاً في مزرعة رقم (١١) نجد أن الفرق بين كمية مياه الري المعطاة لمحصول القمح مع كمية مياه الـري المطلوبة لنموه يصل إلى أكثر من ١٠٠٠٠ متر مكعب للهكتار للموسم الواحد وهذا بدوره يؤدي إلى تدني كفاءة مياه الري في حقول القمح في منطقة الدراسة .

رابعًا : كفاءة مياه الري لحقول القمح

يتضح من جدول رقم ٢ وجود اختلاف في كفاءة مياه الري من مزرعة إلى أخرى وذلك ناتج عن زيادة كمية مياه الري المعطاة على كمية مياه الري المطلوبة، إذ تتراوح كفاءة مياه الري ما بين ٢٧٪ في مزرعة رقم (١١) و٧٨٪ في مزرعة رقم (٤) . ويتضح أيضًا أن حوالي نصف المزارع المدروسة تنخفض فيها كفاءة مياه الري عن ٥٠٪ وهذا يعني أن حوالي نصف مياه الري المعطاة تذهب هدرًا . لذا، فإن رفع كفاءة مياه الري سوف يؤدي إلى توفير

كمية كبيرة من المياه الجوفية وإلى المحافظة على الرقعة الزراعية الحالية لفترة أطول، وإن رفع كفاءة مياه الري إلى حوالي ٨٠٪ قد يؤدِّي إلى توفير كمية من مياه الري تعادل حوالي ٣٥٠٠ متر مكعب للهكتار الواحد في الموسم الواحد. وبالمقابل فإن رفع كفاءة مياه الري إلى حوالي ٩٠٪ يمكن أن يوفر كمية من الماء قد تصل إلى حوالي ٤٠٠٠ متر مكعب للهكتار للموسم الواحد.

الخاتمة

على الرغم من أن هذا البحث قد اقتصر على دراسة كفاءة مياه الري في الحقول المروية بطريقة الري المحوري إلا أن هناك مساحة محدودة من حقول القمح تروى بطريقة الري التقليدي (الغمر). والمعروف أن استخدام هذه الطريقة التقليدية في الري يؤدِّي إلى خفض كفاءة المياه المستخدمة لري المحصول، الأمر الذي يتطلب استبدالها بطريقة الري المحوري.

وقد دلَّت نتائج تطبيق معادلة بلاني ـ كريدل على أن الاحتياجات المائية لمحصول القمح تصل إلى أدنى مستوياتها عندما تتم زراعة القمح في اليوم الخامس عشر من شهر ديسمبر، وهذا يدل على أن موسم الزراعة في المجموعة الثانية المشار إليها سابقًا هو الأفضل لزراعة القمح في منطقة الدوادمي من ناحية توفير الماء. كما اتضح من نتائج هذه الدراسة أن كمية مياه الري المطلوبة (الاحتياجات المائية لمحصول القمح مضافًا إليها احتياجات الغسيل) عالية في معظم مزارع منطقة القرنة الواقعة في الطرف الجنوبي من منطقة الدراسة وذلك بمقارنتها مع كمية مياه الري المطلوبة في الحقول الواقعة في شمال منطقة الدراسة وذلك بسبب ارتفاع ملوحة مياه الري. وعليه ينصح بعدم زراعة القمح في المزارع التي تزيد فيها ملوحة الماء على ٢٠٠٠٠ ميكروموز/ سم واستبدال زراعة القمح بمحصول آخر يتحمل هذا القدر من الملوحة كالشعير مثلاً.

وتبين نتائج هذه الدراسة أيضًا أن كفاءة مياه الري في مزارع القمح في منطقة الدوادمي منخفضة، الأمر الذي يدل على أن كمية كبيرة من المياه الجوفية تهدر دون أن

يستفيد منها المحصول. وبما أن زراعة القمح تتركز في الجزء الشرقي من منطقة الدوادمي، وهو الجزء الذي يعتمد اعتمادًا تامًّا على المياه الجوفية العميقة القديمة في خزان الساق، لذا يجب أن تستغل مياه هذا الخزان الاستغلال الأفضل وذلك عن طريق رفع كفاءة مياه الري في حقول القمح في هذه المنطقة. ومما يجدر ذكره أن رفع كفاءة مياه الري سوف يؤدي إلى خفض تكاليف الإنتاج مما يزيد من دخل المزارع.

ملحق رقم ١. المعدلات الشهرية والسنوية لدرجات الحرارة وعدد ساعات النهار وكمية الأمطار في منطقة الدوادمي في الفترة ١٩٧٣ - ١٩٨٨م.

الشهر	درجة الحرارة (م°)	عدد ساعات سطوح الشمس	الأمطار (بالملليمتر*)
يناير	١٣,٨٧	٦,٨٨	١١,٣٥
فبراير	١٦,٣٠	٧,٤٧	١٢,١٨
مارس	٢٠,٠٠	٧,٠١	٣٠,٢٣
أبريل	٢٤,٤٠	٧,٩٩	٣٥,٩٠
مايو	٢٩,٧٥	٧,٧٥	٦,٨٠
يونية	٣١,٥٥	٩,٧٥	صفر
يولية	٣٢,٢٠	٩,٨٥	٧,٦٠
أغسطس	٣٢,٠٠	٩,٣١	٠,٠٣
سبتمبر	٣٠,٢٠	٨,٤٦	٠,٠٤
أكتوبر	٢٥,٣٠	٨,٢٢	٦,٥٠
نوفمبر	١٩,٦٣	٧,٩٤	٧,٢٤
ديسمبر	١٥,١٠	٧,٠٤	٧,٦٥
المعدل السنوي	٢٤,١٩	٨,١٤	١٢٥,٥٢

* المصدر: وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا.

ملحق رقم ٢ . خصائص خزان الساق .

نوع الصخر	خصائص الطبقة الحاملة للمياه	بعض الخصائص التفصيلية للطبقة الحاملة للمياه				
		العمق الكلي (متر)	مستوى الماء الثابت (متر)	الإنتاج (لتر/ ثانية)	مجموع الأملاح الذائبة (ملغم/ لتر)	الموقع
حجر رملي	تعتبر من الطبقات الممتازة في المملكة . نوعية المياه بصفة عامة جيدة ما عدا بعض المناطق حيث تقل النوعية إلى مقبولة وإلى رديئة أحيانًا . مستوى الماء في منطقة بريدة أخذ في الهبوط نتيجة لكثافة الضخ . تستغل مياه الساق في منطقة القصيم وحائل ومنطقة تبوك . في الجزء الشرقي من منطقة القصيم تتميز الآبار بمستوى مرتفع وإنتاجية عالية . في منطقة تبوك تتميز الآبار بمستوى منخفض وإنتاجية متوسطة في الوحدات المكافئة للساق .	٦٥٠ ـ ٨٠٠	± ١٠	٣٢	٧٥٠ ـ ١٥٠٠	منطقة بريدة
		± ٥٠٠ ـ ٦٠٠	- ٥٠	٢٥	٨٠٠	منطقة عنيزة
		± ٤٥٠	(+ ١٠) - (٧٠)	٢٢	٤٠٠ ـ ١٠٠٠	منطقة السر
		± ١٤٠٠	(+٤٠) - (+١٠٠)	٧٦	٧٠٠	منطقة القصيم (الأسياح)
		١٥٠ ـ ٢٠٠	- ٢٥	١١	٩٠٠ ـ ٣٠٠٠	غرب بريدة
		± ١٠٠٠	(+)	١٣	٩٠٠	شمال بريدة
		± ١٢٠٠	+ ٣٠	٢٨	٨٥٠	شرق بريدة
		± ١٢٠	(-)	٩	٨٠٠	منطقة تيما
		± ١٠٠	(-)	٨	٣٠٠	منطقة العلا
		± ٤٥٠	(+)	٢٢	٥٠٠	منطقة تبوك
		٤٥٠ ـ ٩٠٠	(+)	١٣	٥٠٠	جنوب شرق حائل
		± ١٧٠	(-)	١٩	١٢٠٠	شمال شرق حائل

المصدر: وزارة الزراعة والمياه، *أطلس المياه في المملكة العربية السعودية* (الرياض: وزارة الزراعة والمياه، ١٩٨٤م)، ص٤٧ .

ملحق رقم ٣. انخفاض مستوى سطح الماء ودرجة التوصل الكهربائي في خزان الساق في منطقة الدوادمي لعام ١٩٨٩م.

رقم المزرعة	اسم القرية	تاريخ حفر البئر	عمق البئر بالمتر	مستوى سطح الماء عند تاريخ حفر البئر بالمتر	مستوى سطح الماء في الوقت الحاضر عام ١٩٨٩م بالمتر	انخفاض مستوى الماء في البئر بالمتر	درجة التوصيل الكهربائي ميكروموز/ سم
١	الأرطاوي	١٩٨٢م	٥٢٥	٦٠	١٥٠	٩٠	٢٨٠٠
٢	الأرطاوي	١٩٨٧م	٥٥٠	٥٠	١٥٠	١٠٠	٢٨٠٠
٣	السيح	١٩٨٣م	٦٦٠	٣٧	١٨٠	١٤٣	٢٠٠٠
٤	ساجر	١٩٨٤م	٥٠٠	٦٠	١٤٠	٨٠	٣٤٠٠
٥	ساجر	١٩٨٠م	٥٥٠	١٠٠	١٨٠	٨٠	٣٣٥٠
٦	عسيلة	١٩٨١م	٥٧٠	٧٠	١٨٠	١١٠	٣٤٥٠
٧	عسيلة	١٩٨٦م	٥٠٠	١٥٠	٢١٠	٦٠	٣٣٠٠
٨	البرود	١٩٨٨م	٥٥٠	٤٠	٩٠	٥٠	٢٢٥٠
٩	البرود	١٩٨١م	٤٧٥	١٠٠	١٧٠	٧٠	٣٨٠٠
١٠	أرطاوي الرقاص	١٩٧٩م	٤٠٠	١٠٠	٢٢٠	١٢٠	٤٦٠٠
١١	أرطاوي الرقاص	١٩٨٠م	٥٠٠	٧٥	٢٠٠	١٢٥	٣٣٠٠
١٢	أرطاوي الرقاص	١٩٧٩م	٥٠٠	٥٠	١٩٥	١٤٥	٢٩٠٠
١٣	خف	١٩٨٤م	٥٠٠	٩٠	١٩٠	١٠٠	٤٥٠٠
١٤	خف	١٩٨٦م	٥٠٠	٢١٠	٢٨٠	٧٠	٣٦٠٠
١٥	السهاجية	١٩٨٠م	٤٥٣	٩٠	٢١٠	١٢٠	٦٠٠٠
١٦	القرنة	١٩٨١م	٤٥٠	١٠٠	١٩٠	٩٠	٨٠٠٠

تابع ملحق رقم ٣.

رقم المزرعة	اسم القرية	تاريخ حفر البئر	عمق البئر بالمتر	مستوى سطح الماء عند تاريخ حفر البئر بالمتر	مستوى سطح الماء في الوقت الحاضر عام ١٩٨٩م بالمتر	انخفاض مستوى الماء في البئر بالمتر	درجة التوصيل الكهربائي ميكروموز/ سم
١٧	القرنة	١٩٨٦م	٤٠٠	١٢٠	١٦٠	٤٠	٨٥٠٠
١٨	القرنة	١٩٨٦م	١٥٠	٨٠	١٤٠	٦٠	١٧٠٠٠
١٩	القرنة	١٩٨٤م	٤٠٠	٩٥	١٤٥	٥٠	١٢٠٠٠
٢٠	القرنة	١٩٨٢م	٤٠٠	١٠٠	١٨٠	٨٠	٢٥٠٠٠
٢١	القرنة	١٩٨٤م	٤٠٠	١٢٠	٢٠٠	٨٠	١٤٠٠٠
٢٢	القرنة	١٩٨٤م	٤٠٠	٩٠	١٤٠	٥٠	٢٢٠٠٠
٢٣	القرنة	١٩٨٣م	٣٥٠	٩٠	١٤٠	٥٠	١٩٠٠٠
٢٤	القرنة	١٩٨٣م	٣٨٠	١٢٠	١٤٠	٢٠	١٧٠٠٠
٢٥	القرنة	١٩٨٣م	٣٥٠	٩٠	١٥٠	٦٠	١٨٠٠٠
٢٦	القرنة	١٩٨١م	٤٠٠	٤٠	١٦٠	١٢٠	١٧٠٠٠
٢٧	القرنة	١٩٨٣م	٥٨٠	١١٠	٢٣٠	١٢٠	١٦٠٠٠
٢٨	القرنة	١٩٨٥م	٥٠٠	١٥٠	٢٠٠	٥٠	١٥٠٠٠
٢٩	القرنة	١٩٨٢م	٣٥٠	١١٠	١٧٠	٦٠	٦٥٠٠
٣٠	القرنة	١٩٨٤م	٤٠٠	٩٠	١٦٠	٧٠	٧٣٠٠
٣١	القرنة	١٩٨٣م	٣٥٠	٩٠	١٣٥	٤٥	٩١٠٠
٣٢	القرنة	١٩٨٥م	٤٥٠	١٠٠	١٧٠	٧٠	٧٩٠٠

Irrigation Efficiency and Groundwater Conservation in the Ad-Dawadimi Area, Saudi Arabia

Abdulla Ahmed Al-Taher and Mohammed A. Al-Saleh
Assistant Professors, Department of Geography,
College of Arts, King Saud University,
Riyadh, Saudi Arabia

Abstract. Wheat farming is one of the main economic activities in the Ad-Dawadimi area. Wheat fields are mainly irrigated by water which is pumped from the Saq aquifer located in the eastern part of the region. Continuous pumping of ground water for irrigation has resulted in a sharp decline of water level in the aquifer. The main purpose of this study is to evaluate field irrigation efficiency in the wheat fields to optimize the use of ground water in the area.

The results of this study indicate that the field irrigation efficiency is low and therefore, raising field irrigation efficiency is essential to reduce the agricultural water demand as means of mitigating groundwater depletion.