مجلة جامعة الملك سعود، م١٤، *العلوم الزراعية* (١)، ص ص ٥٧-٧٣، الرياض (١٤٢٢هـ/٢٠٠٢م)

تأثير الري بماء الصرف الصحي المعالج في إنتاجية محصول القمح تحت ظروف الإجهاد المائي

علي بن عبد الله الدرفاسي، محمد بن سليمان السويلم، فهد بن عبدالله اليحيى، كامل عوض كامل، وعلي محمد العتر

كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، ص. ب ٢٤٦٠، الرياض ١١٤٥١

(قدم للنشر في ١٤٢٠/١٠/٨هـ؛ وقبل للنشر في ١٤٢١/٦/١٩هـ)

ملخص البحث. تم تقييم تأثير نوعين من مصادر مياه الري، وهما ماء الصرف الصحي المعالج وماء الآبار، على إنتاجية القمح تحت الظروف الحقلية، كذلك تم دراسة مدى استجابة النباتات للإجهاد الجفافي تحت تأثير معاملتين للري (أسبوعية وشهرية). وقد نفذت هذه الدراسة على نوعين من التراكيب الوراثية (جيزة ١٦٣ وسلالة محلية LE2-94-2 (في محطة الأبحاث والتجارب الزراعية بديراب التابعة لكلية الزراعة، وذلك خلال موسمي الزراعة (١٩٩٤-١٩٩٥/١٩٩٥-١٩٩٦م).

أوضحت النتائج أن إنتاجية المحصول ومكوناته قد ازدادت معنويا باستخدام ماء الصرف الصحي المعالج مقارنة بماء الآبار، وكان المتوسط العام لمحصول المادة الجافة ومحصول الحبوب للتركيبين الوراثيين ١٩،٤، ٥،٨ طن/هكتار لماء الصرف الصحي المعالج و١٦،٨، ٥،٥ طن/هكتار لماء الآبار تحت معاملة المقارنة بينما كان ١٦،٢، ٥،٥ و١٤،٣، ٥ طن/هكتار لنوعي مياه الري تحت معاملة الإجهاد على التوالي، بينما ازدادت معنويا قدرة النباتات على مقاومة الإجهاد (معبرا عنها بإنتاجية المحصول وثباته) عند استخدام ماء الصرف الصحي المعالج مقارنة بماء الآبار. لذا فإن ماء الصرف الصحي

المعالج يعتبر مصدرا مهما من مصادر الري في الزراعة حيث أحدث زيادة معنوية في إنتاجية المحصول وثباته خاصة تحت ظروف موارد المياه المحدودة.

مقدمة

قـــــــال تعـــــــالى: □ □□ □□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□

□□ □□□□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□ □□□ □،

(سورة الأنبياء، الآية ٣٠)، فالحياة بكافة أشكالها ومستوياتها لا تقوم ولا تستمر إلا بوجود الماء. فالماء هو المحور الرئيس في حياة كل كائن حي يدخل في تكوينه وتركيبه الأحيائي ويلعب دورا أساسيا في تفاعلاته الداخلية والخارجية. فالنباتات أحد الكائنات الحية التي تتأثر بدرجة كبيرة بنوعية مياه الري ومدى توافرها.

ولعل من أهم العوائق التي يعاني منها كثير من دول العالم قلة المياه أو رداءة نوعيتها أو كلتيهما، وما يصاحب ذلك من إعاقة للتنمية الزراعية نتيجة لعدم توافر مياه الري بالكميات الكافية وخاصة تحت ظروف المناطق الجافة وشبه الجافة، ولذلك اتجه كثير من الدول إلى استغلال مياه الصرف الصحي في الري الزراعي بعد معالجتها. وتعتبر مياه الصرف الصحي ومشتقاتها من أهم وأخطر المشكلات البيئية في المدن الكبيرة، ولذلك تقوم هذه المدن بإنشاء محطات التنقية والمعالجة لمعاملتها والاستفادة منها وخاصة للري والتسميد في المزارع والحقول القريبة.

تعد مياه الصرف الصحي المعاملة في المملكة العربية السعودية أحد المصادر الحديثة والمكملة لمياه الري الزراعي المتوافرة حيث تم استغلالها والاستفادة منها وتجنب صرفها في الأودية القريبة من المدن منعا للتلوث وحماية للمصلحة العامة. وقد بدأت المملكة العربية السعودية في الاستفادة

من هذه المياه في الري الزراعي ولأول مرة في شهر فبراير عام ١٩٨٢م لتغذية نحو ١٤٧ مزرعة في ديراب وعرقة والدرعية [١].

وقد تم تشغيل هذا المشروع في عام ١٤٠٢هـ لتحقيق هدفين، الأول: التصريف المأمون لمياه الصرف الصحي حفاظا على البيئة والصحة العامة، والثاني: استخدام هذه المياه بعد معالجتها (معالجة ثنائية) كمصدر مستمر ومتجدد لري المزارع الواقعة حول مدينة الرياض، والتي كانت تعاني من انخفاض مستوى المياه الجوفية. وقد حقق هذا المشروع الهدف من إنشائه حيث اتسعت المناطق المستفيدة منه خلال السنوات الأخيرة توسعا كبيرا يشمل امتداد منطقة ديراب والحائر والعمارية والوصيل والجبيلة والعيينة، بعد أن كانت تستفيد منه تسع مزارع فقط في منطقة ديراب حين بدئ بتشغيله وأقل منها في منطقة الدرعية وبمساحة إجمالية لا تزيد عن ١٦٠٠ هكتار، وقد أصبحت المساحة المستفيدة من مياه هذا المشروع حاليا ١٤٠٠٠٠ هكتار تستهلك نحو ٥٤،٦ مليون متر مكعب من المياه سنويا، وقد بلغت كمية المياه التي تم ضخها من بداية تشغيل المشروع وحتى منتصف عام ١٩٩٩م ٦٣٠،٢ مليون متر مكعب [٢].

وقد أجري العديد من الدراسات على مياه الصرف الصحي، منها إمكانية إعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الري الزراعي وآثاره الضارة على النبات والحيوان والإنسان. وينصب اهتمام هذه الدراسات في تحديد مدى صلاحية مياه الصرف الصحي للري الزراعي وتحديد إمكانية حدوث أضرار من استخدامها بسبب وجود مواد سامة [٣] أو كائنات ضارة فيها [٤] بالإضافة إلى تأثيرها في الكائنات الحية الموجودة في البيئة الزراعية التي تستخدم فيها [٥-٧].

ويعد محصول القمح من المحاصيل المهمة حيث احتلت المملكة العربية السعودية المرتبة السادسة عالميا عام ١٩٨٨م، وفي الفترة من ١٩٨٠ إلى ١٩٩٢م ازدادت المساحة المزروعة بالقمح من ٧٣،٥ إلى ٩٠٧

ألف هكتار بنسبة ٦٠،٢% من إجمالي المساحة المزروعة، كما ازدادت، وفي الفترة نفسها، إنتاجية القمح من ١٨٧،٢ ألف طن إلى ٤،١ مليون طن [٦]. وقد ارتبطت الزيادات، سواء في المساحة أو الإنتاج، بأثر الدعم الحكومي على إنتاج القمح حيث ترتب عليه أمور إيجابية كثيرة، منها تحول البلاد، ولله الحمد، من بلاد مستوردة للقمح إلى بلاد مصدرة، بالإضافة إلى التوطن الزراعي في الأراضي الجديدة واكتساب الخبرة ووضع البنية التحتية للزراعة التى هي من المجالات الرئيسية للأمن الغذائي وتكوين مجتمعات زراعية يسودها الاستقرار [٨].

ركز كثير من الأبحاث على تحسين إنتاجية القمح تحت ظروف الجفاف، إما بانتخاب أصناف مقاومة للجفاف وإما بتحسين إدارة مياه الري. وهناك أبحاث كثيرة في مجال تأثير الجفاف في المحصول ومكوناته [٩-١٣]. دلت هذه الأبحاث على أن إنتاجية المحصول تتأثر تأثرا كبيرا بنقص المياه لما لها من تأثير في العمليات الحيوية والفسيولوجية داخل النبات، مما ينعكس في النهاية على نقص الإنتاجية للمحصول. وتعتمد قدرة الإجهاد المائي في التأثير في النبات على عدة عوامل، أهمها: شدة الإجهاد ومدته ومرحلة نمو النبات، حيث وجد أن تعرّض نبات القمح للإجهاد المائي (الجفاف) خلال مرحلة النمو الخضري يسبب نقصا في عدد الأشطاء وخفضا في المساحة الورقية، وبالتالي تحديد حجم كل من المصدر والمصب، مما يؤثر في عملية البناء الضوئى وبالتالي إنتاجية المحصول [١٤] بينما ينتج عن تعرض النبات للإجهاد المائي خلال مرحلة الإزهار انخفاض في عدد الأزهار المخصبة وبالتالي قلة المحصول [١٥، ١٦]. أما خلال مرحلة امتلاء الحبوب فإن الإجهاد يؤدي إلى التبكير في النضج (نقص فترة امتلاء الحبة) مما ينتج عنه انخفاض في معدّل امتلاء الحبة وبالتالي نقص في وزن وعدد الحبوب، وبالتالي الإنتاجية النهائية لمحصول الحبوب [١٧]. وعلى العموم لم تتطرق معظم تلك الأبحاث المتعلقة بتأثير الإجهاد المائي في النباتات لمجال التأثير المشترك لكل من كمية ونوعية مياه الري، خاصة تحت ظروفنا البيئية ذات الموارد المائية المحدودة، ومن هذا المنطلق جاءت أهمية هذا البحث لتحقيق الأهداف الآتية:

١- تأثير الري بماء الصرف الصحي المعالج في إنتاجية محصول القمح.

٢- تقييم إنتاجية محصول القمح تحت ظروف الإجهاد المائي.

٣- اختبار قدرة النبات على مقاومة الجفاف باستخدام مياه الصرف الصحي.

٤- اختبار التأثير المشترك لكل من كمية ونوعية مياه الري في الإنتاجية الزراعية لهذا المحصول.

طرق ومواد البحث

العمليات الزراعية

تم تنفيذ هذه الدراسة في محطة الأبحاث والتجارب الزراعية بديراب (جنوب مدينة الرياض خط عرض ٤٢ ،٢٤° شمالا ٤٤ ،٤٦ ° شرقا وارتفاع ٦٠٠م عن سطح البحر) التابعة لكلية الزراعة جامعة الملك سعود الرياض، وذلك خلال موسمي ١٩٩٤-١٩٩٥م/ ١٩٩٥-١٩٩٦م، وتم استخدام نوعين من التراكيب الوراثية (جيزة ١٦٣ وسلالة محلية LE2-94-2).

ولقد تمت الزراعة في تربة جيرية ٣٠% كربونات كالسيوم ($CaCO_3$). أوضح التحليل الميكانيكي لها بأنها تحتوي على ٥١% رمل، و٢٦% سلت، و٢٣% طين، وقد تم إجراء التحاليل الكيميائية للتربة وكذلك مياه الري المستخدمة قبل الزراعة وبعد الزراعة أسبوعيا خلال الموسم الزراعي. ويوضح الجدولان رقما (١، ٢) بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للترب المستخدمة بالإضافة إلى التحاليل الكيميائية لمياه الآبار والصرف الصحي. يدل الجدول رقم (١) على أن التربة جيرية ذات قوام طميي وغنية بالعناصر الغذائية فيما عدا الحديد والنحاس الميسّر. تعتبر التربة المروية بمياه الآبار ملحية مقارنة بالتربة المروية بماء الصرف الصحي، وهذا شيء طبيعي ناتج من ارتفاع ملوحة مياه الآبار (٤٢٢٤ مجم/لتر، الجدول رقم ٢) مقارنة بماء الصرف الصحي الأقل ملوحة (٨٩٦ مجم/لتر).

الجدول رقم (١). بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة المستخدمة.

خاصية التربة	نوع التربة	
	آبار	صرف صحي معالج
الرقم الهيدروجيني (pH)	٧,٩	٧,٩
التوصيل الكهربائى ($EC\ dS\ m^{-1}$)	٥،٥	٢,١
كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$ %)	٣١,٤	٢٩,٩
القوام	*S. CL. L	S. CL. L.
الرمل %	٥٢	٥٠
السلت %	٢٦	٢٦
الطين %	٢٢	٢٤

تابع الجدول رقم (١).

خاصية التربة	نوع التربة	
	آبار	صرف صحي معالج
العناصر الغذائية (مجم/كجم)		
النيتروجين الميسر (N)	١٤٦,١	١٢٠,٦
الفوسفور الميسر (P)	٣٤,٨	٦٠,٨
البوتاسيوم الميسر (K)	٣٣٦	٣٣٩
الحديد الميسر (Fe)	١,٩	٢,٤
الزنك الميسر (Zn)	٨,٤	١٥,١
المنجنيز الميسر (Mn)	٨,٤	١٣,١
النحاس الميسر (Cu)	٠,٤	٠,٣

* L.CL.S: تربة طينية خفيفة.

الجدول رقم (٢). التحاليل الكيميائية لمياه الآبار والصرف الصحي المعالج.

نوع التحليل	نوع الماء	
	آبار	صرف صحي معالج
الرقم الهيدروجيني (pH)	٨	٦,٢
التوصيل الكهربائي ($EC\ dS\ m^{-1}$)	٦،٦	١,٤
مجموع الأملاح الذائبة (TDS mg/1)	٤٢٢٤	٨٩٦

نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR)	٧،٧	٢,٧
الكاتيونات (mg/1)		
كالسيوم (Ca^{+2})	٣٦٠	١٠٠
مغنسيوم (Mg^{+2})	٢١٦	٣٠
صوديوم (Na^{+1})	٧٥٢,١	١٢١,٤
بوتاسيوم (K^{+1})	٢٢,٢	١٣,٧
الأنيونات (mg/1)		
كربونات (CO_3^{-2})	١٨,٨	–
بيكربونات (HCO_3^{-1})	١٩٨,٣	٨٣,٩
كلوريد (Cl^{-1})	٨٩٧,٤	١٤٦,٣
كبريتات (SO_4^{-2})	١٧٤٤,٦	٤٠٨,٢

تمت الزراعة بتاريخ ٢٥ نوفمبر ١٩٩٤م للموسم الأول و١٥ نوفمبر ١٩٩٥م للموسم الثاني، بمعدل زراعة ١٤٠كجم/هكتار. تحتوي مساحة القطعة التجريبية الواحدة (٣×٤م) على ٨ صفوف والمسافة بين الصف والآخر ٢٥سم ثم التسميد بمعدل ١:٢:٣ نيتروجين، وفوسفور، وبوتاسيوم (NPK)، و٣٠٠ كجم/هكتار نيتروجين، و٢٠٠ كجم/ هكتار فوسفور، و١٠٠ كجم/هكتار بوتاسيوم، وذلك على دفعتين خلال الموسم الزراعي.

تصميم التجربة

تم تصميم التجربة الحقلية في نظام قطع منشقة مرتين في أربع مكررات حيث رتبت معاملتا الري (أسبوعيا، شهريا) في القطع الرئيسية بينما وزعت نوعية مياه الري في القطع الفرعية والتراكيب الوراثية في القطع تحت الفرعية، وقد تم توزيع المعاملات عشوائيا. تم تزويد التجربة الحقلية بنظام ري متدفق يحتوي على خطين، أحدهما ماء آبار والآخر ماء الصرف الصحي المعالج، حيث تم التحكم فيهما عن طريق عدادات خاصة لكل قطعة تجريبية. وقد كانت كمية الري المضافة للتجربة خلال الموسم الزراعي الواحد تعادل ٧٥٠٠م^3/هكتار للمعاملة الأسبوعية و٢٠٠٠م^3/هكتار للمعاملة الشهرية بالإضافة إلى كمية الأمطار المتساقطة خلال الموسم والتى

كانت أعلى معدلا في الموسم الثاني عنه في الموسم الأول حيث بلغت ١٤٠مم للموسم الأول، و٤٨٨ مم للموسم الثاني.

الصفات المحصولية المدروسة

١- ميعاد التزهير.
٢- فترة امتلاء الحبوب.
٣- ميعاد النضج.
٤- ارتفاع النبات عند النضج.

بينما عند الحصاد تم استخدام صفين داخليين من كل قطعة تجريبية، وذلك لحساب الوزن الحيوي ومحصول الحبوب ومكوناته، ومن ثم دليل الحصاد للمعاملات المختلفة.

التحليل الإحصائي

تم تحليل البيانات إحصائيا وذلك باستخدام SAS 1989 [١٨]، وذلك للحصول على جداول تحليل التباين، أما الفروق بين المتوسطات لكل من معاملات الري ونوعية مياه الري وكذلك التراكيب الوراثية والتداخل بينها إن وجد فتم حسابه بواسطة أقل فرق معنوي لفشر [١٩].

النتائج والمناقشة

أوضحت النتائج أن إنتاجية المحصول ومكوناته قد ازدادت معنويا باستخدام ماء الصرف الصحي مقارنة بماء الآبار، وكان المتوسط العام

لمحصول المادة الجافة ومحصول الحبوب للتركيبين الوراثيين ١٩،٤، و٨،٥ طن/هكتار لماء الصرف الصحي المعالج و١٦،٨، و٥،٥طن/هكتار لماء الآبار تحت معاملة المقارنة، بينما كان ١٦،٢، و٥،٥ طن/ للهكتار و١٤،٣، و٥طن/هكتار لنوعي مياه الري تحت معاملة الإجهاد على التوالي، بينما ازدادت معنويا قدرة النباتات على مقاومة الإجهاد (معبرا عنها بإنتاجية المحصول وثباته) عند استخدام ماء الصرف الصحي مقارنة بماء الآبار. ونتيجة لذلك فقد أحدث استخدام مياه الصرف الصحي المعالج كمصدر مهم من مصادر الري في الزراعة زيادة معنوية في إنتاجية المحصول وثباته خاصة تحت ظروف موارد المياه المحدودة.

أدى الإجهاد المائي إلى انخفاض معنوي في كلٍ من فترة امتلاء الحبوب وكذلك الفترة من الزراعة حتى النضج، كما في الجدول رقم (٣)، وهذا يدل على أن تعرض النباتات لنقص مياه الري خلال موسم النمو يؤدي إلى التبكير في النضج ونقص فترة امتلاء الحبوب مما يؤدي في النهاية إلى نقص واضح في كمية الإنتاج، وهذه النتيجة تتفق مع دراسات سابقة أجريت على نفس المحصول [٢٠] ولكن تنفرد هذه الدراسة بأنها تطرقت إلى دراسة التأثير المشترك لكل من نوعية مياه الري والإجهاد، الأمر الذي لم تناقشه الدراسات الأخرى. أما بالنسبة لتأثير نوعية مياه الري في هاتين الصفتين فإن الري بماء الآبار أدى إلى انخفاض معنوي في كلا الصنفين وخلال الموسمين الزراعيين وذلك مقارنة بماء الصرف الصحي، وذلك بسبب احتواء مياه الآبار على كمية عالية من الأملاح مقارنة بمياه الصرف الصحي، مما أدى إلى حصول إجهاد ملحي وزيادة في الضغط الأسموزي على جذور النبات مما تسبب في خفض فترة امتلاء الحبة وكذلك أدى الى

التبكير في النضج، وهذا يتفق مع النتائج التي تحصل عليها كلٌّ من السيد والمشهدي (١٩٨٣) [٢١]. ولكن تختلف هذه الدراسة عن تلك بأن بحثهما يركز على إنتاجية المحصول تحت ظروف الإجهاد المائي والملحي دون الأخذ في الاعتبار ماء الصرف الصحي. أما من ناحية التراكيب الوراثية فإن الصنف جيزة ١٦٣ قد تفوق معنويا على السلالة المحلية LE2-94-2 في كل من فترة الامتلاء وفترة النضج في كلا الموسمين.

أدى الإجهاد المائي (الري الشهري) إلى انخفاض معنوي في ارتفاع النباتات خلال الموسم الأول بينما لم يحدث فروقا معنوية خلال الموسم الثاني لهذه الصفة (الجدول رقم ٤)، نظرا لزيادة تساقط الأمطار خلال الموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول، بينما عدد السنابل في مساحة المتر المربع الواحد قد انخفضت معنويا في الموسم الثاني مقارنة بالموسم الأول. تتفق هذه النتيجة مع ما تم الحصول عليه من دراسات سابقة في تأثير الإجهاد المائي في محصول القمح تحت ظروف منطقة الرياض [١٧، ٢٠].

الجدول رقم (٣). تأثير الري بماء الصرف الصحي المعالج في إنتاجية محصول القمح تحت ظروف الإجهاد المائي خلال الموسم الزراعي ١٩٩٥-١٩٩٦م ممثلة في فترتي امتلاء الحبوب والنضج (أيام).

المعاملة	فترة امتلاء الحبة		فترة النضج	
	١٩٩٥م	١٩٩٦م	١٩٩٥م	١٩٩٦م
معاملة الري				
ري أسبوعي	٥٣,١	٤٦,٨	١٣٧,٥	١٢٠،٩
ري شهري	٤٥,٥	٤٢,١	١٢٤,٨	١١٣،٧
LSD 0.05	١,١٤	١,٩٥	١,٢٤	٣ ،٠

نوعية الري				
صرف صحي معالج	٥١,٤	٤٦,٠	١٣٣,٦	١١٨،٧
مياه آبار	٤٧,٢	٤٢,٤	١٢٨,٧	١١٦،٠
LSD 0.05	٢,٦٢	٠,٨٩	٣,٢	٠ ،٧٨
التركيب الوراثي				
جيزة ١٦٣	٥٢,٩	٤٥,٥	١٣٥،٥	١٢١،٧
سلالة محلية مهجنة	٤٥,٧	٤٢,٢	١٢٦,٨	١١٣،٠
LSD 0.05	٣,١	٠,٧١	٣,٠	١،٤

الجدول رقم (٤). تأثير استخدام الري بماء الصرف الصحي المعالج في إنتاجية محصول القمح تحت ظروف الإجهاد المائي خلال الموسم الزراعي ١٩٩٥-١٩٩٦م ممثلة في ارتفاع النباتات وعدد السنابل في المتر المربع.

المعاملة	ارتفاع النبات (سم)		عدد السنابل في م^2	
	١٩٩٥م	١٩٩٦م	١٩٩٥م	١٩٩٦م
معاملة الري				
ري أسبوعي	٨٣,٩	٨٣,١	١٢١٥,٦	١٢٧١,٢
ري شهري	٧٨,٣	٨١,٤	٩٩٥,٦	١٠٢٥
LSD 0.05	٧,١	NS	NS	١٧٧,٦
نوعية الري				
صرف صحي معالج	٨٧,٤	٨٦,٩	١١٤٣,٧	١٢٧٨,٧
مياه آبار	٧٩,٨	٧٧,٧	١٠٥٧,٥	١٠١٧,٥
LSD 0.05	٢,٢٦	٤,٣	NS	٢١٧

تابع الجدول رقم (٤).

المعاملة	ارتفاع النبات (سم)		عدد السنابل في م^2	
	١٩٩٥م	١٩٩٦م	١٩٩٥م	١٩٩٦م
التركيب الوراثي				
جيزة ١٦٣	٩٦,٩	٩٦,٧	١٠٦٩,٤	١٠٣١,٢
سلالة محلية مهجنة	٧٠,٣	٦٧,٩	١١٤١,٢	١٢٥٦
LSD 0.05	٣,٥	٢,٤	NS	١١٣,٣

NS تعني أن الفروق بين الصفات المدروسة غير معنوية عند الاختبار على مستوى ٠،٠٥ في اختبار أقل فرق معنوي.

أدى الري بمياه الصرف الصحي المعالج إلى زيادة معنوية في ارتفاع النباتات خلال الموسمين وذلك مقارنة بماء الآبار وهذا قد يعود إلى انخفاض مستوى الملوحة في مياه الصرف الصحي مقارنة بماء الآبار، أما من ناحية عدد السنابل في مساحة المتر المربع الواحد فقد كانت أعلى في مياه الصرف الصحي خلال الموسم الثاني فقط.

كان هناك اختلافات معنوية بين التركيبين الوراثيين المستخدمين في هذه التجربة حيث أعطى جيزة ١٦٣ أعلى قيمة في ارتفاع النبات بينما كان أقل في عدد السنابل في مساحة المتر المربع الواحد مقارنة بالسلالة المحلية LE2-94-2. من نتائج هذه الدراسة يتضح أن معاملة الإجهاد المائي (الري الشهري) أدت إلى انخفاض معنوي في الوزن البيولوجي ومحصول الحبوب خلال الموسم الأول ١٩٩٥م (الجدول رقم ٥)، بينما لا توجد أي فروقات بين المعاملات خلال الموسم الثاني وهذا يعود إلى زيادة تساقط الأمطار في الموسم الثاني، مما أدى إلى اختفاء الفروق بين المعاملات، وهذه النتيجة تتفق مع (غندورة وآخرون ١٩٩٧م السيد والمشهدي ١٩٨٣م) [١٧،٢١]. بالنسبة لنوعية مياه الري فإن ماء الصرف الصحي قد تفوق على ماء الآبار في صفة الوزن البيولوجي خلال الموسمين الزراعيين بينما كان التفوق واضحا في محصول الحبوب لماء الصرف الصحي خلال الموسم الثاني فقط ولم يكن هناك فروقات معنوية في الموسم الأول. أما بالنسبة للتراكيب الوراثية فإن جيزة ١٦٣ قد تفوق على السلالة المحلية (LE2-94-2) في صفة الوزن البيولوجي في الموسم الأول فقط، وبالنسبة لمحصول الحبوب فقد كان التفوق للسلالة المحلية خلال الموسم الثاني، وهذا قد يرجع إلى أن السلالة

المحلية قد استجابت لزيادة تساقط الأمطار وتلاؤمها مع الظروف المحلية مما أدى إلى تحسن في إنتاجية محصول حبوب القمح لهذه السلالة.

الجدول رقم (٥). تأثير الري بماء الصرف الصحي المعالج في إنتاجية محصول القمح تحت ظروف الإجهاد المائي خلال الموسم الزراعي ١٩٩٥-١٩٩٦م ممثلة في المحصول البيولوجي ومحصول الحبوب (طن/هكتار).

المعاملة	المحصول البيولوجي		محصول الحبوب	
	١٩٩٥م	١٩٩٦م	١٩٩٥م	١٩٩٦م
معاملة الري				
ري أسبوعي	٢٠,٤	١٥,٧	٦,١٠	٥,١٦
ري شهري	١٥,٣	١٥,٢	٥,٣١	٥,١٦
LSD 0.05	١,٧	NS	٢,٢١	NS
نوعية الري				
صرف صحي معالج	١٨,٧	١٦,٨	٥,٦٧	٥ ،٥
مياه آبار	١٦,٩	١٤,١	٥,٧١	٤,٨
LSD 0.05	١,٣٢	١,٣	NS	٠,٥١
التركيب الوراثي				
جيزة ١٦٣	١٨,٦	١٥,٩	٥,٦٥	٤,٧
سلالة محلية مهجنة	١٧,١	١٤,٩	٥,٧٣	٥,٧
LSD 0.05	١,٣	NS	NS	٠,٦٨

ومن نتائج هذه الدراسة أيضا يتضح أن الإجهاد المائي لم يكن له تأثير واضح في مكونات المحصول والتي تشمل وزن ألف حبة وعدد الحبوب في السنبلة (عدا دليل الحصاد الذي تأثر معنويا في الموسم الأول)، (الجدول رقم ٦)، وهذا يدل، كما أسلفنا على أن تساقط الأمطار في الموسم الثاني بكميات كبيرة مقارنة بالموسم الأول أدى إلى اختفاء الفوارق بين معاملتي الري لذا نرى أن جدولة الري على أساس فترات زمنية قد لا تكون مجدية تحت الظروف الحقلية وخاصة عند اختبار تأثير الإجهاد المائي في النبات، نظرا

لعدم القدرة في التحكم في كمية الأمطار المتساقطة. أما بالنسبة لنوعية مياه الري فإن الري بماء الصرف الصحي قد أدى الى زيادة معنوية في وزن ألف حبة مقارنة بماء الآبار وذلك خلال الموسم الأول فقط، أما عدد الحبوب في السنبلة فلم يكن لنوعية مياه الري أي تأثير في هذه الصفة، بينما ازداد معنويا دليل الحصاد باستخدام مياه الآبار مقارنة بماء الصرف الصحي وذلك خلال الموسم الأول فقط، أما التركيب الوراثي لهذه الصفات فإن جيزة ١٦٣ قد تفوق على السلالة المحلية في وزن ألف حبة خلال الموسم الثاني بينما ازداد عدد الحبوب في السنبلة في جيزة ١٦٣ مقارنة بالسلالة المحلية خلال الموسمين الزراعيين، أما دليل الحصاد فقد زاد معنويا بالسلالة المحلية مقارنة بالجيزة ١٦٣ خلال الموسم الثاني. وتنفرد هذه الدراسة عن غيرها من الدراسات السابقة في هذا المجال بأنها الأولى في مجال مقارنة ماء الصرف الصحي المعالج بماء الآبار تحت ظروف التجربة الواحدة،كما أنها ناقشت مدى استجابة النباتات لظروف الجفاف عند استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة مقارنة بماء الآبار.

الجدول رقم (٦). تأثير الري بماء الصرف الصحي المعالج في إنتاجية محصول القمح تحت ظروف الإجهاد المائي خلال الموسم الزراعي ١٩٩٥-١٩٩٦م ممثلة في وزن ١٠٠٠حبة (جم)، وعدد الحبوب في السنبلة ودليل الحصاد.

المعاملة	وزن ١٠٠٠ حبة/جم		عدد الحبوب في السنبلة		دليل الحصاد %	
	١٩٩٥م	١٩٩٦م	١٩٩٥م	١٩٩٦م	١٩٩٥م	١٩٩٦م
معاملة الري						
ري أسبوعي	٤١,٤	٤٣,١	٤٣,٣	٤٧,٧	٢٩,٥	٣٣,١
ري شهري	٤٢,٦	٤١,١	٤٠,٥	٤٦,٧	٣٤,٤	٣٤,٣
LSD 0.05	NS	NS	NS	NS	٢,٧	NS
نوعية الري						
صرف صحي معالج	٤٣,٨	٤١,٩	٤٠,٧	٤٧,٥	٣٠,٢	٣٣,١
مياه آبار	٤٠,٢	٤٢,٣	٤١,١	٤٦,٢	٣٣,٧	٣٤,٣
LSD 0.05	١,٤٧	NS	NS	NS	٣,٤	NS

التركيب الوراثي						
جيزة ١٦٣	٤٢,٤	٤٣,٠	٤٧,٧	٥٠,٠	٣٠,٥	٢٩,٥
سلالة محلية مهجنة	٤١,٢	٤١,٢	٣٦,٦	٤٣,٨	٣٣,٤	٣٧,٨
LSD 0.05	NS	١,١٨	٥,١	٦,٠	NS	١,٨

وتعد إدارة المياه وتنظيم عمليات الري من الأمور المهمة من عدة وجوه، منها ترشيد المياه التي تعتبر مطلبا وطنيا، كما أن لها فوائد في الحد من انتشار الآفات والأمراض، بالإضافة إلى أن الصرف الجيد يؤدي إلى تقليل أعداد ونشاط بعض الكائنات الممرضة بالتربة مثل فطر *Pythium* وبعض أنواع النيماتودا [٢٢].

قد يساعد الري بماء الصرف الصحي المعالج النبات على مقاومة الجفاف والتقليل من ملوحة التربة نظرا لاحتوائه على كمية قليلة من الأملاح وذلك مقارنة بالري بماء الآبار، وكذلك يساعد على التقليل والحد من استهلاك المخزون الجوفي للمياه ولا سيما في مناطقنا الجافة الصحراوية، كما أن الري بماء الصرف الصحي أدى إلى زيادة واضحة في وزن المحصول البيولوجي (المادة العلفية) مما ينصح باستخدام هذا المورد في ري الأراضي المخصصة لإنتاج الأعلاف بشكل عام وبالتالي التقليل من الاعتماد على الموارد المائية التقليدية.

وأخيرا وبناء على نتائج هذه التجربة فإنه يجب أن ننوه بأن دراسة الإجهاد المائي تحت الظروف الحقلية يجب أن تتم بجدولة ري أدق من تلك المستخدمة في هذه التجربة بحيث يؤخذ في الاعتبار كمية الأمطار المتساقطة وبالتالي تعريض النباتات لدرجة من الإجهاد الكافي لإحداث فروقات واضحة بين المعاملات المختلفة.

المراجع

[١] Al-Yahya, F.A. ″Effect of Irrigation with Sewage on Citrus Nematode.″ *Msc. King Saud.Univ. Riyadh, Saudi Arabia*. (1986), 79.

[٢] المجلة الزراعية. *الأبحاث والتنمية الزراعية*. إدارة الإرشاد والخدمات الزراعية شعبة التوعية والإعلام الزراعي، وزارة الزراعة والمياه، المملكة العربية السعودية، المجلد التاسع والعشرون، العدد الرابع، شوال ١٤١٩هـ.

[٣] Al-Rajhi, D.H.; and El-Bakary, A.S. ″Toxicity of the Ssecondary Treated Municipal Waste Water of Riyadh Region to Fish and its Hematological and Biochemical Effects on Albino Mice.″ *J. King Saud Univ. 6 Agric. Sci.,* (2) 1994, 339-346.

[٤] Al-Hazmi, A.S.; Al-Yahya, F.A.; and El-Saedy, A. ″Effects of Four Fungi Isolated from Treated Sewage Water on Population Development of *Tylenchulus Semipenetrans.″ Nematropica*, 18 (2) (1988), 93-97.

[٥] Al-dryhim, Y. ″Seasonal Abundance and Biology of Hypera Postica (Gyllenhal), (Coleopteran: Curculionidae) under Irrigation from Two Different Water Sources.″ *Arab Gulf J.Scient. Res*., 12 (3) (1994), 479-488.

[٦] Al-Hazmi A.S.; Ibrahim, A.A.M.; and Abdul-Razaq, A.T. ″Occurrence Morphology and Reproduction of *Heterodera avenae* on Wheat and Barley in Saudi Arabia Pak.″ *J. Nematol*., 12 (2), (1994), 117-129

[٧] Al-Yahya, F.A.; Al-Hazmi, A.S.; and El-Saedy, M.A. ″Effects of Treated Sewage Water on Egg Hatch and Infectivity of *Tylenchulus semipenetrans* Nematol.″ *Medit.,* 16: (1988), 13-15.

[٨] خليفة، على يوسف. "أثر الدعم الحكومي على إنتاج القمح في المملكة العربية السعودية". *نشرة مركز البحوث الزراعية، جامعة الملك سعود*، كلية الزراعة، ٣١: (١٤١٤هـ)، ٣-١٣.

[٩] Sayed, H.I and Ghandorah, M.O. ″Association of Grain Filling Characteristics to Grain Weight and Senescence in Wheat Under Warm Conditions.″ *Field Crops Res.*, 9: (1984), 323 332.

[١٠] Bugg, A.K. and Rawson, H.M. ″Contrasting Response of Morphologically Similar Wheat Cultivars to Temperatures Appropriate to Warm Temperate Climates with Hot Summers, A Study in Controlled Environment.″ *Aust. J. Plant Physiol.,* 4: (1977), 877-887.

[١١] Al-Omran, A.M. ″The Effect of Water Regimes on Corn and Wheat Production.″ *Emir. J. Agric. Sci.*, 2: (1990), 80-96.

[١٢] Hussain, G. and Al-Jaloud, A. ″Effect of Irrigation and Nitrogen on Water Use Efficiency of Wheat in Saudi Arabia″. *Agric. Water Manage*., 27: (1995), 143-153.

[١٣] Ghandorah, M.O. ″Response of Wheat and Triticale Cultivars to Water Stress″. *J. Coll. Agric. King Saud Univ*., 9: (1987), 59-72.

[١٤] Sayed, H. I. ″Genotype-environment Interaction, Heritability Estimates and Interrelationships for Some Traits in Wheat.″ *Arab Gulf J. Res. Agric. Bio. Sci*., B5 (1987), 35-46.

[١٥] Boyer, J.S. ″Plant Productivity and Environment.″ *Science*, 218 (1982), 443-448.

[١٦] Oosterhuis, D. M. and Cartwrite, P.M. ″Spike Differential and Floret Survival in Semi-dwarf Spring Wheat as Affected by Water Stress and Photoperiod.″. *Crop Sci*., 23: (1983), 711-716.

[١٧] غندورة، محمد عمر؛ وإبراهيم، إبراهيم الشواف؛ وخالد، أحمد مصطفى؛ وأحمد، محمد جاد الله. "تقييم بعض التراكيب الوراثية في الأجيال المبكرة لقمح الخبز تحت ظروف الإجهاد المائي والحراري بالمنطقة الوسطى بالمملكة العربية السعودية". *مجلة الخليج العربي لبحوث العلمية*، مكتب التربية العربي لدول الخليج، مجلد ١٥عدد ٢، (١٩٩٧م).

[١٨] SAS Users Guide. *Basics Edition*. SAS Institute IMC Box 8000, North Carolina 27511, U.S.A., 1989.

[١٩] Steel, R.G.D. and Torrie, T.H. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd. Ed. Mc-Graw Hill, N,Y, U.S.A., 1980.

[٢٠] Alderfasi, A.A.; Ghandorah, M.O.; and Moustafa, Kh.A. ″Evaluation of Some Wheat Genotypes Under Drought Stress in Arid Region of Saudi Arabia.″ *Alex. J. Agric. Res*.; 44, (1999), 209-217.

[٢١] Sayed, H.I. and Mashhady, A.S. ″Performance of Wheat and Triticale Cultivars Subjected to Soil Salinity and Soil Moisture Stress Condition.″ *Wheat Information Service*, 56, (1983), 28-33.

[٢٢] الزميتي، محمد السعيد. تطبيقات المكافحة المتكاملة للآفات الزراعية. الجيزة: دار الفجر للنشر والتوزيع، ١٩٩٧م.

Effect of Irrigation with Treated Municipal Waste Water on Wheat Production under Drought Stress Conditions

Ali Abdullah Alderfasi, M.S. Al-Sewailm, F.A. Al-Yahya, K.A. Kamel, and Ali Aleter
College of Agriculture, King Saud Universiy, P.O.Box 2460, Riyadh 11451, Saudi Arabia

(Received 8/10/1420;accepted for publication 19 / 6 /1421)

Abstract. Much research has focused on improving wheat productivity under drought conditions either by selection of drought-resistance germplasm or by improvement of irrigation water management. The use of treated municipal waste water (TMWW), as a new resource of irrigation, has been encouraged in Saudi Arabia during the last decade to increase the efficient use of water irrigation in crop production. For this reason, field experiments were conducted during the 1994-1995 and 1995-1996 seasons at the Agricultural Experimental Station in Dirab, Riyadh on a calcareous soil. The objectives of the present study were to evaluate the effect of two sources of irrigation water (TMWW and well water) on wheat productivity using two genotypes of wheat (Giza 163 and a local line), and to study the response of wheat plants to drought stress under two irrigation intervals; weekly (control) and monthly (stress).

The results showed that crop productivity (biomass and grain yield) were significantly increased with TMWW compared to well water. The average biomass and grain yield of the two genotypes over two growing seasons were 19.4, 5.8 and 16.8, 5.5 t/ha for TMWW and well water under the control treatment respectively. While under the stress treatment, the averages were 16.2, 5.5 and 14.3, 5.5 t/ha for TMWW and well water respectively. Further, yield and yield stability (the ability of plants to withstand water deficit) had significantly increased under stress conditions by using TMWW. In conclusion, the use of treated municipal waste water as a source of agricultural irrigation had a significant increase in yield productivity and stability especially in water-limited environments.