

تأثير سرعة دوران نظام الري المحوري على فواقد الري بالرش

حسين محمد أبو غبار

قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود،

الرياض المملكة العربية السعودية

(قُدم للنشر في ١٩/٩/١٤١٤هـ، وقبل للنشر في ١٨/١/١٤١٥هـ)

ملخص البحث. أجريت هذه الدراسة لتقدير فواقد التبخر وبعثرة الرياح أثناء الري بنظام الري المحوري تحت الظروف الحقلية عند ظروف مناخية وتشغيلية متغيرة. وأوضحت النتائج زيادة فواقد الري بالرش عند زيادة سرعة دوران نظام الري المحوري وتقل مع زيادة معدل الرش على طول خط الرش المحوري. وقد أشار نموذج فاقد الرش إلى أن هذه الفواقد من الرشاشات المستخدمة في نظام الري المحوري ترتبط مباشرة بالرطوبة النسبية وسرعة دوران جهاز الري المحوري. ولكن عندما يكون ارتفاع الرشاشات عن سطح الأرض متغيراً تكون العوامل الأكثر تأثيراً على فواقد الرش هي بالترتيب: ارتفاع الرشاشات، سرعة الرياح، وضغط تشغيل الرشاشات.

مقدمة

يؤدي زيادة الطلب على الموارد المائية المتاحة إلى الترشيد في استخدامها بكفاءة وكذلك البحث الدائم للحصول على نظم ري ذات تصميم وإدارة جيدة، خاصة في المناطق الجافة ذات الموارد المائية المحدودة والتي تعاني من ظروف صحراوية. وقد أصبح نظام الري المحوري ذو الضغط المنخفض من أكثر نظم الري استخداماً في المملكة العربية السعودية. وذلك لعدة أسباب من أهمها سهولة التحكم في إضافة مياه الري على مساحة كبيرة، وإمكانية تشغيله آلياً بدون الحاجة إلى عمالة كثيرة ولفترات طويلة. وقد أوضحت نتائج إحصاء تم في عام ١٩٩٢م بواسطة المؤلف أن عدد أجهزة الري المحوري خلال الفترة من ١٩٨١م - وهي الفترة التي بدأ استخدام هذا النظام فيها في المملكة - إلى عام ١٩٩٢م هي

٢٠٠٢٨ جهازاً، وهذه الأجهزة تروي حوالي ٨٠٪ من المساحة المروية في المملكة، وهذا العدد يزداد سنوياً.

لقد أجريت عدة دراسات على فواقد التبخر وبعثرة الرياح من نظم الري بالرش بواسطة عديد من الباحثين [١-١٠]. إن معظم هذه الدراسات استهدفت دراسة فواقد الرش من نظام الرش التقليدي مستخدمين في ذلك رشاشاً دواراً مفرداً. وهناك نقص في دراسة هذه الفواقد تحت نظام الري المحوري أثناء التشغيل تحت ظروف الحقل. حيث إن جهاز الري المحوري يختلف عن نظام الرش التقليدي حيث يوجد خط رش محوري توجد عليه الرشاشات ويدور حول نقطة المحور الثابتة. وهذا النظام يتحرك باستمرار أثناء عملية الري ومعدل الرش يكون منخفضاً بالقرب من نقطة المحور ثم يتزايد باتجاه نهاية خط الرش المحوري. تحدث الفواقد أثناء خروج المياه من الرشاشات على هيئة رذاذ أثناء مرورها في الهواء قبل أن تصل إلى سطح الأرض، وتتوقف قيمة هذه الفواقد على عناصر المناخ (درجة الحرارة الجوية - الرطوبة النسبية - الرياح) وظروف التشغيل أثناء عملية الري. تكون هذه الفواقد على هيئة بخر لجزء من مياه الري أو يُحمل جزء آخر من المياه خارج المساحة المروية. هذه الفواقد تكون عالية في المناطق الصحراوية وقد تصل إلى نسبة كبيرة من المياه المضافة بواسطة الرشاشات، حيث تؤدي إلى تقليل كفاءة نظام الري بالرش. كذلك فإن نظام الري المستخدم وطريقة إضافة هذه المياه تؤثر على نسبة هذه الفواقد.

تستهدف الدراسة الحالية إيجاد كمية فواقد الرش لنظم الري المحوري عند سرعات دوران مختلفة لجهاز الري المحوري، وكذلك تحديد أكثر العوامل تأثيراً على هذه الفواقد تحت الظروف المناخية والتشغيلية المحلية ثم إيجاد العلاقة بينهما. هذه الدراسة قد تسهم في مساعدة مصممي نظام الري المحوري وإدارة المزرعة على كيفية تقليل فواقد التبخر وبعثرة الرياح أثناء الري؛ وبالتالي المحافظة على الموارد المائية المتاحة في هذه المناطق. لذلك يمكن إيجاز أهداف البحث كالتالي:

١ - إيجاد كمية فواقد الرش لنظام الري المحوري عند استخدام سرعات دوران مختلفة.

٢ - إيجاد العلاقة بين هذه الفواقد والعوامل المناخية والتشغيلية المؤثرة.

مواد وطرق البحث

تم جمع بيانات هذا البحث من مزارع بالمنطقة الوسطى في المملكة العربية السعودية وذلك لنظام الري المحوري ذي الضغط المنخفض . المناخ السائد في هذه المنطقة يعتبر مناخاً صحراوياً . ويحتوي الجدول رقم ١ على مواصفات نظام الري المحوري المستخدم في البحث . أما متوسط قيم عناصر المناخ وسرعات الدوران أثناء عملية الري فهي بالجدول رقم ٢ .

جدول رقم ١ . مواصفات نظام الري المحوري المستخدم في الدراسة .

عمر النظام	٩ سنوات	الشركة المنتجة	لينسي زيهاتيك
طول خط الرش	٤٠٠ م	ارتفاع المحور	٤,٣ م
ارتفاع البرج	٣,٨ م	نوع الرشاشات	سينينجر (٣٦٠°)
عدد الرشاشات	١٥١	المسافة بين الرشاشات	٢,٥٤ م
المسافة بين الأبراج	٤٧,٥٦ م	تصرف النظام	٥٥,٣٣ لتر/ ثانية
سرعة الدوران عند نسبة ١٠٠٪	٦,٨٨ م/ دقيقة	ارتفاع الرشاش من سطح الأرض	١,٢٥ م
عدد الأنابيب الساقطة / مسافة = ١٨			

جدول رقم ٢ . متوسط قيم عناصر المناخ وسرعة دوران نظام الري المحوري أثناء عملية الري .

سرعة الدوران (م/ دقيقة)	سرعة الرياح (م/ ث)	درجة الحرارة (مئوي)	الرطوبة النسبية (٪)
٦,٨٨	٦,٣٢	٢٦	٢١,٨٦
٤,١٢	٧,٥١	٢٥	٢٧,٥٣
١,٣٧	٧,٢٨	٢٣	١٩,٢٦

طول خط الرش المحوري ٤٠٠ متر شاملاً النهاية الطرفية التي يوجد عليها ٧ رشاشات . تم قياس هذه الفواقد قبل بداية موسم القمح حتى لا يؤثر وجود المحصول على دقة القياس .

لإيجاد أعماق المياه الواصلة إلى سطح التربة أثناء عملية الري استخدمت أوعية تجميع من الحديد ذات ارتفاع ١١٥ مم وقطرها ١٠٠ مم، تم وضع ثلاثة صفوف من أوعية

التجميع على طول خط الرش المحوري تبدأ بالقرب من نقطة المحور حيث الزاوية المحصورة بين كل صفين ٣٠° وبحيث تكون المسافة بين هذه العلب في الصف الواحد ٨ م. وقد تم ترقيم هذه العلب بحيث تكون العلبة الأولى بالقرب من المحور. بعد ذلك تم تشغيل النظام للقيام بعملية الري بالسرعة المطلوبة وبعد مروره على الصفوف الثلاثة تمامًا. تم قياس أعماق المياه المتجمعة في كل علبة في الصف الواحد على طول خط الرش المحوري وهكذا تم إعادة التجربة وقياس أعماق المياه لكل سرعة للسرعات الثلاث المطلوبة وهي عند النسب ١٠٠٪، ٦٠٪، ٢٠٪ على الترتيب (جدول رقم ٢). وتم حساب فواقد الرش من المعادلة التالية :

$$E = \frac{(D_g - D_c)}{D_g} \times 100$$

حيث إن :

E = فواقد التبخر وبعثرة الرياح (٪).

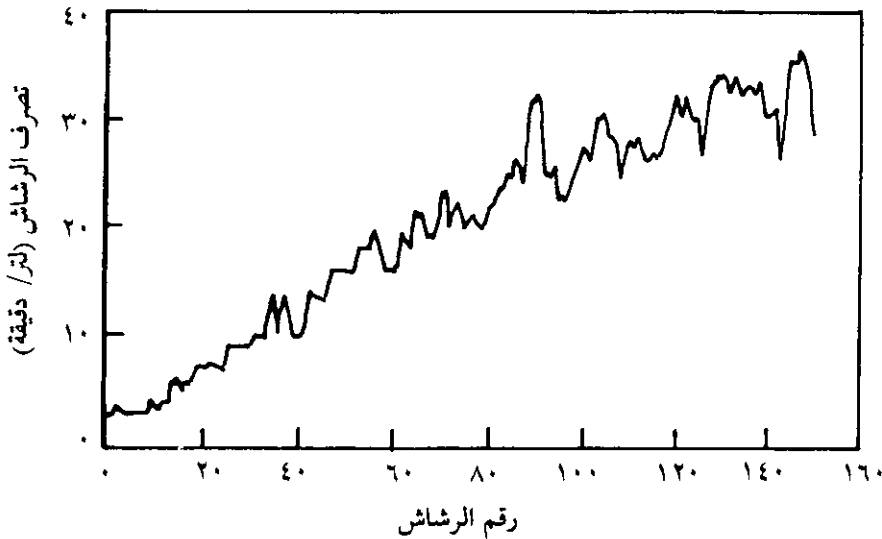
D_g = عمق الماء المضاف بواسطة الرشاشات (مم).

D_c = عمق الماء المتجمع في علب التجميع (مم).

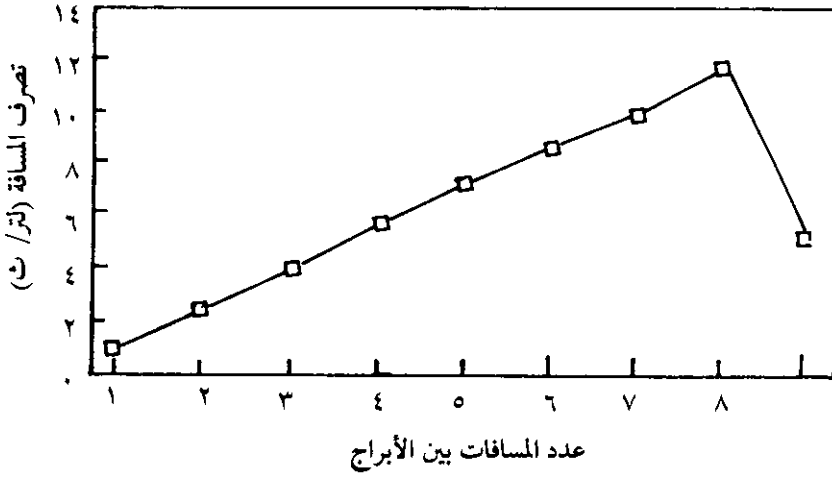
وقد اعتبرت فواقد الرش في هذه الدراسة على أنها مجموع فواقد التبخر وبعثرة الرياح التي حدثت بين الرشاشات وعلب التجميع بعد خروج المياه من فوهة الرشاشات. وقد أخذ في الاعتبار أثناء حساب فواقد الرش مقدار المياه المتبخرة من علب التجميع بعد وصول المياه إليها وقبل عملية القياس حيث تم تعديل القراءات. هذا التعديل تم باستخدام ثلاث علب تجميع مشابهة للعلب المستخدمة، تم وضعها خارج المساحة المروية، وفي كل علبة كمية مقاسة من المياه مقدارها ٢٠٠ سم^٣ أثناء عملية الري. بعد الانتهاء من قياس علب التجميع في المساحة المروية تم قياس أعماق المياه المتبقية في علب التجميع الثلاث وبالتالي تم التعديل. ولقد تم إيجاد عمق الماء المضاف بواسطة الرشاشات (D_g) من قياس أحجام المياه الخارجة من الرشاشات في زمن معين على المساحة المروية في الحقل، وكان هناك أيضًا عداد للمياه على الخط الرئيسي استخدم للمقارنة مع الحجم المقاس.

النتائج والمناقشة

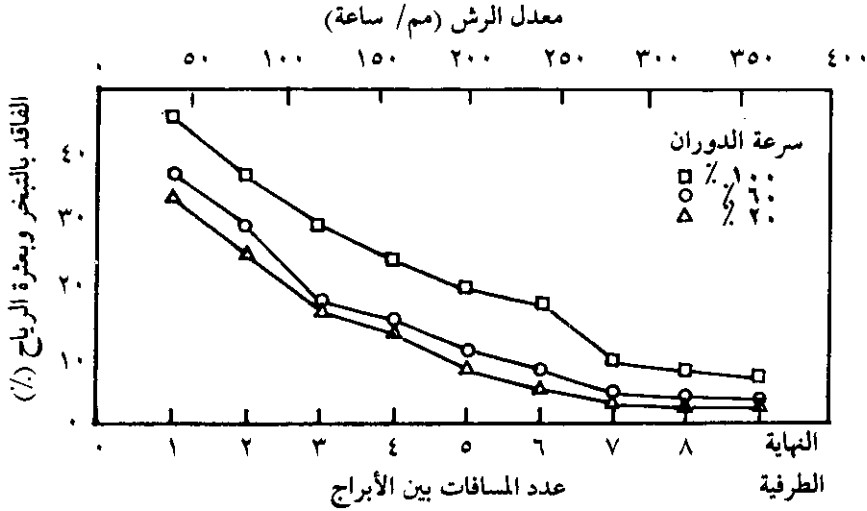
يتحرك نظام الري المحوري أثناء عملية الري حيث يتزايد معدل الرش في اتجاه الطرف البعيد من نقطة المحور على طول خط الرش والسبب في ذلك أن زمن الإضافة يقل كلما زادت المسافة بُعداً عن نقطة المحور. لذلك نجد أن ترتيب الرشاشات على طول خط الرش المحوري يكون مختلفاً عن نظام الري التقليدي. كما هو موضح بالشكل رقم ١ حيث نجد أن تصرف الرشاشات يزداد كلما زادت المسافة عن نقطة المحور. يوضح الشكل رقم ١ بعض الاختلاف في تصرف الرشاشات على طول خط الرش والسبب في ذلك يعود إلى عوامل التشغيل الحقلية مثل التغير في الضغط على طول الخط، انسداد بعض الرشاشات، وترتيب أحجام الرشاشات غير السليمة. بينما يبين الشكل رقم ٢ تصرف مجموعة الرشاشات في كل مسافة حيث يقل التصرف عند النهاية الطرفية لأنها تحوي سبعة رشاشات فقط. يوضح الشكل رقم ٣ متوسط فواقد الرش على طول خط الرش عند ثلاث سرعات دوران مختلفة. كذلك يوضح الشكل رقم ٤ معدل الرش على طول خط الرش المحوري حيث بينت النتائج أن فواقد الرش تقل مع زيادة معدل الرش، وبذلك يكون معدل الرش المنخفض يؤدي إلى زيادة فواقد الرش أثناء إضافة مياه الري، وذلك لأن زمن الإضافة يكون أكبر



شكل رقم ١. تصرفات الرشاشات على طول خط الرش المحوري.



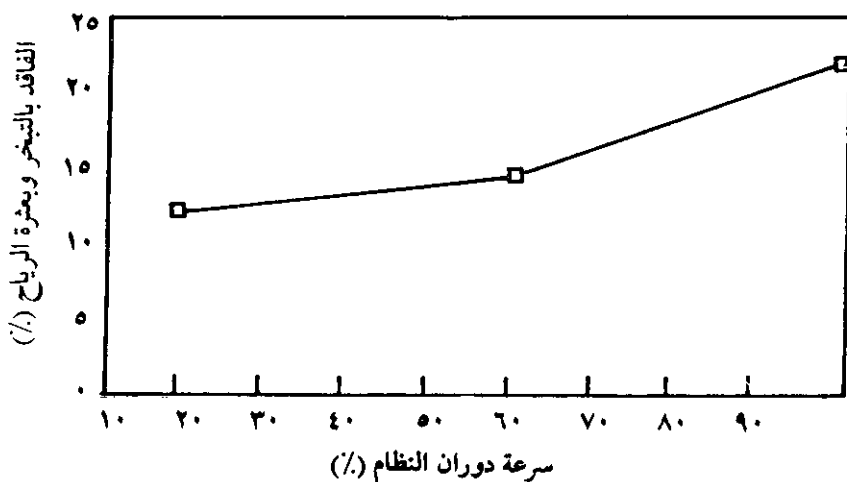
شكل رقم ٢. تصرف المسافات التي بين الأبراج على طول خط الرش المحوري.



شكل رقم ٣. الفواقد بالتبخير وبعثرة الرياح لنظام الري المحوري على طول خط الرش عند سرعات دوران ومعدلات رش مختلفة.

بالقرب من المحور ويحتوي على قطرات مائية أصغر قطرًا مما يجعلها عرضة للتأثر بعناصر المناخ وبالتالي تتبخر أو تُحمل بواسطة الرياح.

يلاحظ كذلك أن فواقد الرش تحت نظام الري المحوري تزداد مع زيادة سرعة دوران النظام، وكذلك تقل هذه الفواقد كلما زادت المسافة عن نقطة المحور عند كل سرعة. ويتراوح متوسط هذه الفواقد بين ٩٥, ١١٪ عند السرعة الأقل إلى ١٤, ١٨٪ عند السرعة العالية. وهذا يوضح أن فواقد الرش تزداد مع زيادة سرعة دوران نظام الري المحوري كما هو مبين بالشكل رقم ٤.



شكل رقم ٤. متوسط الفاقد بالتبخر وبعثرة الرياح تحت نظام الري المحوري عند سرعات دوران مختلفة.

إن ترتيب الرشاشات في النظام المستخدم في هذه الدراسة هو أن أصغر الرشاشات حجماً موجودة بالقرب من المحور، ثم تزداد تدريجياً في الحجم كلما زادت المسافة إلى الطرف البعيد. كذلك نجد أن ضغط التشغيل يكون عالياً بالقرب من المحور (٢٨٣ كيلوبسكال) ثم يقل باتجاه الطرف البعيد (١٦٦ كيلوبسكال). لذلك نجد أن الرشاشات الأصغر حجماً بالقرب من المحور تعطي أقل معدل رش وأصغر القطرات حجماً في حين أن الرشاشات الأكبر حجماً في النهاية الطرفية تعطي أكبر معدل رش والقطرات الأكبر حجماً. وهكذا تكون القطرات الأصغر معرضة أكثر للحمل بواسطة الرياح وبالتالي تغيير شكل نموذج معدل الرش [١١، ص ٥٨٣-٦٢٠]. هذا يمكن ملاحظته في الشكل رقم ٣ حيث إن نسبة

فواقد الرش تزيد مع انخفاض حجم الرشاشات وزيادة ضغط التشغيل للرشاشات بالقرب من المحور.

استخدمت النتائج التي تم الحصول عليها في هذا البحث عند سرعات الدوران المختلفة لنظام الري المحوري في تطوير نموذج تجريبي تحت الظروف الصحراوية لإيجاد علاقة بين فواقد الرش للنظام المحوري والعوامل أو المتغيرات المؤثرة على هذه الفواقد. هناك خمسة متغيرات مستقلة تعتبر هي الأكثر تأثيراً على فواقد الرش من نظام الري المحوري وهي سرعة دوران النظام، سرعة الرياح، درجة الحرارة الجوية، الرطوبة النسبية، وارتفاع الرشاشات عن سطح الأرض. ارتفاع الرشاشات من سطح الأرض كان ثابتاً (٢٥، ١م) بينما أحجام الرشاشات المستخدمة متغيراً على طول خط الرش للنظام المستخدم.

ولقد استخدمت بيانات البحث الناتجة من التجارب الحقلية في التحليل الارتدادي مستخدمين في ذلك أساليب الارتداد التدريجي Stepwise regression techniques مع اختيار اتجاه الأمام والخلف Forward and backward selections. والهدف من ذلك هو الحصول على معادلة الارتداد التي تحتوي على المتغيرات المستقلة المؤثرة معنوياً على فواقد الرش. وبالتالي تحديد النموذج الذي يشمل المتغيرات المناسبة والذي يمكن التعبير من خلاله عن فواقد الرش كأحد المتغيرات. هذه النماذج التي تم تطويرها يمكن الحكم على كفاءتها وملائمتها باستخدام المعايير التي اقترحها درابر وسميث [١٢] وهي المعايير الإحصائية التي تعطي النموذج المناسب الذي يعبر عن العلاقة بين المتغيرات. هذه المعايير هي: (١) أن تكون قيمة مربع الارتباط (R^2) عالية، (٢) أن تكون قيمة الانحراف المعياري للارتداد (s) صغيرة، (٣) أن تكون قيمة معامل التغير (C_v) صغيرة. وأفضل النماذج التي تم الحصول عليها لتقدير فواقد الرش من نظام الري المحوري مبنية على النتائج التي تم الحصول عليها هي كالتالي:

$$E = ٥٩,٨٧٩ - ١,٠٤٣R_h + ٠,٧٤S_p + ٠,٣٣T + ٠,٠٢١V$$

$$(R^2 = ٠,٩٣٢٩, s = ٢,٧٣٣ \%, C_v = ١١,١٥ \%)$$

حيث إن :

$$E = \text{فواقد الرش (\%)}$$

$$R_h = \text{الرطوبة النسبية (\%)}$$

$$S_p = \text{سرعة دوران النظام (م / دقيقة)}$$

$$T = \text{درجة الحرارة الجوية (مئوية)}$$

$$V = \text{سرعة الهواء عند ارتفاع ٢ متر من سطح الأرض (م/ث)}$$

عند إهمال متغير سرعة الهواء حيث إن له أقل تأثير على متغير فواقد الرش يكون النموذج الناتج كالتالي :

$$E = ٥٩,١٨٦ - ١,٠٤٢R_h + ٠,٧٦٩S_p + ٠,٠١٩T$$

$$(R^2 = ٠,٩٣٢٨, s = ٢,٤٤٥ \%, C_v = ٩,٩٧ \%)$$

وبالتالي يمكن ملاحظة أن إلغاء متغير سرعة الهواء كان له تأثير قليل جداً على قيمة مربع معامل الارتباط (R^2). وبالتالي يمكن اعتبار أن سرعة الهواء ذات تأثير قليل عند تقدير فواقد الرش عند استخدام نظام الري المحوري. ويمكن أن يرجع السبب في ذلك إلى أن خط الرش المحوري يتحرك باستمرار أثناء إضافة مياه الري والمسافة بين الرشاشات متقاربة، بالإضافة إلى أن ارتفاع الرشاشات عن سطح الأرض كان منخفضاً نسبياً.

أيضاً عند إلغاء متغير درجة الحرارة الجوية يكون النموذج الناتج كالتالي :

$$E = ٥٠,٦٦٤ - ٠,٨٨٣R_h + ٠,٨٦٨S_p$$

$$(R^2 = ٠,٩٣٠٧, s = ٢,٧ \%, C_v = ٩,٢٥ \%)$$

حيث إن متغير درجة الحرارة الجوية يشملها ضمناً متغير الرطوبة النسبية، نجد أن قيمة مربع معامل الارتباط (R^2) انخفضت قليلاً. ونجد أن جميع المتغيرات المتبقية في هذا النموذج تكون معنوية عند مستوى ١٠٪.

والعلاقة الناتجة بين الرطوبة النسبية وفواقد الرش هي كالتالي :

$$E = ٥٨,٢٠٦ - ٠,٩٩٦R_h$$

$$(R^2 = ٠,٨٩٠٣, s = ٢,٦٤ \%, C_v = ١٠,٧٧ \%)$$

نتائج التحليل الارتدادي لهذه البيانات يدل على أن متغيرات الرطوبة النسبية وسرعة دوران النظام هي أكثر المتغيرات تأثيراً على فواقد الرش الناتجة من نظام الري المحوري.

كذلك دل هذا التحليل على أن سرعة الهواء ودرجة الحرارة الجوية هي أقل المتغيرات تأثيراً على قيمة فواقد الرش . وعند استخدام هذه المعادلة يمكن إيجاد فواقد الرش عند معرفة قيم هذه المتغيرات ، أو عندما تتغير قيمة أحد هذه العناصر .

لتحديد تأثير ارتفاع الرشاشات على هذه الفواقد تم استخدام بيانات من دراسة قام بها أبو غبار [٩] لثلاثة أجهزة محورية ذات ارتفاعات مختلفة للرشاشات من سطح الأرض . وتم تطبيق التحليل الارتدادي على البيانات مستخدمين في ذلك أساليب التحليل الارتدادي التدريجي . كان النموذج الناتج من المتغيرات الأكثر تأثيراً على فواقد الرش كالتالي :

$$E = - ٣٩, ٢٨٨ + ١٤, ١٢ H + ٦, ٨١ V + ٠, ١٤ (P_v - P_g)$$

$$(R^2 = ٠, ٩٩٩٥ , s = ٠, ٢٥٤ \% , C_v = ١, ٠٥ \%)$$

حيث إن :

H = ارتفاع الرشاشات عن سطح الأرض (متر)

P_v = ضغط التشغيل عند المحور (كيلو بسكال)

P_g = ضغط التشغيل عند الرشاش الأخير (كيلو بسكال)

إن نتائج هذا التحليل الارتدادي تدل على أن متغيرات ارتفاع الرشاشات ، سرعة الهواء وكذلك الفرق في ضغط التشغيل هي الأكثر تأثيراً على فواقد الرش من المتغيرات الأخرى مثل الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الهواء . لذلك نجد أن سرعة الهواء تؤثر على فواقد الرش عندما يزيد ارتفاع الرشاشات عن سطح الأرض . وعند تطبيق هذه المعادلة يمكن إيجاد مقدار فواقد الرش .

من هذه المعادلات السابقة يمكن إيجاد مقدار فواقد الرش من نظام الري المحوري تحت المناخ الصحراوي . كذلك يمكن معرفة قيمة هذه الفواقد عند تغير قيمة هذه العناصر وذلك بتطبيق المعادلة المناسبة مباشرة ، وكذلك مدى تأثير هذا التغير لكل عنصر في المعادلة على فواقد الرش .

الخاتمة والتوصيات

لقد تم إجراء هذه الدراسة لتقدير فواقد الرش من نظام الري المحوري أثناء عملية الري تحت ظروف الحقل. كانت هذه الفواقد تتراوح من ٢,٠١٪ عند السرعات المنخفضة (٢٠٪) إلى ٤٥,٥٨٪ عند السرعة العالية (١٠٠٪). كذلك أظهرت النتائج أن فواقد الرش تقل مع زيادة معدل الرش.

كذلك تم استنتاج نماذج رياضية لتقدير فواقد الرش من نظام الري المحوري تحت ظروف التشغيل الحقلية. وأظهرت نتائج التحليل أن متغيرات الرطوبة النسبية وسرعة دوران نظام الري المحوري أكثر المتغيرات تأثيراً على هذه الفواقد عندما يكون ارتفاع الرشاشات عن سطح الأرض منخفضاً. ولكن عندما يكون ارتفاع الرشاشات متغير تكون المتغيرات ارتفاع الرشاشات، سرعة الهواء، والفرق في ضغط التشغيل على التوالي هي الأكثر تأثيراً على فواقد الرش على طول خط الرش.

على ضوء النتائج التي تم التوصل إليها من خلال هذا البحث يمكن استخلاص الاستنتاجات والتوصيات التي قد تفيد مصممي نظام الري المحوري وكذلك القائمين بعملية الري وهي كالتالي:

- ١ - لابد من الاهتمام باختيار المسافة بين الرشاشات وارتفاع الرشاشات وكذلك سرعة الدوران في المناطق الصحراوية.
- ٢ - ملاحظة زيادة فواقد الرش من نظام الري المحوري بالقرب من نقطة المحور.
- ٣ - ملاحظة العلاقة بين سرعة الدوران وفواقد الرش.
- ٤ - ملاحظة تأثير ارتفاع الرشاشات وحجمها على فواقد الرش.

المراجع

- [١] Christiansen, J.E. "Irrigation by Sprinkling." *Bulletin 670, Agric. Exp. Sta. Univ. of California*, Berkeley, Calif., (Oct. 1942).
- [٢] Frost, K.R. and Schwalen, H.C. "Sprinkler Evaporation Losses." *Agric Eng.*, 36 No.8 (1955), 526-528.
- [٣] Sternberg, M.Y. "Analysis of Sprinkler Irrigation Losses." *Proc. ASCE, J. Irrig. Drain Div.*, 92 No.4 (1967), 111-124.

- Hermesmeier, L.F. "Evaporation During Sprinkler Application in a Desert Climate." *ASAE [٤] Paper*, No.73-216, (1973), 1-14.
- Seginer, I and Kostinsky, M. "Wind, Sprinkler Patterns and System Design." *J. Irrig Drain. Div.*, [٥] ASCE, 101 No.4 (1975), 251-264.
- Yazar, A., "Evaporation and Drift Losses From Sprinkler Irrigation System Under Various Operating Conditions." *Agricultural Water Management*, Vol. 8 (1984), 439-449. [٦]
- Bernuth, R.D., "Effect of Trajectory Angle on Performance of Sprinklers in Wind." *J. Irrig. [٧] Drain. Div.*, ASCE, 114 No.4 (1988), 579-589.
- Hills, D.I. and Gu, Y. "Sprinkler Volume Mean Droplet Diameter as a Function of Pressure." [٨] *Trans. ASAE*, 32 No.2 (1989), 471-476.
- Abo-Ghobar, H. "Losses from Low-Pressure Center Pivot Irrigation Systems in a Desert Climate as Affected by Nozzle Height." *Agric. Water Manage.*, Vol 21 (1992), 23-32. [٩]
- Abo-Ghobar, H. "Evaporation and Drift Losses from Impact Sprinkler Irrigation Systems Under Hot and Dry Conditions." *J. King Saud Univ., Agric. Sci.* Vol. 5 No.2 (1993), 153-164. [١٠]
- Heerman, D.F., and Kohl, R. A. Fluid Dynamics of Sprinkler Systems: In: M.E. Jensen (Ed.): *Design and Operation of Farm Irrigation Systems*. St. Joseph, MI: ASAE. Chapter 14, 1983. [١١]
- Drapper, N.R. and Smith, H. "*Applied Regression Analysis*." New York: John Wiley and Sons, [١٢] Inc., 1966.

The Effect of Travel Speed on Spray Losses from Center Pivot Systems

Hussein M. Abo-Ghobar

*College of Agriculture, Agricultural Engineering Department, King Saud University,
Riyadh, Saudi Arabia*

(Received 19/9/1414; accepted for publication 18/1/1415)

Abstract. Evaporation and wind drift losses from center pivot systems under different combinations of climatic and operating variables were determined under field conditions. Results show that spray losses increased with the increase in travel speed, and decreased with the increase in the application rate along the pivot lateral.

The spray loss model indicated that losses from center pivot nozzles are most directly related to the relative humidity and travel speed. However, when the nozzle height is variable then the predominant factors on the losses were nozzle height, wind velocity and operating pressures, respectively.

