

تأثير تباين شحنة الضغط على تناسق توزيع الماء لأنظمة الرش الشبكية المنقوله

د. حقي اسماعيل ياسين**
haqqiismail@yahoo.com

أحمد ثامر ابراهيم*
ahmadthamer36@yahoo.com

*، **قسم هندسة السدود والموارد المائية/ كلية الهندسة/ جامعة الموصل

تاریخ القبول: 11-9-2019

تاریخ الاستلام: 7-7-2019

الخلاصة:

إن الاختلاف في شحنة الضغط على امتداد أنبوب الرش يؤثر في اختيار حجم الأنابيب فكلما زاد الاختلاف المعتمد كلما قل حجم الأنابيب وهذا يؤدي إلى زيادة شحنة الضغط اللازمة في بداية أنبوب الرش والذي يدوره يزيد من الطاقة اللازمة للضخ، وإن نمط توزيع الماء من المرشات التي تعمل بشحنات ضغط متباعدة سوف يختلف طبقاً لذلك وقد يؤدي إلى اختلاف في تناسق الإرواء على امتداد أنبوب الرش. الهدف من البحث دراسة تأثير تباين شحنة الضغط على تناسق توزيع الماء على امتداد أنبوب الرش وذلك باعتماد قيم مختلفة للشحنة الضائعة بالاحتكاك من معدل شحنة الضغط التشغيلية وتناول ذلك مع الفوائل بين المرشات، إضافة إلى المقارنة بين زيادة كلفة طاقة الضخ لتأمين شحنة الضغط الناتجة في بداية الأنابيب نتيجة زيادة نسبة الشحنة الضائعة بالاحتكاك والتقصان في كلية الأنابيب طبقاً لذلك. فتقى اجراء 18 فحصاً للحصول على نمط توزيع الماء لمرشة مفردة تحت شحنات ضغط متباعدة ولخمسة مرشات مختلفة النوع، وتم تخمين نمط توزيع الماء لمرشة مفردة كدالة للبعد عن المرش وشحنة الضغط بمعدلات ذات صبغ غير قيزيانية وبمعاملات تحديد عالية. وتم اعتماد فوائد الشحنة الضائعة بالاحتكاك في أنبوب الرش بنسبة 10% 20% 30% 40% 50% من معدل شحنة الضغط التشغيلية للمرش، كما تم إعداد برنامج حاسوبي لإيجاد شحنة الضغط عند كل مرش ونمط التوزيع الحقلي لمنظومة الرش الشبكية المنقوله وبعد فوائل للمرشات وبثلاث مستويات لمعدل شحنة الضغط وذلك لفوائد الشحنة الضائعة بالاحتكاك وإيجاد معامل تناسق توزيع الماء المنظومة. إضافة إلى الموازنة بين تأثير كل من قطر الأنابيب وطاقة الضخ اقتصادياً باعتماد النسب المختلفة أعلاه من معدل شحنة الضغط التشغيلية.

بين البحث أن معامل تناسق توزيع الماء يزداد نتيجة زيادة شحنة الضغط عند رأس المرشة وإن هذه الزيادة تبين طبقاً لنوع المرش والفوائل بين المرشات. وإن معامل تناسق توزيع الماء للممنظومة UC_{System} لا يختلف أو يكاد يتطابق مع معامل تناسق الإرواء عند معدل الشحنة التشغيلية وذلك لكافية الفوائل بين المرشات ولجميع حالات فوائد الاحتكاك بنسبيها المختلفة ماعدا فروقات طفيفة جداً عندما تكون الشحنة الضائعة بالاحتكاك تمثل نسبة 50%. وإن كلفة الضخ السنوية لتأمين شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنبوب الرش ثابتة لجميع المرشات المستخدمة في الدراسة وذلك عند نفس معدل شحنة الضغط التشغيلية وإن الكلفة الكلية السنوية تزداد بزيادة الشحنة المعتمدة في تصميم أنبوب الرش وهذا يعني أنه كلما قلت الشحنة الضائعة بالاحتكاك المعتمدة في تصميم أنبوب الرش يكون أوفر اقتصادياً، وإن التقصان في كلية الأنابيب بقصان قطره نتيجة زيادة الشحنة الضائعة بالاحتكاك يقل مع زيادة الفاصلة بين المرشات على امتداد أنبوب الرش.

الكلمات الدالة: منظومة الرش الشبكية المنقوله، تصميم أنبوب الرش، معامل تناسق توزيع الماء، تباين شحنة الضغط.

<https://rengj.mosuljournals.com>
Email: alrafdain_engjournal1@mosul.edu.iq

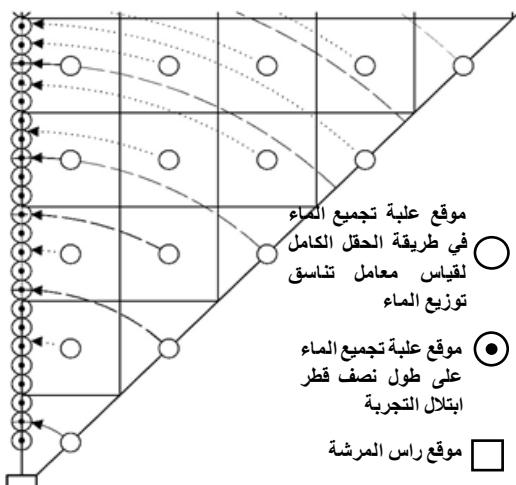
المقدمة:

إن تباين شحنة الضغط ناتجة من الفوائد الهيدروليكيه في أنابيب الشبكة وملحقاتها إضافة إلى اختلاف تضاريس الحقل، فكلما زاد تباين شحنة الضغط المسموح به كلما تم استخدام أنابيب رش بحجم أصغر وبالتالي تأثيره أقل ولكن هذا يؤدي في نفس الوقت إلى زيادة التأثير

امتداد أنبوب الرش [1,2,3,4,5,6]. والهدف من البحث دراسة تأثير تباين شحنة الضغط على تناسق توزيع الماء على امتداد أنبوب الرش وذلك باعتماد مخنفة للشحنة الصناعية بالاحتراكبسبيتمث (10%، 20%، 30%، 40%، 50%) من معدل شحنة الضغط التشغيلية وتدخل ذلك مع الفواصل بين المرشات، إضافة إلى المقارنة بين زيادة كلفة طاقة الضخ لتأمين شحنة الضغط الناتجة في بداية الأنبويب نتيجة زيادة نسبة الشحنة الصناعية بالاحتراك والنقصان في كلفة الأنبوب طبقاً لذلك.

الفوائد المختبرة:

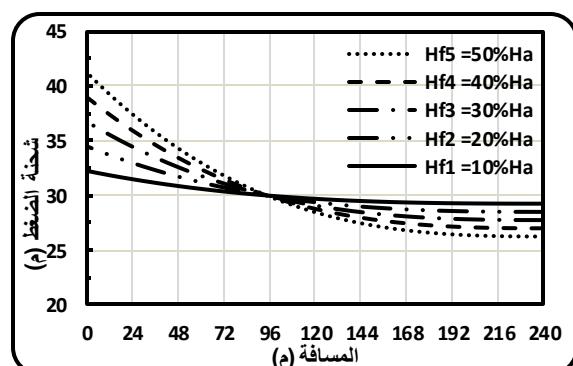
للغرض دراسة تأثير تبادل شحنة الضغط على تناسق توزيع الماء على امتداد أنابيب الرش في منظومة الرشاشية المنقوله يتطلب الحصول على بيانات تمثلنط توزيع الماء لمرشة مفردة لعدة رؤوس مرشات مختلفة وتعمل تحشيات ضغط معينة. إذا تم إجراء فحوصات لإيجاد نمط توزيع الماء لمرشة مفردة وتحت ظروف تشغيلية مناخية متباينة[7] وذلك باعتماد نمط توزيع الماء على امتداد شعاع يمثل نصف قطر دائرة ابتلال مركزها المرشتوالشكل (2) بوضوح نمط توزيع الماء لمرشة مفردة من خلال نمط التوزيع على امتداد شعاع[8]. تم تثبيت مرشة دوارة بارقان مناسب في مركز خزان أسطواني مغلق ذو فتحة مستطيلة يمكن من خلالها الحصول على قطاع مناسب من توزيع الماء الدائري، حيث تم وضع علب تجميع الماء على امتداد نصف قطر ابتلال بيتوسط ذلك القطاع بحيث يكون الفرق بين منسوب سطح علب التجميع وبين المرش 10 سم، وتم تبطين السطح الداخلي للخزان الأسطواني بمادة خراطة الخشب لتثبيت رخص ثفاث الماء وتشتيته. يتم تجهيز الماء للمرش وتصريف المياه المجتمعه في الخزان الأسطواني عبر منظومة أدبيب تتضمن أنابيب يمكن من خزان كبير



الشكل (2): نمط توزيع الماء لمرشة مفردة من خلال نمط التوزيع على امتداد شعاع.

مسموح به في شحنة الضغط داخل الأنابيب هو بحدود 20% من معدل شحنة الضغط التشغيلية لأنابيب الرش [1,2,3,4]. وفي الغالب الأحياناً يكون أكبر فرق في شحنة الضغط داخل الأنابيب هو بين نهايتيه وبخاصة عندما يكون الأنابيب مستوى level أو يميل نحو الأعلى. في حالة الأنابيب المستوي فإن الفرق بين شحنة الضغط عند مدخل الأنابيب وشحنة الضغط عند نهاية الأنابيب يمثل الشحنة الصناعية بالاحتكاك ($Hf = Hi - Hd$)، حيث أن Hf يمثل الشحنة الصناعية بالاحتكاك و Hi يمثل شحنة الضغط عند مدخل أنابيب الرش و Hd يمثل شحنة الضغط عند نهاية أنابيب الرش، ويتم حساب الشحنة الصناعية بالاحتكاك في الأنابيب من أحدى المعادلات الشائعة ذات الصيغة العامة ($D/Q^m = K/Hf$)، حيث K يمثل ثابت يعكس وحدات المعادلة فضلاً عن معامل الخصونة وحالة الجريان Q يمثل تصريف الأنابيب و D يمثل طول الأنابيب و m يمثل القطر الداخلي للأنابيب و Q . اليمثلان ثوابت تحليلية أو وضعية حسب نوع المعادلة [1,2,3,4]. إن تغير الاختلاف في شحنة الضغط على امتداد أنابيب الرش يؤثر في اختيار حجم الأنابيب فكلما زاد الاختلاف المعتمد كلاماً قل حجم الأنابيب وذلك لمعدل شحنة ضغط تشغيلية ثابتة Ha ، وبالتالي يتحقق أي من معادلات الصيغة العامة لحساب الشحنة الصناعية بالاحتكاك ويعتمد ذلك على امتداد L ، $Ha = Hf_1 = 10\%$, $Ha = Hf_2 = 20\%$, $Ha = Hf_3 = 30\%$.

($Hf_4 = 40\%$, $Ha = Hf_5 = 50\%$) يمكن إيجاد تغير الضغط على امتداد أنابيب الرش بالقطر المناسب كما موضح في الشكل (1) حيث تغير الشحنة الصناعية بالاحتكاك وبالنسبة المشار إليها أعلاه فإن الأقطار ستكون (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5) على التوالي وإن ($D_1 < D_2 < D_3 < D_4 < D_5$). إن زيادة شحنة الضغط اللازمة في بداية أنابيب الرش سوف يؤدي إلى زيادة الطاقة اللازمة للضخ، وإن نمط توزيع الماء من المرشات التي تعمل بشحنات ضغط متباينة سوف يختلف طبقاً لذلك وقد يؤدي إلى اختلاف في تناسق الإرواء على



الشكل (1): تغير شحنة الضغط على امتداد أنبوب الرش
بمستويات مختلفة للشحنة الضائعة

ضغط مختلفة والجدول (1) يعرض خلاصة هذه الفحوصات.

النتائج والتحليل:

المعادلة التخمينية لنمط توزيع الماء: ان نمط توزيع الماء لمرشة مفردة في الموقع المختلفة على امتداد أنبوب الرش المستوي للمنظومة الشبكية للرش يتباين بتغير شحنة الضغط على امتداد الانبوب الرش طبقاً لمقدار نسبة الشحنة الضائعة بالاحتكاك المعتمدة، لذا يتطلب معرفة نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الابلال المرشة عند أي شحنة ضغط. تم اعتماد نتائج الفحوصات لكل من رؤوس المرشات الخمسة والتي تمثل انماط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الابلال المرشة عند شحنات ضغط مختلفة وبمساعدة برنامج EXCELSOLVER والبرنامج الاحصائي SPSS تم إيجاد معادلات التغيير عن نمط توزيع الماء على امتداد شعاع من راس المرش كدالة للبعد عن المرش وشحنة الضغط والجدول (2) يعرض هذه المعادلات التخمينية وذلك لجميع رؤوس المرشات المستخدمة في الدراسة.

التوزيع الحقلي لمنظومة الرش المنقولة : تم اعتماد مساحة حقل مستوى 180 م يتم ارواهه بأنبوب رش واحد طوله 180 متر يجهز بالماء من قبل أنبوب رئيسي طوله 60 م وبقطر كبير نسبياً لإهمال فوائد الشحنة الضائعة بالاحتكاك في أنبوب الرش التجهيز. وتم اعتماد فوائد الشحنة الضائعة بالاحتكاك في أنبوب الرش بنسب مختلفة من معدل شحنة الضغط التشغيلية للمرش وهي (10%, 20%, 30%, 40%, 50%) وإيجاد نمط التوزيع الحقلي لمنظومة الرش المنقولة وبالاعتماد على بيانات تمثل نمط توزيع الماء لمرشة مفردة عند أي شحنة ضغط من المعادلات التخمينية 1-5 في الجدول (2) ويفاصل بين علب تجميع الماء مقدارها 1متر * 1متر ثم إيجاداًولاً: نمط توزيع الماء على امتداد أنبوب الرش بفاصلة بين المرشات مقدارها S متر. ثانياً: إيجاد نمط توزيع الماء الحقلي بداخل علب توزيع الماء على امتداد أنبوب الرش وبفاصلة بين موقع أنبوب الرش مقدارها L متر. حيث تم إيجاد نمط توزيع الماء على امتداد أنبوب الرش ونمط توزيع الماء الحقلي باستخدام برنامج حاسوبي تم اعداده بمساعدة برنامج MATLAB لحساب شحنة الضغط عند المرشات المتغيرة وطبقاً لنسبة فوائد الاحتكاك المعتمدة وبقطر الانبوب المناسب لذلك تم استخدام المعادلات التخمينية لإيجاد أنماط توزيع الماء لهذه المرشات ذات شحنات الضغط المتباينة ومن ثم تداخل هذه الأنماط المفردة و بفاصلة معينة بين المرشات للحصول على نمط توزيع الماء على امتداد أنبوب الرش ثم تداخل هذا النمط وبفاصلة معينة بين مواقع أنابيب الرش للحصول على نمط التوزيع الحقلي وإيجاد معامل تناسب كرستنسن من المعادلة ($Z_i/Z_j = 100(1 - Z_i)$) حيث Z_i تمثل

لتجهيز الماء ذو منسوب ماء ثابت إلى مضخة مناسبة لتغطية تصريف وشحنات الضغط المطلوبة لرؤوس المرشات المختلفة ، ثم أنبوب آخر يمتد من المضخة إلى راس المرشة ذو تقسيم مجهز بصمام تحكم لمعايرة شحنة الضغط والتصرف المناسبين و إعادة المياه الزائدة إلى خزان تجهيز الماء ، وأنبوب آخر يمتد من الخزان الأسطواني إلى خزان تجهيز الماء وذلك لإعادة المياه المتجمعة في الخزان الأسطواني عبر مضخة صغيرة لذلك ، والشكل (3) يوضح الخزان الأسطواني وعلب تجميع الماء على امتداد نصف قطر الإبلال لمنظومة تجهيز الماء. تم إجراء فحوصات لإيجاد نمط توزيع الماء لمرشة مفردة وذلك لخمسة رؤوس مرشات وبمستويات شحنة



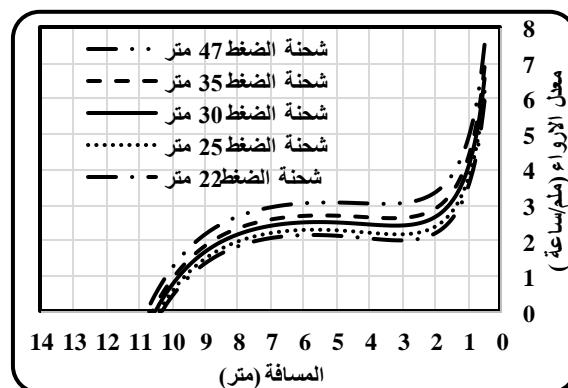
الشكل(3): الخزان الأسطواني وعلب تجميع الماء على امتداد نصف قطر الإبلال لمنظومة تجهيز الماء.

ز يتم تنفيذ التداخل بين أنماط توزيع الماء لأنبوب الرش في موقعه ذات الفاصلة L وذلك لأيجاد نمط التوزيع الحقلي لمياه الرش حيث استخدم أنبوب واحد للرش في الشبكة المنقولة وتم اهمال فوائد الشحنة الضائعة بالاحتياط في أنبوب التجهيز.

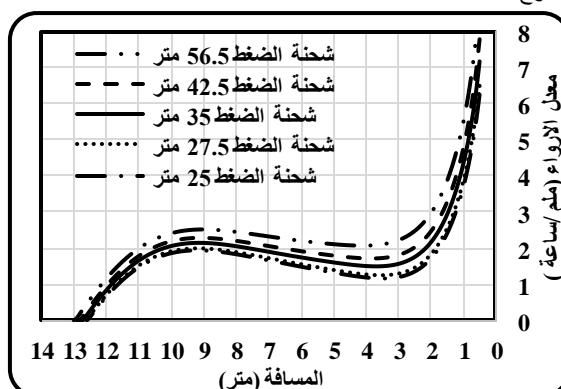
ح: بعد ايجاد نمط التوزيع الحقلي لمياه الرش لمساحة المعتمدة في الدراسة يتم التأكيد من عدم وجود بقعة جافة ثم حساب معامل تناسق توزيع الماء للمنظومة [4,3,1] IUC System .

المناقشة:

شحنة الضغط وتناسب الارواء: توضح الاشكال (4-8) نمط توزيع الماء لمرشة مفردة على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة ابتلal المرشة عند شحنات ضغط مختلفة وذلك لكل رؤوس المرشات المستخدمة في الدراسة. يتبع من هذه الاشكال ان الشكل العام لنمط توزيع الماء لا يتغير مادعا نمط توزيع الماء للمرش Neptune plastic الشكل (8). وان معدل الارواء عند أي مسافة عن المرش يزداد بازدياد شحنة الضغط كما ان هنالك زيادة في نصف قطر



الشكل (4): نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الابتلal المرشة عند شحنات ضغط تمثل اقصى ومعدل وادنى شحنة ضغط مستخدمة وذلك لرأس مرشة نوع Weather tec 10-16



الشكل (5): نمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الابتلal المرشة عند شحنات ضغط تمثل اقصى ومعدل وادنى شحنة ضغط مستخدمة وذلك لرأس مرشة نوع SCA 30-30

مجموع الانحرافات المطلقة لأعمق المياه عن معدلها Z تمثل مجموع أعمق المياه المتساقطة وأ تمثل تسلسل موقع قياس أعمق المياه المتساقطة [9]، انتناسق توزيع الماء يتأثر بتغير شحنة الضغط والفاصل والظروف الجوية وتوع المرش [10,11,12,13,14] ، ولدنا خطوات

برنامج حساب معامل تناسق توزيع الماء للمنظومة:

أ: ادخال معدل شحنة الضغط التشغيلية لراس المرشة Ha ونسبة الشحنة الضائعة بالاحتياط Hf كنسبة من معدل شحنة الضغط التشغيلية Ha (0.5-0.1) لإيجاد الشحنة بالضائعة بالاحتياط، وقطر مبثق الفوهة d_n وابعاد المقل T^*P_L حيث P_L طول أنبوب الرش و T طول المرش S وإدخال ابعاد مربيعات تشبيك الحقل X^* التي سوف يتم وضع العلب في مراكزها.

ب: يتم حساب معدل تصريف المرشة q_a من معادلة الفوهة $q_a = c * a * (g * Ha)^{0.5}$ حيث c معامل التصريف و a مساحة مقطع مبثق المرش w و التعجيل الأرضي، وحساب عدد المرشات N من ($N=P/S$)، وحساب التصريف الكلي عند مدخل أنبوب الرش Q من ($Q=N*q_a$)، معامل تصحيح معادلة هيزن وليرام للأايبي المتقطبة $F=1/(m+1)+(m-1)/6N^2$ ، وحساب شحنة الضغط عند مدخل الأنابيب Hi من المعادلة $Hi=Ha+0.75Hf$ [1,3,4].

ج: باعتماد قيمة الشحنة الضائعة بالاحتياط Hf المحددة كنسبة من معدل شحنة الضغط التشغيلية يتم إيجاد قطر أنبوب الرش الحقيقي D من معادلة هيزن وليرام ($D=K_{HW} * Q^{1.852} / P^4.87 * F$) حيث K_{HW} معامل يشمل معامل الاحتياط والوحدات، ومن ثم يتم حساب شحنة الضغط عند كل مرش حتى نهاية أنبوب الرش من حساب فوائد الشحنة الضائعة بالاحتياط قبل كل مرش [1,3,4].

د: يتم حساب ابعاد مراكز مربيعات تشبيك الحقل عن رأس المرشة YC, XC ليتم حساب بعد المركز عن المرش حسب نظرية فيثاغورس.

ه: يتم إيجاد عمق الماء المجتمع d بالاعتماد على المعادلة التخمينية للمرش والمستنيرة من التجارب العملية والمعتمدة على بعد العلبة وضغط المرش p اي المعادلات 1-5 في الجدول (2) وذلك لإيجاد أنماط توزيع الماء للمرشات على امتداد أنبوب الرش ذي شحنات الضغط المختلفة.

و: يتم تنفيذ التداخل بين أنماط توزيع الماء للمرشات على امتداد أنبوب الرش وطبقا للفاصلة S وذلك لأيجاد نمط توزيع ماء الرش على امتداد أنبوب الرش.

المرشة وهذا ينبع مع [14,15,15.5]، وان هذه الزيادة تتباين من مرش إلى مرش ومن فاصلة إلى فاصلة بين المرشات فالأقصى تغير في شحنة الضغط كانت أكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %4.6 عند الفاصلة 12 لمرشة نوع 15*12 WEATHER TEC 10-16 ، عند الفاصلة 15 لمرشة نوع 15*15 وأكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %9 عند الفاصلة 15 لمرشة نوع SCA30-30 ، وأكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %6.6 عند الفاصلة 9 لمرشة نوع GARDENA ، وأكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %10.8 عند الفاصلة 15 لمرشة نوع NEPTUN BRASS ، وأكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %42.6 عند الفاصلة 15 لمرشة نوع NEPTUN PLASTICE وكان تأثير زيادة في تناسق الارواء لكل خمسة عشر متراً زيادة في شحنة الضغط والمثبتة في العمود الاخير من الجدول هي WEATHER TEC 10-16 %2.8 عند الفاصلة 15 لمرشة نوع 15*12 ، وأكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %4.3 عند الفاصلة 15 لمرشة نوع SCA30-30 ، وأكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %4.0 عند الفاصلة 9 لمرشة نوع GARDENA ، وأكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %6.46 عند الفاصلة 15 لمرشة نوع NEPTUN BRASS ، وأكبر زيادة في معامل تناسق توزيع الماء %25.6 عند الفاصلة 15 لمرشة نوع NEPTUN PLASTICE .

تناسق توزيع الماء للمنظومة UC System: يتوضح الجداول (4-8) معامل تناسق نمط توزيع الماء الحقلي لمنظومة الرش المنقوله لمساحة 60*180 و لفواصيل المرشات 12*12 و 15*15 و 18*24 و 21*30 و 24*36 و 30*45 و 36*54 و 45*72 و 54*90 و 72*108 و 90*144 و 108*144 و 144*144 و 144*180 و 180*216 و 216*240 و 240*270 و 270*300 و 300*330 و 330*360 و 360*390 و 390*420 و 420*450 و 450*480 و 480*510 و 510*540 و 540*570 و 570*600 و 600*630 و 630*660 و 660*690 و 690*720 و 720*750 و 750*780 و 780*810 و 810*840 و 840*870 و 870*900 و 900*930 و 930*960 و 960*990 و 990*1020 و 1020*1050 و 1050*1080 و 1080*1110 و 1110*1140 و 1140*1170 و 1170*1200 و 1200*1230 و 1230*1260 و 1260*1290 و 1290*1320 و 1320*1350 و 1350*1380 و 1380*1410 و 1410*1440 و 1440*1470 و 1470*1500 و 1500*1530 و 1530*1560 و 1560*1590 و 1590*1620 و 1620*1650 و 1650*1680 و 1680*1710 و 1710*1740 و 1740*1770 و 1770*1800 و 1800*1830 و 1830*1860 و 1860*1890 و 1890*1920 و 1920*1950 و 1950*1980 و 1980*2010 و 2010*2040 و 2040*2070 و 2070*2100 و 2100*2130 و 2130*2160 و 2160*2190 و 2190*2220 و 2220*2250 و 2250*2280 و 2280*2310 و 2310*2340 و 2340*2370 و 2370*2400 و 2400*2430 و 2430*2460 و 2460*2490 و 2490*2520 و 2520*2550 و 2550*2580 و 2580*2610 و 2610*2640 و 2640*2670 و 2670*2700 و 2700*2730 و 2730*2760 و 2760*2790 و 2790*2820 و 2820*2850 و 2850*2880 و 2880*2910 و 2910*2940 و 2940*2970 و 2970*3000 و 3000*3030 و 3030*3060 و 3060*3090 و 3090*3120 و 3120*3150 و 3150*3180 و 3180*3210 و 3210*3240 و 3240*3270 و 3270*3300 و 3300*3330 و 3330*3360 و 3360*3390 و 3390*3420 و 3420*3450 و 3450*3480 و 3480*3510 و 3510*3540 و 3540*3570 و 3570*3600 و 3600*3630 و 3630*3660 و 3660*3690 و 3690*3720 و 3720*3750 و 3750*3780 و 3780*3810 و 3810*3840 و 3840*3870 و 3870*3900 و 3900*3930 و 3930*3960 و 3960*3990 و 3990*4020 و 4020*4050 و 4050*4080 و 4080*4110 و 4110*4140 و 4140*4170 و 4170*4200 و 4200*4230 و 4230*4260 و 4260*4290 و 4290*4320 و 4320*4350 و 4350*4380 و 4380*4410 و 4410*4440 و 4440*4470 و 4470*4500 و 4500*4530 و 4530*4560 و 4560*4590 و 4590*4620 و 4620*4650 و 4650*4680 و 4680*4710 و 4710*4740 و 4740*4770 و 4770*4800 و 4800*4830 و 4830*4860 و 4860*4890 و 4890*4920 و 4920*4950 و 4950*4980 و 4980*5010 و 5010*5040 و 5040*5070 و 5070*5100 و 5100*5130 و 5130*5160 و 5160*5190 و 5190*5220 و 5220*5250 و 5250*5280 و 5280*5310 و 5310*5340 و 5340*5370 و 5370*5400 و 5400*5430 و 5430*5460 و 5460*5490 و 5490*5520 و 5520*5550 و 5550*5580 و 5580*5610 و 5610*5640 و 5640*5670 و 5670*5700 و 5700*5730 و 5730*5760 و 5760*5790 و 5790*5820 و 5820*5850 و 5850*5880 و 5880*5910 و 5910*5940 و 5940*5970 و 5970*5990 و 5990*6020 و 6020*6050 و 6050*6080 و 6080*6110 و 6110*6140 و 6140*6170 و 6170*6200 و 6200*6230 و 6230*6260 و 6260*6290 و 6290*6320 و 6320*6350 و 6350*6380 و 6380*6410 و 6410*6440 و 6440*6470 و 6470*6500 و 6500*6530 و 6530*6560 و 6560*6590 و 6590*6620 و 6620*6650 و 6650*6680 و 6680*6710 و 6710*6740 و 6740*6770 و 6770*6800 و 6800*6830 و 6830*6860 و 6860*6890 و 6890*6920 و 6920*6950 و 6950*6980 و 6980*7010 و 7010*7040 و 7040*7070 و 7070*7100 و 7100*7130 و 7130*7160 و 7160*7190 و 7190*7220 و 7220*7250 و 7250*7280 و 7280*7310 و 7310*7340 و 7340*7370 و 7370*7400 و 7400*7430 و 7430*7460 و 7460*7490 و 7490*7520 و 7520*7550 و 7550*7580 و 7580*7610 و 7610*7640 و 7640*7670 و 7670*7700 و 7700*7730 و 7730*7760 و 7760*7790 و 7790*7820 و 7820*7850 و 7850*7880 و 7880*7910 و 7910*7940 و 7940*7970 و 7970*7990 و 7990*8020 و 8020*8050 و 8050*8080 و 8080*8110 و 8110*8140 و 8140*8170 و 8170*8200 و 8200*8230 و 8230*8260 و 8260*8290 و 8290*8320 و 8320*8350 و 8350*8380 و 8380*8410 و 8410*8440 و 8440*8470 و 8470*8500 و 8500*8530 و 8530*8560 و 8560*8590 و 8590*8620 و 8620*8650 و 8650*8680 و 8680*8710 و 8710*8740 و 8740*8770 و 8770*8800 و 8800*8830 و 8830*8860 و 8860*8890 و 8890*8920 و 8920*8950 و 8950*8980 و 8980*9010 و 9010*9040 و 9040*9070 و 9070*9100 و 9100*9130 و 9130*9160 و 9160*9190 و 9190*9220 و 9220*9250 و 9250*9280 و 9280*9310 و 9310*9340 و 9340*9370 و 9370*9400 و 9400*9430 و 9430*9460 و 9460*9490 و 9490*9520 و 9520*9550 و 9550*9580 و 9580*9610 و 9610*9640 و 9640*9670 و 9670*9700 و 9700*9730 و 9730*9760 و 9760*9790 و 9790*9820 و 9820*9850 و 9850*9880 و 9880*9910 و 9910*9940 و 9940*9970 و 9970*9990 و 9990*10000 و 10000*10010 و 10010*10020 و 10020*10030 و 10030*10040 و 10040*10050 و 10050*10060 و 10060*10070 و 10070*10080 و 10080*10090 و 10090*10100 و 10100*10110 و 10110*10120 و 10120*10130 و 10130*10140 و 10140*10150 و 10150*10160 و 10160*10170 و 10170*10180 و 10180*10190 و 10190*10200 و 10200*10210 و 10210*10220 و 10220*10230 و 10230*10240 و 10240*10250 و 10250*10260 و 10260*10270 و 10270*10280 و 10280*10290 و 10290*10300 و 10300*10310 و 10310*10320 و 10320*10330 و 10330*10340 و 10340*10350 و 10350*10360 و 10360*10370 و 10370*10380 و 10380*10390 و 10390*10400 و 10400*10410 و 10410*10420 و 10420*10430 و 10430*10440 و 10440*10450 و 10450*10460 و 10460*10470 و 10470*10480 و 10480*10490 و 10490*10500 و 10500*10510 و 10510*10520 و 10520*10530 و 10530*10540 و 10540*10550 و 10550*10560 و 10560*10570 و 10570*10580 و 10580*10590 و 10590*10600 و 10600*10610 و 10610*10620 و 10620*10630 و 10630*10640 و 10640*10650 و 10650*10660 و 10660*10670 و 10670*10680 و 10680*10690 و 10690*10700 و 10700*10710 و 10710*10720 و 10720*10730 و 10730*10740 و 10740*10750 و 10750*10760 و 10760*10770 و 10770*10780 و 10780*10790 و 10790*10800 و 10800*10810 و 10810*10820 و 10820*10830 و 10830*10840 و 10840*10850 و 10850*10860 و 10860*10870 و 10870*10880 و 10880*10890 و 10890*10900 و 10900*10910 و 10910*10920 و 10920*10930 و 10930*10940 و 10940*10950 و 10950*10960 و 10960*10970 و 10970*10980 و 10980*10990 و 10990*11000 و 11000*11010 و 11010*11020 و 11020*11030 و 11030*11040 و 11040*11050 و 11050*11060 و 11060*11070 و 11070*11080 و 11080*11090 و 11090*11100 و 11100*11110 و 11110*11120 و 11120*11130 و 11130*11140 و 11140*11150 و 11150*11160 و 11160*11170 و 11170*11180 و 11180*11190 و 11190*11200 و 11200*11210 و 11210*11220 و 11220*11230 و 11230*11240 و 11240*11250 و 11250*11260 و 11260*11270 و 11270*11280 و 11280*11290 و 11290*11300 و 11300*11310 و 11310*11320 و 11320*11330 و 11330*11340 و 11340*11350 و 11350*11360 و 11360*11370 و 11370*11380 و 11380*11390 و 11390*11400 و 11400*11410 و 11410*11420 و 11420*11430 و 11430*11440 و 11440*11450 و 11450*11460 و 11460*11470 و 11470*11480 و 11480*11490 و 11490*11500 و 11500*11510 و 11510*11520 و 11520*11530 و 11530*11540 و 11540*11550 و 11550*11560 و 11560*11570 و 11570*11580 و 11580*11590 و 11590*11600 و 11600*11610 و 11610*11620 و 11620*11630 و 11630*11640 و 11640*11650 و 11650*11660 و 11660*11670 و 11670*11680 و 11680*11690 و 11690*11700 و 11700*11710 و 11710*11720 و 11720*11730 و 11730*11740 و 11740*11750 و 11750*11760 و 11760*11770 و 11770*11780 و 11780*11790 و 11790*11800 و 11800*11810 و 11810*11820 و 11820*11830 و 11830*11840 و 11840*11850 و 11850*11860 و 11860*11870 و 11870*11880 و 11880*11890 و 11890*11900 و 11900*11910 و 11910*11920 و 11920*11930 و 11930*11940 و 11940*11950 و 11950*11960 و 11960*11970 و 11970*11980 و 11980*11990 و 11990*12000 و 12000*12010 و 12010*12020 و 12020*12030 و 12030*12040 و 12040*12050 و 12050*12060 و 12060*12070 و 12070*12080 و 12080*12090 و 12090*12100 و 12100*12110 و 12110*12120 و 12120*12130 و 12130*12140 و 12140*12150 و 12150*12160 و 12160*12170 و 12170*12180 و 12180*12190 و 12190*12200 و 12200*12210 و 12210*12220 و 12220*12230 و 12230*12240 و 12240*12250 و 12250*12260 و 12260*12270 و 12270*12280 و 12280*12290 و 12290*12300 و 12300*12310 و 12310*12320 و 12320*12330 و 12330*12340 و 12340*12350 و 12350*12360 و 12360*12370 و 12370*12380 و 12380*12390 و 12390*12400 و 12400*12410 و 12410*12420 و 12420*12430 و 12430*12440 و 12440*12450 و 12450*12460 و 12460*12470 و 12470*12480 و 12480*12490 و 12490*12500 و 12500*12510 و 12510*12520 و 12520*12530 و 12530*12540 و 12540*12550 و 12550*12560 و 12560*12570 و 12570*12580 و 12580*12590 و 12590*12600 و 12600*12610 و 12610*12620 و 12620*12630 و 12630*12640 و 12640*12650 و 12650*12660 و 12660*12670 و 12670*12680 و 12680*12690 و 12690*12700 و 12700*12710 و 12710*12720 و 12720*12730 و 12730*12740 و 12740*12750 و 12750*12760 و 12760*12770 و 12770*12780 و 12780*12790 و 12790*12800 و 12800*12810 و 12810*12820 و 12820*12830 و 12830*12840 و 12840*12850 و 12850*12860 و 12860*12870 و 12870*12880 و 12880*12890 و 12890*12900 و 12900*12910 و 12910*12920 و 12920*12930 و 12930*12940 و 12940*12950 و 12950*12960 و 12960*12970 و 12970*12980 و 12980*12990 و 12990*13000 و 13000*13010 و 13010*13020 و 13020*13030 و 13030*13040 و 13040*13050 و 13050*13060 و 13060*13070 و 13070*13080 و 13080*13090 و 13090*13100 و 13100*13110 و 13110*13120 و 13120*13130 و 13130*13140 و 13140*13150 و 13150*13160 و 13160*13170 و 13170*13180 و 13180*13190 و 13190*13200 و 13200*13210 و 13210*13220 و 13220*13230 و 13230*13240 و 13240*13250 و 13250*13260 و 13260*13270 و 13270*13280 و 13280*13290 و 13290*13300 و 13300*13310 و 13310*13320 و 13320*13330 و 13330*13340 و 13340*13350 و 13350*13360 و 13360*13370 و 13370*13380 و 13380*13390 و 13390*13400 و 13400*13410 و 13410*13420 و 13420*13430 و 13430*13440 و 13440*13450 و 13450*13460 و 13460*13470 و 13470*13480 و 13480*13490 و 13490*13500 و 13500*13510 و 13510*13520 و 13520*13530 و 13530*13540 و 13540*13550 و 13550*13560 و 13560*13570 و 13570*13580 و 13580*13590 و 13590*13600 و 13600*13610 و 13610*13620 و 13620*13630 و 13630*13640 و 13640*13650 و 13650*13660 و 13660*13670 و 13670*13680 و 13680*13690 و 13690*13700 و 13700*13710 و 13710*13720 و 13720*13730 و 13730*13740 و 13740*13750 و 13750*13760 و 13760*13770 و 13770*13780 و 13780*13790 و 13790*13800 و 13800*13810 و 13810*13820 و 13820*13830 و 13830*13840 و 13840*13850 و 13850*13860 و 13860*13870 و 13870*13880 و 13880*13890 و 13890*13900 و 13900*13910 و 13910*13920 و 13920*13930 و 13930*13940 و 13940*13950 و 13950*13960 و 13960*13970 و 13970*13980 و 13980*13990 و 13990*14000 و 14000*14010 و 14010*14020 و 14020*14030 و 14030*14040 و 14040*14050 و 14050*14060 و 14060*14070 و 14070*14080 و 14080*14090 و 14090*14100 و 14100*14110 و 14110*14120 و 14120*14130 و 14130*14140 و 14140*14150 و 14150*14160 و 14160*14170 و 14170*14180 و 14180*14190 و 14190*14200 و 14200*14210 و 14210*14220 و 14220*14230 و 14230*14240 و 14240*14250 و 14250*14260 و 14260*14270 و 14270*14280 و 14280*14290 و 14290*14300 و 14300*14310 و 14310*14320 و 14320*14330 و 14330*14340 و 14340*14350 و 14350*14360 و 14360*14370 و 14370*14380 و 14380*14390 و 14390*14400 و 14400*14410 و 14410*14420 و 14420*14430 و 14430*14440 و 14440*14450 و 14450*14460 و 14460*14470 و 14470*14480 و 14480*14490 و 14490*14500 و 14500*14510 و 14510*14520 و 14520*14530 و 14530*14540 و 14540*14550 و 14550*14560 و 14560*14570 و 14570*14580 و 14580*14590 و 14590*14600 و 14600*14610 و 14610*14620 و 14620*14630 و 14630*14640 و 14640*14650 و 14650*14660 و 14660*14670 و 14670*14680 و 14680*14690 و 14690*14700 و 14700*14710 و 14710*14720 و 14720*14730 و 14730*14740 و 14740*14750 و 14750*14760 و 14760*14770 و 14770*14780 و 14780*14790 و 14790*14800 و 14800*14810 و 14810*14820 و 14820*14830 و 14830*14840 و 14840*14850 و 14850*14860 و 14860*14870 و 14870*14880 و 14880*14890 و 14890*14900 و 14900*14910 و 14910*14920 و 14920*14930 و 14930*14940 و 14940*14950 و 14950*14960 و 14960*14970 و 14970*14980 و 14980*14990 و 14990*15000 و 15000*15010 و 15010*15020 و 15020*15030 و 15030*15040 و 15040*15050 و 15050*15060 و 15060*15070 و 15070*15080 و 15080*15090 و 15090*15100 و 15100*15110 و 15110*15120 و 15120*15130 و 15130*15140 و 15140*15150 و 15150*15160 و 15160*15170 و 15170*15180 و 15180*15190 و 15190*15200 و 15200*15210 و 15210*15220 و 15220*15230 و 15230*15240 و 15240*15250 و 15250*15260 و 15260*15270 و 15270*15280 و 15280*15290 و 15290*15300 و 15300*15310 و 15310*15320 و 15320*15330 و 15330*15340 و 15340*15350 و 15350*15360 و 15360*15370 و 15370*15380 و 15380*15390 و 15390*15400 و 15400

من معدل شحنة الضغط التشغيلية وذلك لكل من رؤوس المرشات المستخدمة في الدراسة. يتبع من هذه الجداول كلفة الضخ السنوية لتأمين شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنبوب الرش لكل من المرشات متساوية عند ثبات معدل الشحنة التشغيلية فليس له علاقة بتصريف المرش أو الفاصلة بين المرشات على امتداد أنبوب الرش فلو تم التعميض بما ذكر أعلاه لايجاد كلفة الضخ فينتج: (كلفة الضخ السنوية لتأمين شحنة الضغط المطلوبة في بداية الأنابيب = طول الأنابيب المجهز لأنبوب الرش * طول أنبوب الرش * اجمالي عمق الري * عدد الريات السنوية * سعر وحدة الطاقة * شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنبوب الرش / (كتأة وحدة الضخ*367)) [1,4,3]. ويتبين أيضاً أن الكلفة الكلية السنوية تزداد بازياد الشحنة الضائعة بالاحتكاك المعتمدة في تصميم أنبوب الرش وهذا يعني أنه كلما قلت الشحنة الضائعة بالاحتكاك المعتمدة في تصميم أنبوب الرش يكون أوفر اقتصادياً، وإنالقصان في كلفة الأنابيب بقصان قطره نتيجة زيادة الشحنة الضائعة بالاحتكاك يقل مع زيادة الفاصلة بين المرشات أي تقليل عدد المرشات بذلك على امتداد أنبوب الرش.

الاستنتاج:

قدم البحث معدلات تجريبية مستتبطة من الفحوصات العملية لخمسة أنواع من رؤوس المرشات المستخدمة وذلك للتعبير عن معدل الارواء بكاملة للبعد عن راس المرش وشحنة الضغط عند راس المرشة. وان معامل تناسب الارواء لمنظومة شبكة متنقلة تستعمل أنبوب رش واحد لا يختلف عن معامل تناسب الارواء لمرشات عند معدل شحنة الضغط التصميمية للفوائل المختلفة بين المرشات، وذلك لحالات مختلفة من تغير شحنة الضغط على امتداد أنبوب الرش نتيجة اعتماد نسب مختلفة لشحنة الضرايحة بالاحتياط (%) من معدل شحنة الضغط التشغيلية. كما يفضل اقتصاديا زيادة قطر أنبوب الرش الى أقصى قطر مناسب للشبكة المتنقلة، أي تقليل كلفة الطاقة باستخدام أقل نسبة ممكنة من معدل شحنة الضغط التشغيلية كفواكه احتياط.

المصادر:

1. Hoffman, G. J., Evans, R. G., Jensen, M. E., Martin, D. L., & Elliott, R. L. (2007). Design and operation of farm irrigation systems. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
 2. Daccache, A., Lamaddalena, N., & Fratino, U. (2010). On-demand pressurized water distribution system impacts on sprinkler network design and performance. Irrigation science, 28(4), 331-339.
 3. Merkley, G. P., & Allen, R. G. (2004). Sprinkle & Trickle Irrigation: Lecture Notes. Biological and Irrigation Engineering Department, Utah State University.

الابنوب لاحظ الشكل(1)، ويراد ذلك نقصان في قطر أنبوب الرش وهذا يعني هنالك زيادة في كلفة الضخ نتيجة زيادة شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنبوب الرش ونقصان في كلفة أنبوب الرش حيث بزيادة الشحنة الضائعة بالاحتكاك يتم استخدام قطر اصغر. مما تقدم في الفقرة السابقة تبين ان زيادة الشحنة الضائعة بالاحتكاك على امتداد أنبوب الرش ليس لها تأثير محسوس في تناسق الارواء للمنظومة اي ان عامة ليس هنالك تأثير على إنتاجية المحصول، وهذا يقودنا الى السؤال الآتي: هل زيادة الشحنة الضائعة بالاحتكاك والتي تؤدي الى قطر اصغر اقتصاديًا هو افضل ومقارنة ذلك مع الزيادة الناتجة في كلفة الضخ. وهذا يعني المقارنة بين الكففة السنوية لأنبوب الرش وكلفة الضخ السنوية اللازمة للتغلب على تأثير الشحنة عند مدخل أنبوب الرش. فمساحة الحقل المعتمدة في الدراسة والتي هي 180م * 60م حيث ان طول أنبوب الرش يساوي 180 م والانبوب المجهز لأنبوب الرش يساوي 60 م. فإن: (الكاففة الكلية = الكففة السنوية لأنبوب الرش + الكففة السنوية لطاقة الضخ لتؤمن شحنة الضغط المطلوبة في بداية انبوب الرش). فأولاً: كلفة الأنبوب حيث ان (الكاففة الأولية لأنبوب الرش = طول أنبوب الرش * سعر كلفة المتر الواحد منه)، ان سعر كلفة الأنبوب التي تم اعتمادها هي لاسعار بعض الاقطارات تم تعيمها لايجاد سعر اي قطر لأنبوب يقع ضمن مدى القائمة المعتمدة، وأن (الكاففة السنوية لأنبوب الرش = الكففة الأولية لأنبوب الرش * معامل استرجاع راس المال). ثانياً: كلفة طاقة الضخ حيث (كلفه الضخ السنوية لتؤمن شحنة الضغط المطلوبة في بداية الأنبوب = قدرة الضخ * عدد ساعات التشغيل السنوية * سعر وحدة الطاقة)، ان سعر وحدة الطاقة الذي تم اعتماده هو السعر الشائع الغير مدحوم في العديد من الدول، وان (قدرة الضخ = تصريف المضخة * شحنة الضغط عند مدخل أنبوب الرش / كفاءة وحدة الضخ * 367)، و (ساعات التشغيل السنوية = عدد الريات السنوية * سعر الرش في الجلسة الواحدة * عدد الجلسات * عدد الريات السنوية)، وقد تم فرض هنالك 25 رية في السنة، وان (ساعات تشغيل أنبوب الرش في الجلسة الواحدة = اجمالي عمق الري / معدل الارواء)، وتم اعتماد اجمالي عمق الري 120 ملم حيث (معدل الارواء = تصريف المرش/(L*S)). كما أن (عدد الجلسات = طول الأنبوب المجهز لأنبوب الرش / الفاصلة بين انباب الرش (A)) [1, 4,3]. وطبقاً لما ذكر اعلاه فان الجداول (9-13) توضح المقارنة بين كلفة الانبوب السنوية وكلفة الضخ السنوية لتؤمن شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنبوب الرش والناتجة من استخدام فواصل مرشات 12*9 و 15*15 و 15*12 و 12*9 و 10% و 40% و 30% و 50% و 40% و 30% و 20% و 10%.

11. Yasin,H.I ,1994,Effect of Wind on Application Uniformity For Stationary Sprinkler Systems, Al-Rafidain Engineering Journal,v(2).
12. Yasin,H.I., Y.M.Hassan, A.A. Altalib,1998, Study of Irrigation Uniformity For Sprinkler System Operation With Two Types of Sprinkler Heads, Scientific Journal. of Tikrit University,5(3).
13. Kara, T., Ekmekci, E. and Apan, M. 2008. Determining the uniformity coefficient and water distribution characteristics of some sprinklers. Pakistan Journal of Biological Sciences 11(2):214-219.
14. Koch J. 2003. Low pressure sprinkler distribution. B.S. research report. South Dakota State University.
15. Mateos L. 1998. Assessing whole-field uniformity of stationary sprinkler irrigation systems. IrrigSci 18:73–81
16. Lamaddalena,N. U.,Fratino and A. Daccache. 2007. On-Farm Sprinkler Irrigation Performance as Affected by the Distribution System. Biosystems Engineering, Vol. 96, No. 1, 2007, pp. 99-109.
4. Hachum, A.Y and H.I.Yasin, 1992, "On-farm Irrigation Systems Engineering", Dar Al Kuttb for Printing and Publishing, Mosul University, Mosul,Iraq.
5. Hachum,A.Y. and H.I.Yasin, 1988. Effect of Riser Height and Pressure on Uniformity of Sprinkler Irrigation. Engineering and Technology Journal, Special Issue Proceeding of the 2nd Iraqi Conference on Engineering.
6. Zhang, L., Merkley, G. P., &Pinthong, K. (2013). Assessing whole-field sprinkler irrigation application uniformity. Irrigation science, 31(2), 87-105.
7. ASAE STANDARDS (1993c) S398.1 (40th edn.) Procedure for Sprinkler Testing and Performance Reporting. ASAE, St. Joseph, Mich., USA.
8. Sadeghi, S. H., Gheysari, M., &Kavyani, M. (2012). Optimal allocation of allowable head loss to solid-set irrigation system with movable sprinkler subunits. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 16(59 (B)), 31-44.
9. Christiansen, J. E. (1942). Irrigation by sprinkling (No. 04; USDA, FOLLETO 1532.).
10. Yasin,H.I., N.M.Jajjo, and Y.M.Hassan, 1988, Effect of Sprinkler Heads Arrangement on Uniformity of Water Distribution, Journal of Agriculture and Water Resources Research,V(7).

الجدول (1): خلاصة الفحوصات المختبرية.

نوع راس المرشة	قطر المبثق	سلسل الفحص	معدل الضغط التشغيلي للمرش (متر)	معدل التصريف (متر مكعب/ساعة)
Weather tec 10-16	3.96 ملم	1	20.9	0.615
Scs 30-30	3.57 ملم	2	25.8	0.705
Gardena	3.65 ملم	3	30.1	0.753
Neptun brass	3.65 ملم	4	34.7	0.822
		5	26.0	0.780
		6	31.1	0.828
		7	34.9	0.901
		8	40.8	1.018
		9	44.4	1.056
		10	25.0	0.587
		11	35.7	0.689
		12	45.4	0.790
		13	24.0	0.830
		14	35.7	1.011
		15	45.9	1.440
		16	25.5	0.4
		17	35.7	0.488
		18	45.9	0.559

الجدول (2): المعدلات التخينية لنمط توزيع الماء على امتداد الشعاع الذي يمثل نصف قطر دائرة الابتلالامرsha وذلك لجميع روؤس المشرفات المستخدمة في الدراسة

نوع المرش	معامل التحديد	المعادلة التخمينية لنمط توزيع الماء
weather tec 10-16	0.950	$d = -16.834 + 1.658 * r - 0.048 * r^2 - 0.015 * r^3 + 0.001 * r^4 + 6.71 * 10^{-5} * r^5 - 8.1 * 10^{-6} * r^6 + 14.132 * r^{-0.227} * p^{0.092}$(1)
SCA 30-30	0.964	$d = 3.694 - 4.745 * r + 1.954 * r^2 - 0.389 * r^3 + 0.042 * r^4 - 0.002 * r^5 + 5.01 * 10^{-5} * r^6 + 0.527 * r^{-0.512} * p^{0.553}$(2)
Gardena	0.944	$d = 1.371 - 1.609 * r + 0.828 * r^2 - 0.219 * r^3 + 0.029 * r^4 - 0.001 * r^5 + 4.2 * 10^{-5} * r^6 + 0.447 * r^{-0.610} * p^{0.576}$(3)
Neptune brass	0.966	$d = -5.04 * 10^{-5} - 8.864 * r + 3.423 * r^2 - 0.692 * r^3 + 0.076 * r^4 - 0.004 * r^5 + 9.764 * 10^{-5} * r^6 + 6.014 * r^{0.039} * p^{0.16}$(4)
Neptune plastic	0.971	$d = (12.686 * r^{0.5} - 29.286 * r^{0.75} + 19.764 * r - 3.289 * r^{1.5} + 0.309 * r^2) * p^{0.701} - 0.6 * r^{2.5} + 0.481 * r^3 - 0.118 * r^{3.5} + 0.008 * r^4$(5)

الجدول (3): معامل تناسب الارواء UC % عند عدة شحنات ضغط ولفوائل مرشات مختلفة وذلك لجميع رؤوس المرشات المستخدمة في الدراسة.

نسبة التغير في تناسب الارواء م زبادة في شحنة الضغط	معامل تناسب الارواء % UC عند شحنات الضغط (متر)					الفوائل		نوع المرش
	47	35	30	25	22			
	(M) L	(M) S						
1.07	83.94	83.32	83.06	82.79	82.47	12	9	WEATHER R TEC 10- 16
-1.13	88.4	88.87	89.3	89.81	90.09	15	9	
1.18	85.21	85.17	84.74	84.18	83.56	12	12	
2.80	84.21	82.82	82.04	81.27	80.46	15	12	
*	*	*	*	*	*	15	15	
1.37	87.86	87.31	86.74	85.79	85.4	12	9	
3.63	79.86	78.08	76.75	74.92	74.21	15	9	
2.20	82.52	81.18	80.39	79.32	78.87	12	12	
2.81	79.16	77.68	76.63	75.27	74.75	15	12	
4.30	81.51	79.7	78.02	75.67	74.76	15	15	
1.26	83.83	83.21	82.86	82.42	82.1	12	9	
4.00	77.23	75.49	74.52	73.3	72.4	15	9	
2.90	80.81	79.47	78.72	77.77	77.08	12	12	
2.92	76.98	75.7	74.97	74.07	73.41	15	12	
2.17	83	82.09	81.52	80.71	80.1	15	15	
4.19	87.53	86.02	84.77	82.85	81.82	12	9	
5.95	77.54	75.63	74.04	71.83	70.54	15	9	
3.97	81.3	79.89	78.6	77.11	76.26	12	12	
2.25	76.92	76.03	75.53	74.71	74.14	15	12	
6.46	77.84	75.66	73.98	71.57	70.27	15	15	
9.28	83.95	80.46	78.05	74.99	72.7	12	9	
21.45	89.8	81.68	76.82	70.53	65.91	15	9	
14.19	83.36	77.72	74.43	70.37	67.42	12	12	
10.25	83.9	80.61	78.67	75.15	71.66	15	12	
25.56	78.99	72.57	67.27	60.48	55.39	15	15	

* نمط التوزيع الحقلـي يحتوي على بقعة جافة لذلك تم استبعاده.

الجدول (4): معامل تناسق توزيع الماء للمنظومة (UC_{System} %) لفواصل مختلفة للمرشات ونسب مختلفة للشحنة الصانعة بالاحتكاك باعتماد معدل شحنات ضغط تشغيلية مختلفة لمرشة نوع WEATHER TEC 10-16.

معامل تناسق توزيع الماء للمنظومة (UC _{System} %) عند تغير الشحنة الصانعة بالاحتكاك (Hf) كنسبة من معدل الشحنة التشغيلية (Ha)					معامل التناسق (%) عند معدل شحنة الضغط	معدل شحنة الضغط (متر)	الفواصل	
10% Ha	20% Ha	30% Ha	40% Ha	50% Ha			L (م)	S (م)
83.30	83.22	83.01	82.78	82.53	83.32	35	12	9
82.99	82.87	82.70	82.47	82.23	83.06	30	12	9
82.72	82.60	82.44	82.21	81.94	82.79	25	12	9
88.86	88.78	88.56	88.23	87.83	88.87	35	15	9
89.25	89.06	88.72	88.32	87.86	89.30	30	15	9
89.71	89.35	88.90	88.39	87.85	89.81	25	15	9
85.11	84.88	84.56	84.23	83.88	85.17	35	12	12
84.62	84.41	84.19	83.90	83.57	84.74	30	12	12
84.10	83.89	83.66	83.42	83.13	84.18	25	12	12
82.78	82.68	82.52	82.35	82.17	82.82	35	15	12
82.00	81.91	81.77	81.59	81.39	82.04	30	15	12
81.19	81.06	80.86	80.62	80.35	81.27	25	15	12

الجدول (5): معامل تناسق توزيع الماء للمنظومة (UC_{System} %) لفواصل مختلفة للمرشات ونسبة مختلفة للشحنة الصانعة بالاحتكاك باعتماد معدل شحنات ضغط تشغيلية مختلفة لمرشة نوع SCA 30-30.

معامل تناسق توزيع الماء للمنظومة (UC _{System} %) عند تغير الشحنة الصانعة بالاحتكاك (Hf) كنسبة من معدل الشحنة التشغيلية					معامل التناسق (%) عند معدل شحنة الضغط	معدل شحنة الضغط (متر)	الفواصل	
10% Ha	20% Ha	30% Ha	40% Ha	50% Ha			L (م)	S (م)
87.23	87.07	86.89	86.67	86.44	87.31	42.5	12	9
86.70	86.56	86.37	86.16	85.95	86.74	35	12	9
85.76	85.67	85.55	85.41	85.24	85.79	27.5	12	9
78.04	77.98	77.89	77.80	77.70	78.08	42.5	15	9
76.71	76.64	76.55	76.46	76.37	76.75	35	15	9
74.91	74.86	74.79	74.71	74.63	74.92	27.5	15	9
81.16	81.13	81.06	80.95	80.84	81.18	42.5	12	12
80.37	80.32	80.22	80.11	79.99	80.39	35	12	12
79.31	79.24	79.14	79.03	78.91	79.32	27.5	12	12
77.65	77.57	77.49	77.39	77.29	77.68	42.5	15	12
76.61	76.55	76.47	76.38	76.30	76.63	35	15	12
75.26	75.21	75.15	75.08	75.01	75.27	27.5	15	12
79.59	79.43	79.28	79.12	78.95	79.70	42.5	15	15
77.97	77.88	77.75	77.63	77.50	78.02	35	15	15
75.65	75.63	75.58	75.52	75.45	75.67	27.5	15	15

الجدول (6): معامل تنساق توزيع الماء للمنظومة (UC_{System} %) لفواصيل مختلفة للمرشات ونسبة مختلفة للشحنة الصناعية بالاحتكاك باعتماد معدل شحنات ضغط تشغيلية مختلفة لمرشة نوع GARDENA.

معامل تنساق توزيع الماء للمنظومة (UC _{System} %) عند تغير الشحنة الصناعية بالاحتكاك (Hf) كنسبة من معدل الشحنة التشغيلية					معامل التنساق عند (% UC) معدل شحنة الضغط	معدل شحنة الضغط (متر)	الفواصيل	
10% Ha	20% Ha	30% Ha	40% Ha	50% Ha			L (م)	S (م)
83.24	83.26	83.25	83.17	83.04	83.21	35	12	9
82.89	82.90	82.87	82.79	82.67	82.86	30	12	9
82.45	82.44	82.40	82.31	82.19	82.42	25	12	9
75.51	75.51	75.50	75.50	75.50	75.49	35	15	9
74.53	74.52	74.52	74.52	74.52	74.52	30	15	9
73.31	73.30	73.30	73.30	73.29	73.30	25	15	9
79.45	79.35	79.19	79.02	78.84	79.47	35	12	12
78.70	78.59	78.44	78.28	78.13	78.72	30	12	12
77.74	77.62	77.49	77.34	77.20	77.77	25	12	12
75.68	75.66	75.62	75.55	75.44	75.70	35	15	12
74.95	74.93	74.89	74.82	74.71	74.97	30	15	12
74.05	74.00	73.96	73.88	73.78	74.07	25	15	12
82.05	81.93	81.74	81.54	81.31	82.09	35	15	15
81.47	81.35	81.16	80.96	80.74	81.52	30	15	15
80.69	80.59	80.41	80.21	80.00	80.71	25	15	15

الجدول (7): معامل تنساق توزيع الماء للمنظومة (UC_{System} %) لفواصيل مختلفة للمرشات ونسبة مختلفة للشحنة الصناعية بالاحتكاك باعتماد معدل شحنات ضغط تشغيلية مختلفة لمرشة نوع NEPTUN BRASS.

معامل تنساق توزيع الماء للمنظومة (UC _{System} %) عند تغير الشحنة الصناعية بالاحتكاك (Hf) كنسبة من معدل الشحنة التشغيلية					معامل التنساق عند (% UC) معدل شحنة الضغط	معدل شحنة الضغط (متر)	الفواصيل	
10% Ha	20% Ha	30% Ha	40% Ha	50% Ha			L (م)	S (م)
85.93	85.78	85.58	85.23	84.76	86.02	35	12	9
84.72	84.58	84.33	83.98	83.52	84.77	30	12	9
82.84	82.63	82.27	81.86	81.42	82.85	25	12	9
75.56	75.39	75.18	74.98	74.77	75.63	35	15	9
74.00	73.88	73.69	73.48	73.26	74.04	30	15	9
71.81	71.65	71.44	71.20	70.94	71.83	25	15	9
79.79	79.67	79.49	79.25	78.95	79.89	35	12	12
78.58	78.47	78.21	77.88	77.53	78.60	30	12	12
76.96	76.73	76.36	75.88	75.35	77.11	25	12	12
76.02	75.92	75.79	75.63	75.45	76.03	35	15	12
75.46	75.36	75.19	74.97	74.71	75.53	30	15	12
74.63	74.44	74.19	73.90	73.58	74.71	25	15	12
75.64	75.59	75.51	75.35	75.12	75.66	35	15	15
73.95	73.94	73.86	73.74	73.54	73.98	30	15	15
71.53	71.49	71.37	71.20	71.00	71.57	25	15	15

الجدول (8): معامل تناسق توزيع الماء للمنظومة (UC_{System} %) لفواصل مختلفة للمرشات ونسبة مخالفة للشحنة الصانعة بالاحتكاك باعتماد معدل شحنات ضغط تشغيلية مختلفة لمرشة نوع NEPTUN PLASTIC.

معامل تناسق توزيع الماء للمنظومة (UC _{System} %) عند تغير الشحنة الصانعة بالاحتكاك (Hf) نسبة من معدل الشحنة التشغيلية					معامل التناسق (%) UC عند معدل شحنة الضغط	معدل شحنة الضغط (متر)	الفواصل	
10% Ha	20% Ha	30% Ha	40% Ha	50% Ha			L (م)	S (م)
80.46	80.44	80.38	80.30	80.22	80.46	35	12	9
78.04	78.03	78.00	77.96	77.91	78.05	30	12	9
74.98	74.94	74.92	74.89	74.86	74.99	25	12	9
81.63	81.60	81.57	81.51	81.37	81.68	35	15	9
76.78	76.75	76.73	76.73	76.75	76.82	30	15	9
70.49	70.49	70.51	70.55	70.61	70.53	25	15	9
77.67	77.63	77.54	77.36	77.12	77.72	35	12	12
74.39	74.36	74.34	74.31	74.23	74.43	30	12	12
70.32	70.29	70.29	70.30	70.32	70.37	25	12	12
80.57	80.50	80.40	80.26	80.10	80.61	35	15	12
78.57	78.41	78.17	77.90	77.60	78.67	30	15	12
75.00	74.71	74.39	74.08	73.78	75.15	25	15	12
72.47	72.35	72.24	72.13	72.03	72.57	35	15	15
67.16	67.08	67.03	66.98	66.96	67.27	30	15	15
60.36	60.28	60.24	60.22	60.23	60.48	25	15	15

الجدول (9): المقارنة بين كلفة الأنابيب السنوية وكلفة الضخ السنوية لتامين شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنابيب الرش والناتجة من استخدام فواصل مرشات مختلفة S ونسبة مخالفة للشحنة الصانعة بالاحتكاك وذلك لراس مرشة نوع Weather tec 10-16 ذات معدل ضغط تشغيلية تساوي 30 متر.

الكلفة الكلية السنوية دينار عراقي	تكلفة الطاقة السنوية دينار عراقي	تكلفة الانبوب السنوية دينار عراقي	ساعات رى أنابيب رش واحد في السنة	قطر الانبوب ملم	التصريف في بداية الانبوب م³/ساعة	شحنة الضغط بداية الانبوب	الشحنة الصانعة بالاحتكاك م	الفواصل S(م)*L(م)
300306	244797	55509	1586	64.32	20.43	32.35	10% Ha	9*12 9*15
304500	261823	42677		55.79	20.43	34.6	20% Ha	
315443	278849	36594		51.33	20.43	36.85	30% Ha	
328687	295875	32812		48.39	20.43	39.1	40% Ha	
343051	312902	30149		46.22	20.43	41.35	50% Ha	
290543	244797	45745	2115	57.92	15.32	32.35	10% Ha	12*12 12*15
296994	261823	35171		50.24	15.32	34.6	20% Ha	
309007	278849	30157		46.23	15.32	36.85	30% Ha	
322916	295875	27040		43.58	15.32	39.1	40% Ha	
337747	312902	24846		41.62	15.32	41.35	50% Ha	
284240	244797	39443	2643	53.46	12.26	32.35	10% Ha	15*15
292148	261823	30325		46.37	12.26	34.6	20% Ha	
304852	278849	26003		42.66	12.26	36.85	30% Ha	
319190	295875	23315		40.21	12.26	39.1	40% Ha	
334324	312902	21423		38.41	12.26	41.35	50% Ha	

الجدول (10): المقارنة بين كلفة الأنابيب السنوية وكلفة الضخ السنوية لتأمين شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنبوب الرش والناتجة من استخدام فوائل مختلفة ونسبة مختلفة للشحنة الصناعية بالاحتياط وذلك لراس مرشة نوع SCA ذات معدل شحنة ضغط تشغيلية تساوي 35 متر.

الفوائل S(م)*L(م)	الشحنة الصناعية بالاحتياط م	شحنة ضغط بداية أنبوب م	التصريف في بداية الأنبوب م³/ساعة	قطر الأنبوب مم	ساعات ري أنبوب رش واحد في السنة	كلفة الانبوب السنوية دينار عراقي	كلفة الطاقة السنوية دينار عراقي	الكلفة الكلية السنوية دينار عراقي
1807	10% Ha	37.73	17.93	59.30		285471	47779	333249
	20% Ha	40.35	17.93	51.44		305334	36734	342068
	30% Ha	42.98	17.93	47.33		325198	31498	356696
	40% Ha	45.60	17.93	44.61		345062	28242	373304
	50% Ha	48.23	17.93	42.62		364926	25950	390876
2409	10% Ha	37.73	13.45	53.41		285471	39375	324845
	20% Ha	40.35	13.45	46.32		305334	30272	335607
	30% Ha	42.98	13.45	42.62		325198	25957	351156
	40% Ha	45.60	13.45	40.18		345062	23274	368336
	50% Ha	48.23	13.45	38.38		364926	21386	386311
3011	10% Ha	37.73	10.76	49.29		285471	33950	319421
	20% Ha	40.35	10.76	42.75		305334	26102	331436
	30% Ha	42.98	10.76	39.33		325198	22381	347579
	40% Ha	45.60	10.76	37.08		345062	20068	365130
	50% Ha	48.23	10.76	35.42		364926	18439	383365

الجدول (11): المقارنة بين كلفة الأنابيب السنوية وكلفة الضخ السنوية لتأمين شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنبوب الرش والناتجة من استخدام فوائل مختلفة ونسبة مختلفة للشحنة الصناعية بالاحتياط وذلك لراس مرشة نوع GARDENA ذات معدل شحنة ضغط تشغيلية تساوي 30 متر.

الفوائل S(م)*L(م)	الشحنة الصناعية بالاحتياط م	شحنة ضغط بداية أنبوب م	التصريف في بداية الأنبوب م³/ساعة	قطر الأنبوب مم	ساعات ري أنبوب رش واحد في السنة	كلفة الانبوب السنوية دينار عراقي	كلفة الطاقة السنوية دينار عراقي	الكلفة الكلية السنوية دينار عراقي
1867	10% Ha	32.35	17.35	60.45		244797	49503	294300
	20% Ha	34.60	17.35	52.43		261823	38060	299883
	30% Ha	36.85	17.35	48.25		278849	32635	311484
	40% Ha	39.10	17.35	45.48		295875	29261	325137
	50% Ha	41.35	17.35	43.44		312902	26887	339788
2489	10% Ha	32.35	13.02	54.44		244797	40796	285593
	20% Ha	34.60	13.02	47.22		261823	31365	293188
	30% Ha	36.85	13.02	43.45		278849	26894	305744
	40% Ha	39.10	13.02	40.96		295875	24114	319990
	50% Ha	41.35	13.02	39.12		312902	22158	335059
3112	10% Ha	32.35	10.41	50.24		244797	35175	279972
	20% Ha	34.60	10.41	43.58		261823	27044	288867
	30% Ha	36.85	10.41	40.10		278849	23189	302038
	40% Ha	39.10	10.41	37.80		295875	20792	316668
	50% Ha	41.35	10.41	36.10		312902	19105	332006

الجدول (12): المقارنة بين كلفة الأنابيب السنوية وكلفة الضخ السنوية لتأمين شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنابيب الرش والناتجة من استخدام فوائل مختلفة ونسبة مختلفة للشحنة الصناعية بالاحتياك وذلك لرأس مرشة نوع NeptuneBrass ذات معدل شحنة ضغط تشغيلية تساوي 30 متر.

الكلفة الكلية السنوية دينار عراقي	تكلفة الطاقة السنوية دينار عراقي	تكلفة الأنابيب السنوية دينار عراقي	ساعات ري أنابيب واحد في السنة	قطر الانبوب ملم	التصريف في بداية الانبوب م³/ساعة	شحنة الضغط في بداية الانبوبم	الشحنة الصناعية بالاحتياك م	الفوائل S(م)*L(م)
298153	244797	53355	1678	62.96	19.31	32.35	10% Ha	9*12 9*15
302845	261823	41021		54.61	19.31	34.60	20% Ha	
314024	278849	35174		50.24	19.31	36.85	30% Ha	
327414	295875	31538		47.36	19.31	39.10	40% Ha	
341881	312902	28979		45.24	19.31	41.35	50% Ha	
288768	244797	43970	2237	56.70	14.48	32.35	10% Ha	12*12 12*15
295629	261823	33806		49.18	14.48	34.60	20% Ha	
307837	278849	28987		45.25	14.48	36.85	30% Ha	
321866	295875	25991		42.65	14.48	39.10	40% Ha	
336783	312902	23882		40.74	14.48	41.35	50% Ha	
282710	244797	37913	2797	52.32	11.59	32.35	10% Ha	15*15
290972	261823	29148		45.38	11.59	34.60	20% Ha	
303843	278849	24994		41.76	11.59	36.85	30% Ha	
318286	295875	22410		39.36	11.59	39.10	40% Ha	
333493	312902	20592		37.60	11.59	41.35	50% Ha	

الجدول (13): المقارنة بين كلفة الأنابيب السنوية وكلفة الضخ السنوية لتأمين شحنة الضغط المطلوبة في بداية أنابيب الرش والناتجة من استخدام فوائل مختلفة ونسبة مختلفة للشحنة الصناعية بالاحتياك وذلك لرأس مرشة نوع NeptunePlastic ذات معدل شحنة ضغط تشغيلية تساوي 30 متر.

الكلفة الكلية السنوية دينار عراقي	تكلفة الطاقة السنوية دينار عراقي	تكلفة الأنابيب السنوية دينار عراقي	ساعات ري أنابيب واحد في السنة	قطر الانبوب ملم	التصريف في بداية الانبوب م³/ساعة	شحنة الضغط في بداية الانبوبم	الشحنة الصناعية بالاحتياك م	الفوائل S(م)*L(م)
281503	244797	36705	2858	51.42	11.34	32.35	10% Ha	9*12 9*15
290044	261823	28220		44.59	11.34	34.60	20% Ha	
303047	278849	24198		41.03	11.34	36.85	30% Ha	
317572	295875	21697		38.68	11.34	39.10	40% Ha	
332838	312902	19936		36.95	11.34	41.35	50% Ha	
275046	244797	30249	3811	46.30	8.50	32.35	10% Ha	12*12 12*15
285080	261823	23257		40.16	8.50	34.60	20% Ha	
298791	278849	19942		36.95	8.50	36.85	30% Ha	
313756	295875	17880		34.83	8.50	39.10	40% Ha	
329331	312902	16429		33.27	8.50	41.35	50% Ha	
270879	244797	26082	4763	42.73	6.80	32.35	10% Ha	15*15
281876	261823	20052		37.06	6.80	34.60	20% Ha	
296044	278849	17194		34.10	6.80	36.85	30% Ha	
311292	295875	15417		32.15	6.80	39.10	40% Ha	
327067	312902	14166		30.71	6.80	41.35	50% Ha	

EFFECT OF PRESSURE HEAD VARIATION ON WATER DISTRIBUTION

UNIFORMITY FOR PORTABLE GRID SPRINKLER SYSTEMS

Ahmad Thamer Ibrahim

ahmadthamer36@yahoo.com

Prof. Dr. Haqqi Ismail Yasin

haqqiismail@yahoo.com

Department of water resources Engineering, College of Engineering, University of Mosul

ABSTRACT:

The proper size and diameter of the lateral sprinkler pipe is associated with the variations of pressure head along the pipeline; the greatest pressure head variations, the smallest pipe size and thereby an increase in the required pressure head at the inlet of lateral pipe and the pumping power unit. The pattern of water distribution of sprinklers operating with different operating pressure will accordingly varies and may leads to variations in uniformity of water application along the lateral pipe. The research purpose is to study the effect of pressure head variation on the uniformity of the water distribution along the lateral pipe by adopting different values of the friction head losses that expressed as a fraction of average operating head, and linking with spacing between sprinkler heads. Furthermore, this study aims to compare between the increase in pumping power cost to ensure operating head at the lateral inlet associated with increase in the fraction of friction head losses, and decrease in the cost of the pipe. 18 tests were carried out to obtain the water distribution pattern for single sprinkler under different pressure heads and for five different type sprinklers, the water distribution pattern of a single sprinkler was estimated as a function of distance from the sprinkler and the pressure head with non-physical formulas and high determination coefficients. Fractions of head losses due to friction were chosen to be (10, 20, 30, 40, and 50) % of the sprinkler operating head. A computer program was developed to compute the pressure head at each sprinkle, water distribution pattern, and water application uniformity of the sprinkler network system using different sprinkler head spacing and three levels of operating heads. Also, the economics of pipe size and pumping operation cost using the selected fractions of the friction head losses was studied.

The results show that the water distribution uniformity increases when the pressure head at sprinkler head increases and this increase varies according to the sprinkler type and spacing; there is no observable change between the system water distribution uniformity and uniformity coefficient of application at the average operating pressure head for all sprinkler spacings and friction head losses fractions except the case of friction head losses equal to 50% of the operating head that showed very small differences. Also, the annual pumping cost to ensure required pressure head at lateral pipe inlet using same average operation head is constant for all used sprinkles. The total annual cost increases when the adopted friction head losses in the design of lateral sprinkler pipe increases stating that the economic pipe size is associated with low friction.

Key words:

portable grid sprinkler system, lateral pipe design, water distribution uniformity coefficient, Pressure head variation.