تحسين إنتظامية التوزيع المائي لأنظمة الري بالتنقيط ذات التصميم المغلق

د/ عادل محمد طه الوشلي[1] د/ عبدالله محمد يايه[2] م/ أحمد محمد أحمد المؤيد[3]

الملخص

أجريت دراسة عملية بالمزرعة التعليمية التابعة لكلية الزراعة – جامعة صنعاء، هدفت إلى تحسين انتظامية التوزيع المائي لأنظمة الري بالتنقيط ذات التصميم المغلق (C1D, C2PD, C2OD) ، لأقطار مختلفة من الخط الفرعي (16, 20, 25 mm) ذات أقطار داخلية (14, 18, 22 mm) على التوالي، ولأنواع مختلفة من السريان المائي داخل النقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar) (تصرف 8 L/hr)، تحت ضغوط تشغيل (0.8, 1, 1.2 bar). اشتملت التجربة على عدد 9 خطوط فرعية بطول ثابت 90 m ، وكانت المسافة بين الخطوط الفرعية 1 m بينما كانت المسافة بين النقاطات على نفس الخط الفرعي 0.5 m .

وكانت نتائج الدراسة كالآتي:-

1- تصميم النظام System Design

- النظام التصميمي (C2OD) حقق أعلى قيم لانتظامية البث المائي بمتوسط (93.223%)، مقارنة بالنظامين التصميمين (C2PD,C1D) حيث كان متوسط قيم انتظامية البث المائي لهما (88.559%، 91.9375) على التوالي.

- النظام التصميمي (C1D) حقق أعلى قيم لفاقد الضاغط بالاحتكاك بمتوسط 1.277 m، مقارنة بالنظامين التصميمين (C2PD , C2OD) حيث كان متوسط قيم فاقد الضاغط بالاحتكاك (0.373 m، 0.37) على التوالي .

- النظام التصميمي (C2OD) حقق أفضل قيم لتوزيع الضغط داخل شبكة الري، مقارنة بالنظامين التصميمين (C2PD , C1D) .

- النظام التصميمي (C2PD) حقق أعلى قيم لمتوسط تصرف النقاطات بمتوسط 7.77 L/h، مقارنة بالنظامين التصميمين (C2OD , C1D) حيث كان متوسط قيم متوسط تصرف النقاطات (7.33 L/h، 7.56) على التوالي.

- النظام التصميمي (C2OD) حقق أعلى قيم لأدنى تصرف النقاطات بمتوسط 7.58 L/h، مقارنة بالنظامين التصميمين (C2PD , C1D) حيث كان متوسط قيم أدنى تصرف النقاطات (6.88 L/h ، 7.44) على التوالي .

[1] أستاذ مساعد – قسم الهندسة الزراعية – كلية الزراعة – جامعة صنعاء.
[2] أستاذ مشارك – قسم الهندسة الزراعية – كلية الزراعة – جامعة صنعاء.
[3] مدرس – القسم الزراعي – كلية الزراعة والطب البيطري – جامعة ذمار.

2- قطر أنبوب خط النقاطات Diameter of Lateral Line

- قطر الأنبوب الفرعي (خط النقاطات) 25 mm أعطى أعلى قيم لانتظامية البث المائي بمتوسط (91.717%) مقارنة بالقطرين (16 mm، 20) حيث كان متوسط قيم انتظامية البث المائي لهما (89.9065% ، 90.2995) على التوالي.

- قطر الأنبوب الفرعي (خط النقاطات) 25 mm أعطى أقل قيم لفاقد الضاغط بالاحتكاك بمتوسط 0.178 m مقارنة بالقطرين (16 mm ، 20) حيث كان متوسط قيم فاقد الضاغط بالاحتكاك لهما (1.48 m ، 0.507) على التوالي.

3- ضغط التشغيل Operating Pressure

- الضغط التشغيلي 1 bar حقق أعلى قيم لانتظامية البث المائي بمتوسط (91.3365%) ، مقارنة بالضغطين (0.8 bar ، 1.2) حيث كان متوسط قيم انتظامية البث المائي لهما (89.9065% ، 91.0705) على التوالي.

4- نوع السريان المائي داخل النقاطات Flow Type of The Emitters

- النقاط Pressure Compensating أعطى أعلى قيم لانتظامية البث المائي لأنظمة الري بالتنقيط المغلقة بمتوسط (92.162%)،على النقاطان (Turbulent , Laminar) حيث كان متوسط قيم انتظامية البث المائي (91.96215% ، 88.342) على التوالي .

المقدمة

بهدف ترشيد استخدام المياه وتقليل الفواقد المائية المستهلكة في عمليات الإنتاج الزراعي تبنت الجمهورية اليمنية سياسة لإدارة الموارد المائية تعتمد على التوسع في تطبيق نظم الري بالتنقيط، الذي تصل كفاءة الري به إلى 95%. يقدر معدل كفاءة ترشيد استخدام المياه حالياً تحت أنظمة الري الحديث على مستوى اليمن بـ 35% وهي من أقل النسب في العالم ، لذا فإن مجال التحسين لا زال كبيراً (الشيباني – 2006م).

تواجه أنظمة الري الحديث مشاكل عدة أهمها تأثر انتظامية البث المائي بزيادة طول الخط الفرعي، حيث تختلف انتظامية البث من بداية الخط إلى نهاية الخط بمقدار 30– 50 % (العمود ــ 1997). وهو ما دفع المزارعين إلى رفض هذه الألأنظمة، كونها لم تحقق المردود المادي المرضي لهم. ويمكن استخدام نظام الري بالتنقيط بكفاءة عالية في الأراضي الرملية وفي الحقول ذات التضاريس المائلة، وكذلك في الأراضي الجافة والرطبة، ويوفر الري بالتنقيط المصمم جيداً كميات من المياه تصل إلى 50 % مقارنة بالري السطحي، و 30 % مقارنة بالري بالرش، وذلك بتقليل فاقد المياه بالتسرب العميق أو بالجريان السطحي أو بالتبخر، وكذلك يوفر في الطاقة لاحتياجه لضغوط تشغيلية منخفضة مقارنة بالري بالرش (العمود ــ 1997).

ذكر Wu and Barragan (2000) أن الهدف من تصميم نظم الري هو تحقيق متطلبات الانتظامية للري الحقلي، بينما أشار Barlts and Edwards (1986) أن تحديد انتظامية نظم الري بدقة ربما يعتبر أهم عنصر يستخدم كمؤشر لتقييم أداء النظام، لأنه مؤشر يبين للمصمم مدى نجاح تصميمه، ويحدد مواصفات النقاطات ومكونات الشبكة التي تؤمن تصريف منتظم، كما يعطي للقائم على عملية الري أهمية في اتخاذ القرار إذا ما كان النظام قابل للحقن الكيميائي أو لتطبيق الري التسميدي، ويعتبر أداة لتشخيص وتحديد لأسباب انخفاض العائدات الإنتاجية.

كما أوضح Amer, K.H. (2005) عند تقييم وجدولة شبكات الري بالتنقيط ، أن انتظامية التوزيع تقاس بمعايير مختلفة التعبير مثل انتظامية التدفق (EU)، انتظامية التدفق الإحصائية (Usq)، انتظامية التدفق الحقلية (EUf)، معامل الانتظامية (UC)، انتظامية التوزيع (DU) وجميعها دالة في معامل الاختلاف لتدفق المياه عبر النقاطات. والذي يمكن حسابه هيدروليكياً بأخذ محصلة معامل الاختلاف لكل من الخط الفرعي وخط التغذية، حيث تم إجراء القياسات على وحدات ري بالتنقيط موضوعة على أرض مستوية تم تصميمها لهذا الغرض وتم التنفيذ على أساس التصميم الأمثل حيث يوزع فاقد الضغط الكلي بنسبة % 55 للخط الفرعي (قطر داخلي 14.2 mm) و45% لخط التغذية (قطر داخليmm 45.2).

أشار Arnaout (1998) أن انتظامية إضافة الماء من النقاطات تعتمد على طول خط النقاطات وتصميم النقاطات وضغط التشغيل وفاقد الاحتكاك ومعامل الاختلاف المصنعي للنقاطات وقابلية النقاطات للانسداد. أوضح Dalvi et al (1995) أن % 55 من مجموعات نظم الري بالتنقيط تعطي انتظامية بث مائي بمقدار % 80 أو أكثر، وأن أكثر العوامل التي تعمل على خفض انتظامية البث تشمل الانسداد للنقاطات والتسرب من الأنابيب والأكواع. كما يشير Braud and Soom (1981) أن العوامل المؤثرة في هيدروليكية خطوط النقاطات هي طول الخط ، قطر الخط، ضغط التشغيل، خصائص تصرف النقاط، خشونة الجدار الداخلي للأنبوب، أس تصرف النقاط. كما درسSharaf et al (1996) الخصائص الهيدروليكية لخطوط النقاطات، ووجد أن الفروق الناتجة في منحني انتظامية البث تنتج عن العلاقة بين تصرف النقاطات وضغط التشغيل ونوع مادة التصنيع للنقاطات وتباين درجات الحرارة والضغط والسرعة في عملية التبريد للنقاطات وتشكيلها كلها عوامل تؤثر في الدرجة النهائية لجودة الإنتاج.
كما درس Hassan, N.S.H. (2007) تقييم تصميمات نظم الري بالتنقيط على أساس معامل الانتظامية، عند مقارنته بين نظامين لتوصيل المياه خلال أنظمة الري بالتنقيط، وقد بينت النتائج أن شكل توزيع الضغط المثالي يمكن تحقيقه في حالة التغذية المزدوجة، حيث يمكن الوصول إلى أعلى انتظامية مقارنة بالتغذية الفردية، كما يمكن استخدام الخط الثاني للتغذية لغسيل الخطوط الفرعية. وأوصى باختبار النقاطات معملياً قبل استخدامها في شبكات الري بالتنقيط، وكذا استخدام النقاطات ذات السريان المضطرب وذاتية التنظيم للضغط لارتفاع معامل انتظاميتها، عكس النقاطات ذات السريان الرقائقي. كما أوصى باستخدام معادلة العوضي وآخرون (2004) لحساب طول الخط الفرعي عند التصميم لاعتبارها الأيسر عند التطبيق المباشر في الحقل، كما

أنها أدق من غيرها من المعادلات المتاحة لأنها تأخذ في الاعتبار أن الاختلاف في تصرف النقاطات على امتداد طول الخط الفرعي لا بد أن لا يزيد % 10.

توصل Al-weshali A. M. (2003) إلى أن لتصميم النظام تأثير على انتظامية التوزيع حسب نوع التعديل الذي يميز كل نظام . حيث وجد أن التصميم المغلق ذو اتجاه واحد لمدخل المياه (C1D) قد رفع من انتظامية التوزيع عند مقارنته مع التصميم المفتوح ذو اتجاه واحد لمدخل المياه (O1D) ، فبينما كانت قيمة انتظامية التوزيع 84.162% للنظام (O1D) تحت ظروف 1 bar ضغط تشغيل وطول خط فرعي 75 m ، أعطى نظام التصميم (C1D) قيمة أعلى لانتظامية التوزيع % 90.144 تحت نفس الظروف التشغيلية. أما عند مقارنة نظام التصميم المغلق ذو اتجاهين لمدخل المياه (C2D) ذو اتجاهين لدخول مياه الري بالتصميم (C1D) ذو الاتجاه الواحد لمياه الري، فقد أظهرت النتائج أن التصميم (C2D) قد رفع انتظامية التوزيع المائي إلى % 94.029 تحت ضغط تشغيل 1 bar وطول خط فرعي 75 m، بينما كانت انتظامية التوزيع للتصميم (C1D) % 90.406 تحت نفس الظروف. ووجد أن التصميم (C2D) أعطى أفضل انتظامية لتوزيع الضغط على طول خطوط النقاطات وزيادة في التصرفين المتوسط والأدنى مقارنة بالتصميمين (C1D, O1D).

كما وجد أن اتجاه دخول الماء إلى الشبكة عامل مؤثر على انتظامية التوزيع المائي ، فقد بينت الدراسة أن التصميم المغلق (C2D) ذو الاتجاهين لدخول مياه الري، قد خفض قيمة الفاقد بالاحتكاك بما يتراوح بين % 70– 83 عند مقارنتها بالتصميم المفتوح (O1D) ذو الاتجاه الواحد لدخول مياه الري. وعند مقارنة التصميم (C2D) بالتصميم (C1D) المغلق ذو الاتجاه الواحد لدخول مياه الري، ووجد أن التصميم (C2D) قد أدى إلى خفض الفاقد في الضاغط بالاحتكاك بما يتراوح بين% 62.5 ــ 80 مما يترتب عليه رفع قيمة انتظامية التوزيع المائي للنظام. كما وجد أن نسبة الزيادة في انتظامية التوزيع المائي تتباين تبعاً لمعطيات كل معاملة . فبينما كانت نسبة الزيادة بين التصميمات (C1D) و (O1D) % 35 في ظروف 0.75 bar ضغط تشغيل و طول 25 m للخط الفرعي، كانت هذه النسبة6.84% عند زيادة طول الخط الفرعي إلى75 m وتحت نفس ضغط التشغيل.

كما درس Rashaid (1997) تأثير ثلاثة أطوال لخطوط النقاطات (80,60,40m) على انتظامية البث المائي للنقاطات مع استخدام محصول البطاطس كمقياس . حيث وجد أن أكبر محصول للبطاطس كان مع أقصر طول للخط (40 m) .
وقد عبر J.L.de Paco (1995) بأن فاقد الضاغط بالاحتكاك في الأنابيب مع التدفق المنخفض تعتمد على توزيع التصرف على طول الخط، الذي يتباين تبعاً لشكل وأبعاد وحدة الري .

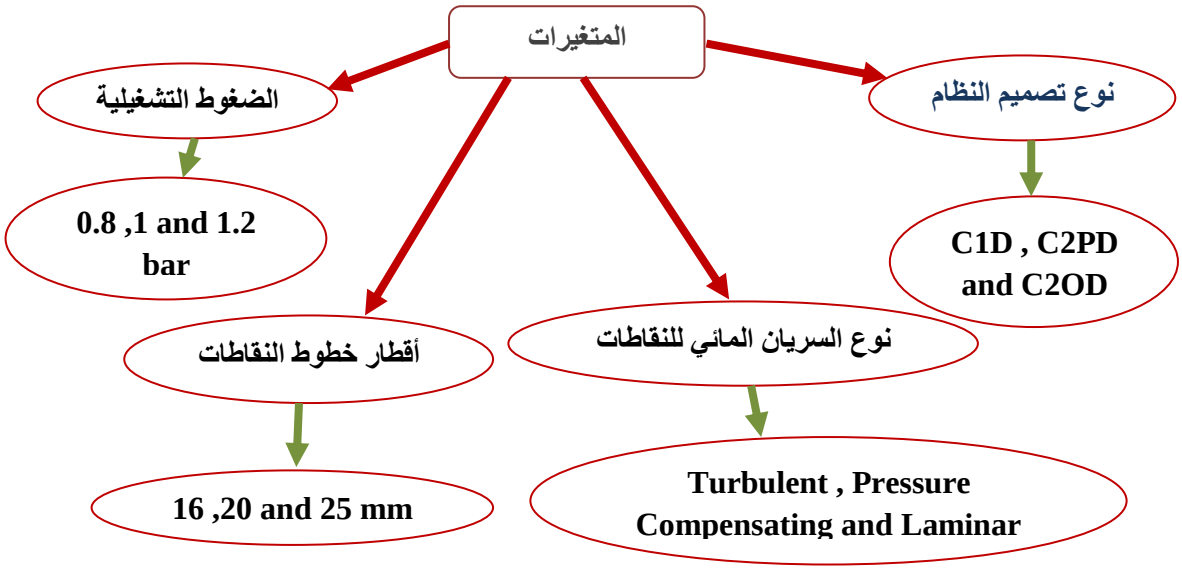
مواد وطرق البحث

أجريت دراسة عملية بالمزرعة التعليمية التابعة لكلية الزراعة – جامعة صنعاء ، هدفت إلى تحسين إنتظامية التوزيع المائي لأنظمة الري بالتنقيط ذات التصميم المغلق (C1D, C2PD,

C2OD) ، لأحجام مختلفة من أقطار الخط الفرعي (16, 20, 25 mm) والأقطار الداخلية (14, 18, 22 mm) على التوالي ، ولأنواع مختلفة من السريان المائي داخل النقاطات ذات التصرف 8 L / hr (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar)) تحت ضغوط تشغيل (0.8, 1, 1.2 bar). واشتملت التجربة على عدد 9 خطوط فرعية بطول ثابت لجميع المعاملات 90 m، وكانت المسافة بين الخطوط الفرعية 1 m بينما كانت المسافة بين النقاطات على نفس الخط الفرعي 0.5 m.

- المتغيرات تحت الدراسة:

يوضح شكل (1) مخطط توضيحي للمتغيرات التي يتم دراستها في هذا البحث .

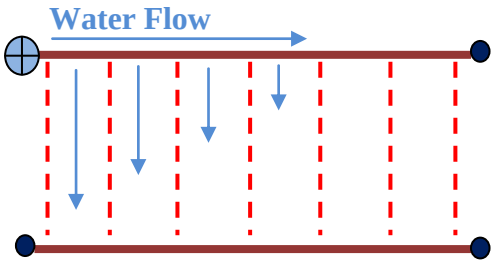


شكل (1): مخطط توضيحي للمتغيرات المدروسة في التجربة .

تصميمات الأنظمة المستخدم في الدراسة:

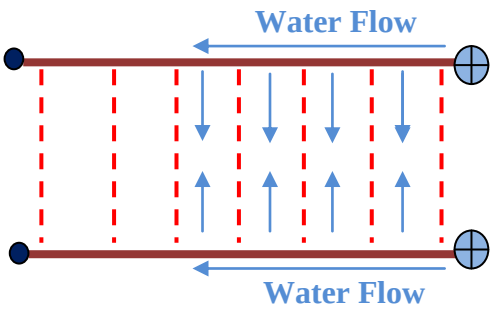
إن التصميم الجيد لنظام الري بالتنقيط يضمن كفاءة عالية لانتظام البث المائي، فيمكن بإجراء بعض التعديلات على تصميم الشبكة تقليل فوافد الضاغط المائي الناتج عن الاحتكاك، مما يسمح بزيادة طول الخط الفرعي وتحقيق إنتاجية محصولية عالية.

لبيان طبيعة التصميمات المغلقة الثلاث تحت الدراسة وطبيعة الاختلافات التصميمية بين كل منهم، الشكل (2) مخطط يوضح الأنواع المختلفة للتصميمات المغلقة المستخدمة واتجاه دخول المياه في كل نظام، كما يلي:



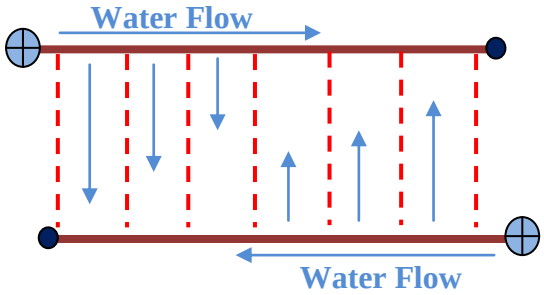
Closed System with One Direction for Water to Flow (C1D)

حيث يوضح الشكل (أ) (C1D) التصميم المغلق ذو اتجاه واحد لدخول المياه من العلامة ⊕ التي تمثل محبس تحكم .



Closed System with Two Parallel Directions for Water to Flow (C2PD)

حيث يوضح الشكل (ب) (C2PD) التصميم المغلق ذو اتجاهين متوازيين لدخول المياه من العلامة ⊕ التي تمثل محبس تحكم.



Closed System with Tow Opposite Directions for Water to Flow (C2OD)

حيث يوضح الشكل (ج) (C2OD) التصميم المغلق ذو اتجاهين متعاكسين لدخول المياه من العلامة ⊕ التي تمثل محبس تحكم.

شكل (2) مخطط يوضح أنواع التصميمات المختلفة .

- إدارة التجربة :-

نفذت التجربة بدأ من النظام التصميمي (C1D) حيث أخذت له قياسات لقيم ضغوط وتصرفات النقاطات، ثم تمت ذات القياسات على النظامين التصميميين (C2OD , C2PD) . وقد تم تحديد نقاط القياس وفقاً للمعايير القياسية رقم (S435) للجمعية الأمريكية للهندسة الزراعية ASAE (1996م).

- القياسات:

1- تصرف النقاطات :

تم قياس معدل التصرف للنقاطات L/hr خلال فترة زمنية معينة بواسطة بيكر مدرج سعته 2 لتر (2000 ml) ذو دقة قراءة 0.1ml. باستخدام المعادلة التالية :

$$q = \frac{V}{T} \qquad (1)$$

حيث أن q معدل التصرف للنقاط (L/hr) .

V حجم المياه المجمعة في الكيس (L) .

T زمن جمع المياه بالساعة (hr) .

2- قيمة الضاغط المائي عند فوهة النقاطات تحت الدراسة :

تم قياس الضاغط المائي عند فوهة النقاطات تحت الدراسة، وذلك بواسطة ساعة ضغط (مقياس بوردون Bourdon) ذو دقة قراءة 0.1 bar.

3- انتظامية البث المائي :

باستخدام قيمة (Cv) يمكن حساب انتظامية البث المائي (EU) باستخدام المعادلة التالية :

$$EU = 100\left[1.0 - \frac{1.27\ Cv}{\sqrt{n}}\right]\frac{q_m}{q_a} \qquad (2)$$

حيث أن EU انتظامية البث المائي للتصميم % .

n عدد النقاطات للنبات الواحد .

Cv معامل الاختلاف المصنعي .

q_m معدل التصرف الأدنى للنقاط (L/hr) .

q_a معدل التصرف المتوسط للنقاط (L/hr) .

ذكر Vermelren(1987) إلى أن المعامل 1.27 يتوافق مع المتوسط لربع القيم ، وأيضاً يعني تقريباً أن 80% من الموزعات (النقاطات) مقبولة وتتفق مع ظروف الانتظامية.

4- الفاقد في الضاغط الناتج عن الاحتكاك :

لحساب فواقد ضاغط الضغط التي تحدث في أنظمة الري بسبب الاحتكاك في الأنابيب وتحت المتغيرات المختلفة للدراسة طبقت معادلة Hazen- Williams كما يلي :

$$hf = k * F * \left(\frac{q}{C*Se}\right)^{1.852} * \left(\frac{L}{D^{4.87}}\right) \quad (3)$$

حيث أن:-

K معامل = 1.22 10 x^{10} عندما يكون

(D = mm , Q = L/sec , L= m , h_f =m)

= 3163 عندما يكون

، (D = mm , Q = L/hr , L= m , h_f =m)

= 3.163 10 x^{6} عندما يكون

. (D = mm , Q = m^3/day , L= m , h_f =m)

F معامل الخفض لفاقد الضاغط بالاحتكاك للأنابيب متعددة المخارج .

C ثابت يساوي 150 للأنابيب البلاستيكية الناعمة.

Se المسافة بين النقاطات على الخط الحامل للنقاطات m .

تم التحليل الهندسي للبيانات باستخدام الحاسب الآلي (الكمبيوتر) ،وذلك بمعلومية قيم كل من انتظامية البث المائي وفاقد الاحتكاك وأدنى وأعلى قيم تصرف للنقاطات والتصرف المتوسط لكل معاملة.

النتائج والمناقشة

1- تصميم النظام

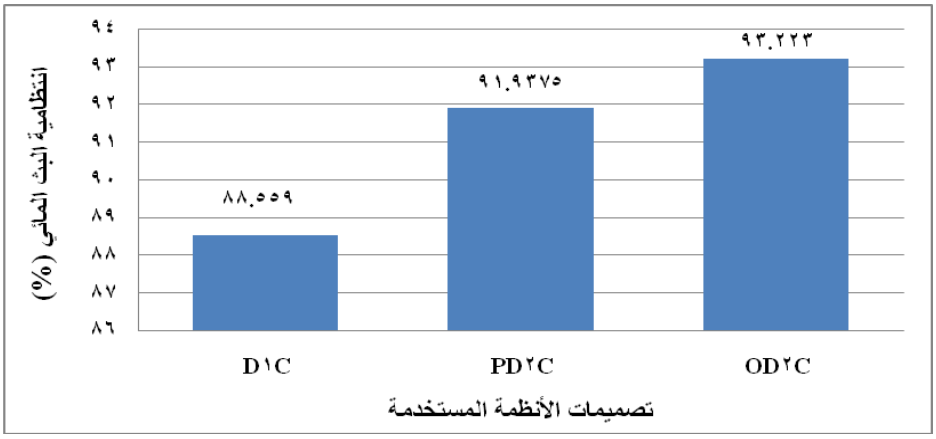
1-1- أثر اختلاف التصميم المغلق للنظام على انتظامية البث المائي

بدراسة تأثير التصميم المغلق للنظام على انتظامية البث المائي (EU)، وجد أن التصميم (C2OD) ذو المدخلين المتضادين للمياه حقق أعلى قيم انتظامية بث مائي (95.595 – 90.851%) وبمتوسط 93.223% ، بينما حقق التصميم (C1D) ذو المدخل الواحد للمياه أقل قيم انتظامية بث مائي (92.9 – 84.218%) بمتوسط 88.559%. وذلك تحت ظروف ضغوط تشغيل (0.8bar، 1، 1.2) وأقطار للخط الفرعي (16،20،25mm) بطول ثابت 90m ولثلاثة أنواع من السريان المائي للنقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar). وكان التصميم (C2PD) ذو المدخلين المتوازيين للمياه قد حقق قيم متوسطة (مقارنة بالنظامين C1D, C2OD) لانتظامية البث المائي (94.447 – 89.428%) وبمتوسط 91.9375% وعند نفس الظروف. والشكل (3) يوضح العلاقة بين انتظامية البث المائي وتصميمات الأنظمة المستخدمة.

هذا يتفق مع نتائج Dalvi et al (1995) حيث وجد أن 55% من أنظمة الري بالتنقيط التي وضعها تحت الدراسة تعطى انتظامية بث مائي % 88 وأكثر.

كما تنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليه Al-Weshali A. M. (2003) فقد بين عند مقارنة التصميم (C2D) ذو اتجاهين لدخول مياه الري بالتصميم (C1D) ذو اتجاه واحد لمياه الري، بأن

التصميم (C2D) قد رفع انتظامية البث المائي إلى % 94.029 ،بينما كانت انتظامية البث المائي للتصميم (C1D) % 90.406 .



شكل (3): يوضح تأثير اختلاف تصميم النظام المغلق على انتظامية البث المائي .

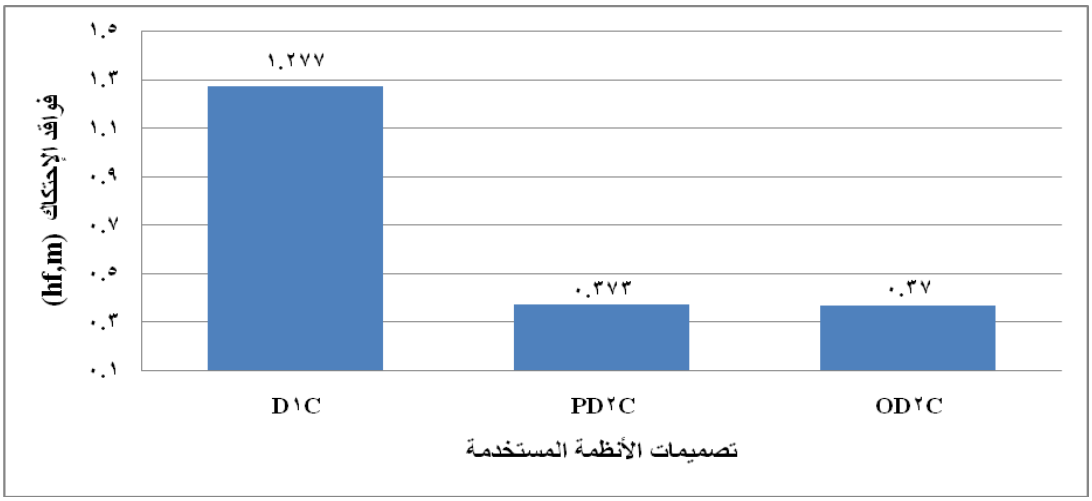
كما تتفق مع نتائج Hassan N. S. H. (2007) حيث وجد عند المقارنة بين نظامين لتوصيل المياه خلال أنظمة الري بالتنقيط (التغذية الفردية والمزدوجة) أن في حالة التغذية المزدوجة يمكن الوصول إلى أعلى نتائج انتظامية بث مائي وتوزيع الضغط والمواد الكيميائية المضافة مقارنة بالتغذية الفردية.

2-1 أثر اختلاف التصميم المغلق للنظام على فاقد الاحتكاك

بينت نتائج تأثير التصميم المغلق للنظام على قيم فاقد احتكاك، أن التصميم (C1D) ذو المدخل الواحد للمياه أعطى أعلى قيم فاقد احتكاك (0.24 m – 2.31) بمتوسط 1.277 m ، بينما حقق التصميم (C2OD) ذو المدخلين المتضادين للمياه أقل قيم لفاقد الاحتكاك (0.075 m – 0.665) بمتوسط 0.37 m، وذلك تحت ظروف ضغوط تشغيل (1.2bar ، 1 ، 0.8) وأقطار للخط الفرعي (25،20،16 mm)، بطول ثابت 90 m ولثلاثة أنواع من السريان المائي للنقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar). وكان التصميم (C2PD) ذو المدخلين المتوازيين للمياه قد حقق قيم متوسطة (مقارنة بالنظامين C1D, C2OD) لفاقد الاحتكاك (0.076 m – 0.67) وبمتوسط 0.373 m تحت نفس الظروف. والشكل (4) يوضح العلاقة بين فاقد الاحتكاك والأنظمة التصميمية المستخدمة .

هذا ينسجم مع ما توصل إليه Al-Weshali A. M. (2003) فقد تبين عند مقارنة التصميم (C2D) ذو الاتجاهين لدخول المياه مع التصميم المفتوح (O1D) ذو اتجاه واحد لمياه الري، بأن التصميم (C2D) قد خفض فاقد الضاغط بالاحتكاك بما يتراوح بين % 70 - 83 مما يترتب عليه رفع انتظامية التوزيع المائي.

كما يتفق مع Pitts et al (1986) حيث وجدوا أن أفضل تصميم عند حساب فاقد الاحتكاك، هو التصميم الذي ينتج عنه أقل قيمة لفاقد الاحتكاك.



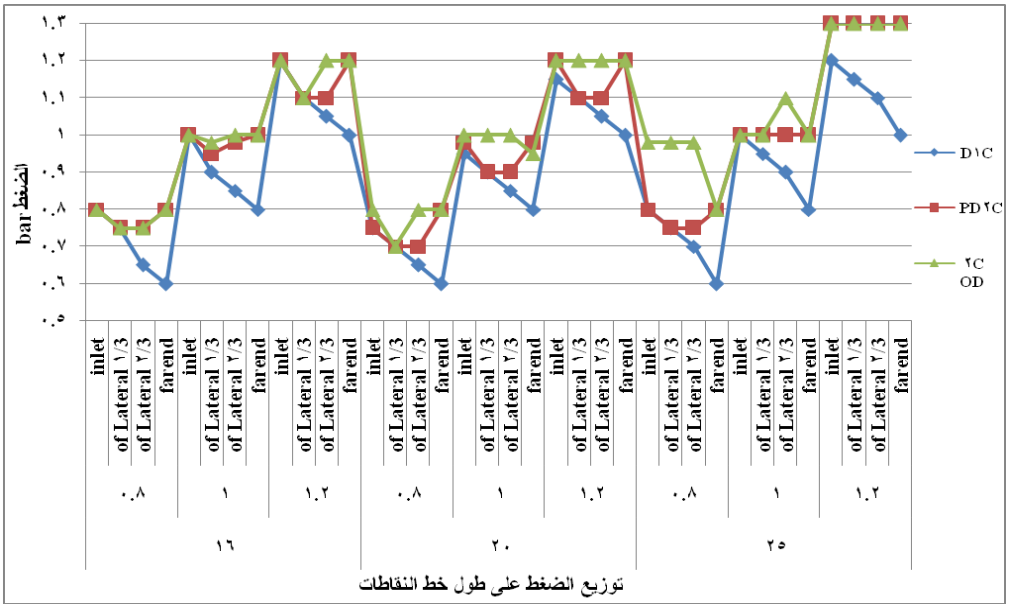
شكل (4): تأثير تصميمات الأنظمة المستخدمة على فواقد الاحتكاك .

1- 3 أثر اختلاف التصميم المغلق للنظام على توزيع الضغط على امتداد الخط الفرعي

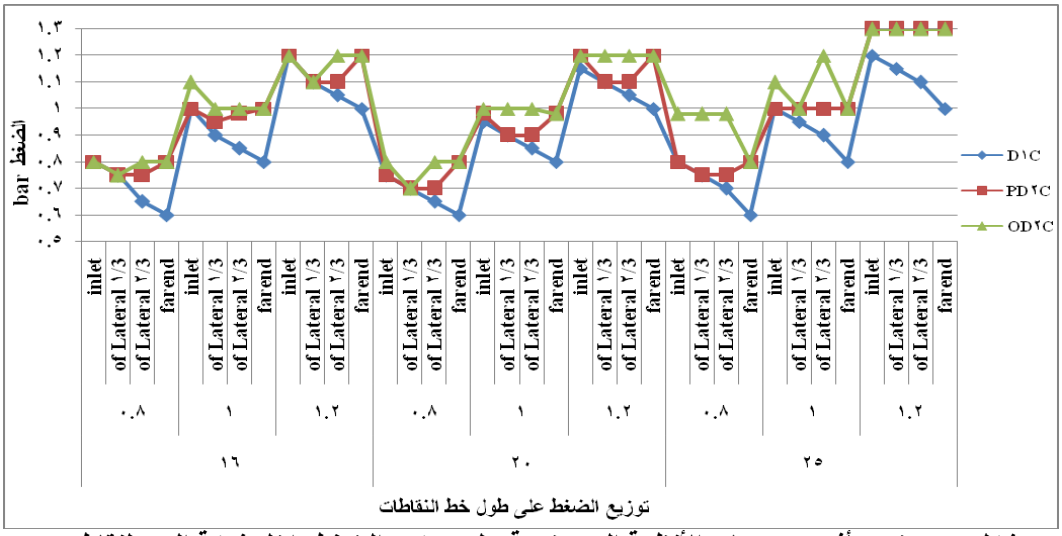
بينت دراسة تأثير التصميم المغلق للنظام على توزيع الضغوط على امتداد الخط الفرعي، بأن التصميم (C2OD) ذو المدخلين المتضادين للمياه حقق أفضل توزيع للضغط على امتداد الخط الفرعي، بينما حقق التصميم (C1D) ذو المدخل الواحد للمياه قيم أقل لتوزيع الضغط على امتداد الخط الفرعي. وكان التصميم (C2PD) ذو المدخلين المتوازيين للمياه قد حقق قيم متوسطة (مقارنة بالنظامين C1D, C2OD) لتوزيع الضغط على امتداد الخط الفرعي. وذلك عند ظروف ضغوط تشغيل (0.8, 1, 1.2 bar) وأقطار للخط الفرعي (16, 20, 25 mm) بطول ثابت m 90 وثلاثة أنواع من السريان المائي للنقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar). والأشكال (5 ، 6، 7) توضح شكل توزيع الضغط على امتداد طول الخط الفرعي للتصميمات المغلقة تحت الدراسة.

هذا ينسجم مع ما توصل إليه Al-Weshali A. M. (2003)، فقد تبين عند مقارنة التصميم (C2D) ذو اتجاهين لدخول مياه الري بالتصميمين المفتوح (O1D) والمغلق (C1D) ذو اتجاه واحد لدخول مياه الري، بأن التصميم (C2D) قد حقق أعلى انتظامية توزيع لقيم الضغط داخل النقاطات على طول خط النقاطات مقارنة بالتصميمين السابقين .

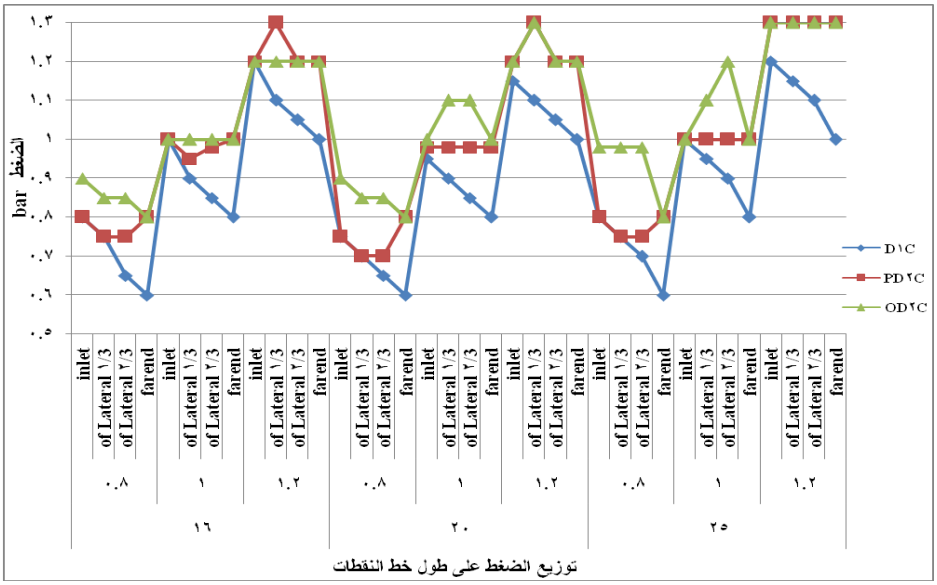
كما تتفق مع نتائج Hassan N. S. H. (2007) حيث وجد عند المقارنة بين نظامين لتوصيل المياه خلال أنظمة الري بالتنقيط (التغذية الفردية والمزدوجة)، بأن في حالة التغذية المزدوجة يمكن الوصول إلى شكل توزيع الضغط المثالي على طول خطوط النقاطات.



شكل (5) يوضح تأثير تصميمات الأنظمة المستخدمة على توزيع الضغط داخل شبكة الري لنقاط (Turbulent) .



شكل(6) يوضح تأثير تصميمات الأنظمة المستخدمة على توزيع الضغط داخل شبكة الري لنقاط (Pressure Compensating)



شكل (7) يوضح تأثير تصميمات الأنظمة المستخدمة على توزيع الضغط داخل شبكة الري

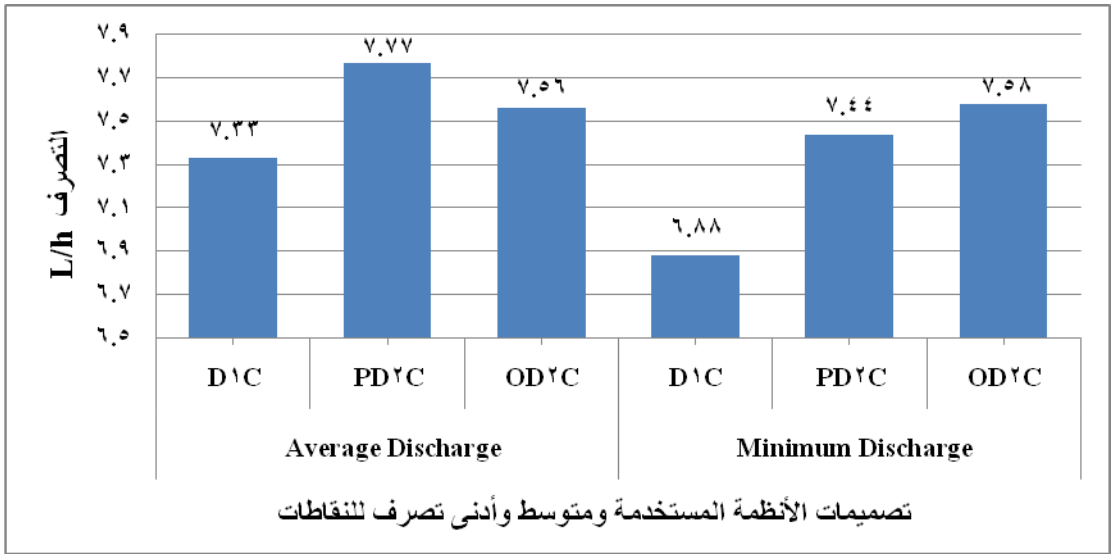
1- 4 أثر اختلاف التصميم المغلق للنظام على متوسط وأدنى تصرف للنقاطات

عند دراسة تأثير التصميم المغلق للنظام على قيم متوسط تصرف للنقاطات، تبين أن التصميم (C2PD) ذو المدخلين المتوازيين للمياه حقق أعلى قيم لمتوسط تصرف النقاطات – 7.93) (7.61 L/h بمتوسط 7.77 L/h، بينما أعطى التصميم (C1D) ذو المدخل الواحد للمياه أقل قيم لمتوسط تصرف النقاطات (6.91 L/h – 7.75) بمتوسط 7.33 L/h وذلك تحت ظروف ضغوط تشغيلية (0.8, 1, 1.2 bar) وأقطار للخط الفرعي (16, 20, 25 mm) بطول ثابت m 90 وثلاثة أنواع من السريان المائي للنقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar). وكان التصميم (C2OD) ذو المدخلين المتوازيين للمياه قد حقق قيم متوسطة (مقارنة بالنظامين C1D, C2PD) لمتوسط تصرف النقاطات (7.25 L/h – 7.87) بمتوسط 7.56 L/hوذلك عند نفس الظروف.

عند دراسة تأثير التصميم المغلق للنظام على قيم أدنى تصرف للنقاطات، تبين أن التصميم (C2OD) ذو المدخلين المتضادين للمياه حقق أعلى قيم لأدني تصرف النقاطات 7.4 – 7.76) (L/h بمتوسط 7. 58 L/h ، بينما أعطى التصميم (C1D) ذو المدخل الواحد للمياه أقل قيم لأدني تصرف النقاطات (6.23 L/h – 7.53) بمتوسط 6.88 L/h .

وذلك عند ظروف ضغوط تشغيلية (0.8, 1, 1.2 bar) وأقطار للخط الفرعي (16, 20, 25 mm) بطول ثابت m 90 وثلاثة أنواع من السريان المائي للنقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar) . وكان التصميم (C2PD) ذو المدخلين المتوازيين للمياه قد حقق قيم متوسطة (مقارنة بالنظامين C1D, C2OD) لأدني تصرف النقاطات 7.18 – 7.7) (L/h بمتوسط 7.44 L/h. وذلك عند نفس الظروف.

ويوضح شكل (8) العلاقة بين متوسط وأدنى تصرف للنقاطات وتصميمات الأنظمة المستخدمة.



شكل (8): تأثير تصميمات الأنظمة المستخدمة على متوسط وأدنى تصرف للنقاطات .

هذا يتفق مع ما توصل إليه Al-Weshali A. M. (2003) فقد تبين عند مقارنة التصميم (C2D) ذو اتجاهين لدخول مياه الري بالتصميمين المفتوح (O1D) والمغلق (C1D) ذو اتجاه واحد لدخول مياه الري، بأن التصميم (C2D) قد أعلى قيم للتصرفين المتوسط والأدنى للنقاطات على طول خط النقاطات مقارنة بالتصميمين السابقين .

كما تتفق مع النتائج التي توصل إليها Vermelren (1987) و Pitts et al (1986) بأن عدم انتظامية التصرف ربما تكون بسبب الاختلاف في الضغط داخل النظام نتيجة لفاقد الاحتكاك في الأنابيب .

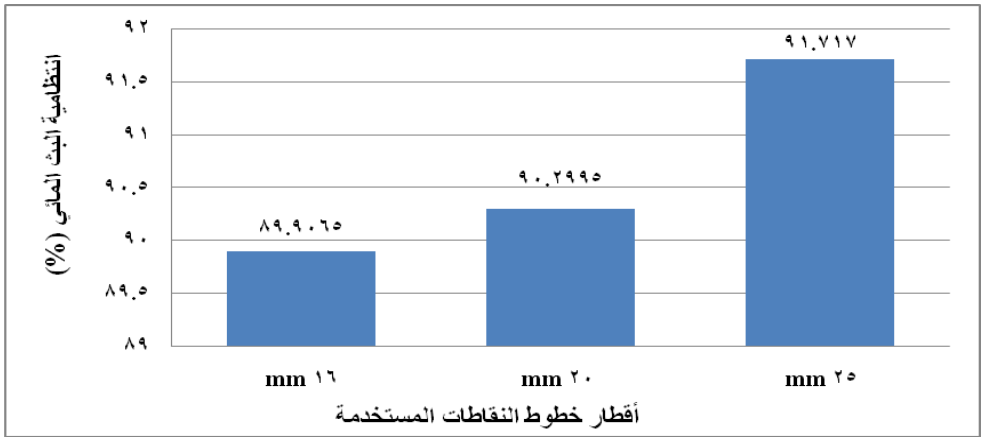
2- قطر الخط الفرعي

1-2 أثر قطر الخط الفرعي على انتظامية البث المائي

بينت نتائج تأثير قطر الخط الفرعي على انتظامية البث المائي، أن القطر 25 mm حقق أعلى قيم لانتظامية البث المائي (88.739% – 94.695) بمتوسط91.717% ، بينما أعطى القطر 16 mm أقل قيم لانتظامية البث المائي (84.218% – 95.595) بمتوسط 89.906% . وذلك للتصميمات (C1D, C2PD, C2OD) وتحت ضغوط التشغيل (0.8, 1, 1.2 bar) وثلاثة أنواع من السريان المائي للنقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar) وبطول ثابت للخط 90 m. وكان القطر 20 mm قد حقق قيم متوسطة لانتظامية البث المائي

(85.41% – 95.189) بمتوسط 90.2995%، تحت ذات الظروف. والشكل (9) يوضح العلاقة بين أقطار الخطوط الفرعية وانتظامية البث المائي.

هذا يتفق مع دراسة Kang and Nishiyama (1996) حيث ذكر أنه يمكن تحسين انتظامية البث أما بتعديل طول الخط الفرعي أو قطره أو كلاهما معاً.



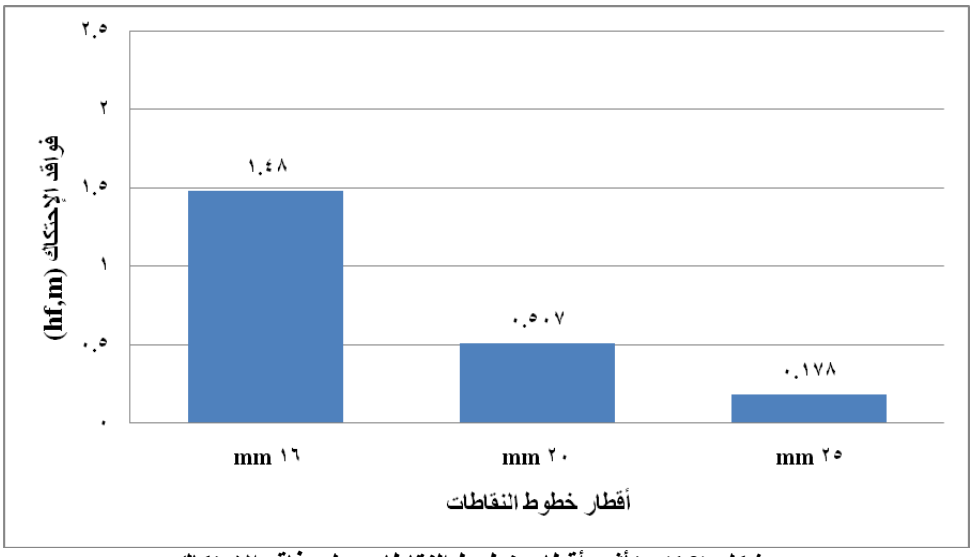
شكل (9): تأثير أقطار خطوط النقاطات على انتظامية البث المائي .

2-2- أثر قطر الخط الفرعي على فواقد الاحتكاك

تبين دراسة تأثير قطر الخط الفرعي على فاقد الاحتكاك ، أن القطر 25 mm حقق أقل قيم لفاقد الاحتكاك (0.28 – 0.075 m) بمتوسط 0.178 m، بينما أعطى القطر 16 mm أعلى قيم لفاقد الاحتكاك (2.31 – 0.647 m) بمتوسط 1.48 m، وذلك للتصميمات (C1D, C2PD,

0.507 m، تحت ذات الظروف. الشكل (10) يوضح العلاقة بين أقطار الخطوط الفرعية وفاقد الاحتكاك. (C2OD وتحت ضغوط التشغيل (0.8, 1, 1.2 bar) وثلاثة أنواع من السريان المائي للنقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar) وبطول ثابت للخط الفرعي 90 m. وكان القطر 20 mm قد حقق قيم متوسطة لفاقد الاحتكاك 0.795) (0.219 m – بمتوسط

وهذا يتفق مع ما ذكره العمود أ. (1997) أن بزيادة قطر الأنبوب يقل فاقد الاحتكاك. ويتفق كذلك مع نتائج Sharaf, G. A. (2004) بأن زيادة طول خط الري يتبعه استخدام أقطار أكبر.

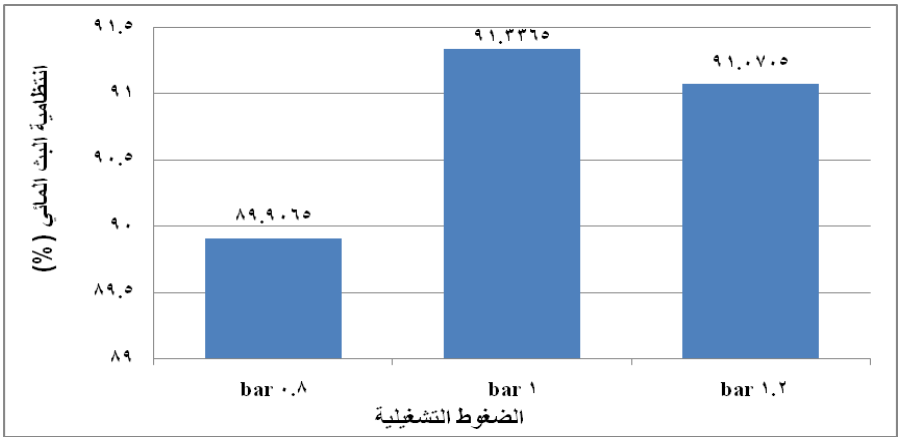


شكل (10): تأثير أقطار خطوط النقاطات على فاقد الاحتكاك .

3- ضغط التشغيل

عند دراسة تأثير ضغط التشغيل على انتظامية البث المائي، وجد أن الضغط التشغيلي (1 bar) حقق أعلى قيم لانتظامية البث المائي (95.491 – 87.182%) بمتوسط 91.3365% ، بينما أعطى الضغط التشغيلي (0.8 bar) أقل قيم لانتظامية البث المائي (94.695 – 84.218%)بمتوسط89.9065% . للتصميمات (C1D, C2PD, C2OD) وبطول ثابت m 90 وثلاثة أنواع من السريان المائي للنقاطات (Turbulent, Pressure Compensating, Laminar) وثلاثة أقطار للخط الفرعي (16, 20, 25 mm) . وكان الضغط التشغيلي (1.2 bar) قد حقق قيم متوسطة لانتظامية البث المائي (95.491 – 86.65%) بمتوسط 91.0705%مقارنة بالضغطيين التشغيليين (1 bar , 0.8) عند نفس الظروف. والشكل (11) يوضح العلاقة بين الضغوط التشغيلية وانتظامية البث المائي.

هذا يتفق مع قول Braud and Soom (1981) أن انتظامية البث تتأثر بخصائص تصرف النقاطات والاختلاف في الضغط في خط النقاطات .

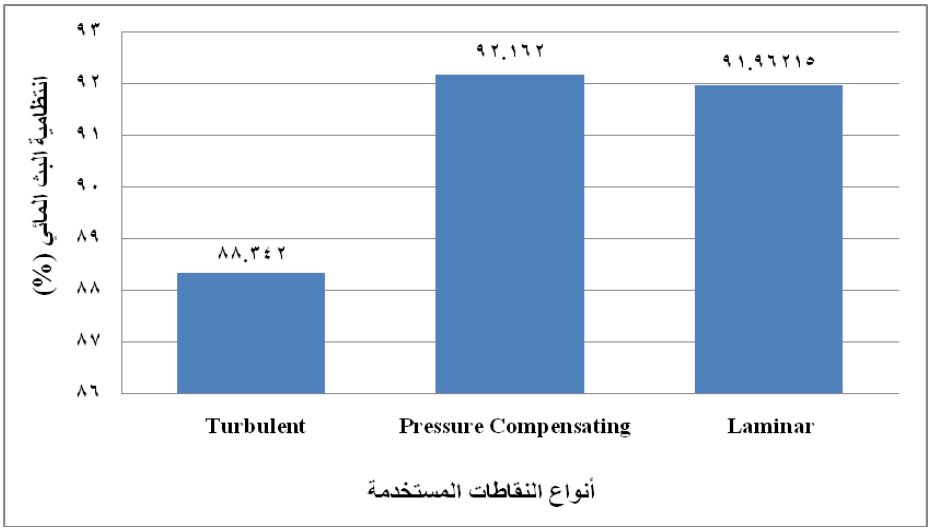


شكل (11): تأثير الضغوط التشغيلية على انتظامية البث المائي .

4- <u>أنوع السريان المائي للنقاطات</u>

وجد من دراسة تأثير أنواع السريان المائي للنقاطات على انتظامية البث المائي، أن النقاط (Pressure Compensating) حقق أعلى قيم لانتظامية البث المائي – 95.595) (88.729%بمتوسط % 92.162، بينما أعطى النقاط (Turbulent) ذو السريان المضطرب أقل قيم لانتظامية البث المائي (84.218% – 92.466) بمتوسط 88.34% . وذلك للتصميمات (C1D, C2PD, C2OD) وتحت ضغوط التشغيل (0.8, 1, 1.2 bar) وبطول ثابت 90 m وأقطار (16, 20, 25 mm) لخطوط النقاطات. حقق النقاط (Laminar) ذو السريان الرقائقي قيم متوسطة لانتظامية البث المائي (86.8272% – 94.1602) بمتوسط 91.96215% مقارنة بالنقاطان (Pressure Compensating , Turbulent) وتحت ذات الظروف. الشكل (12) يوضح العلاقة بين أنواع النقاطات وانتظامية البث المائي.

وهذا يتفق مع نتائج (Hassan, N. S. H. 2007) التي توضح أن لمعامل الاختلاف لتصنيع النقاطات (Cv) تأثير هام على انتظامية التوزيع في نظام الري بالتنقيط ، فتتناقص الانتظامية بزيادة معامل الاختلاف (Cv) ومع تغير قيم (Cv) للنقاطات تتغير كل من (Eu, Us, qvar) ، لذلك يفضل استخدام النقاطات ذات السريان المضطرب وذاتية التنظيم لانخفاض قيم (Cv) لها وارتفاع قيم الانتظامية بعكس النقاطات ذات السريان الرقائقي (الطبقي) .



شكل (13): تأثير أنواع السريان المائي للنقاطات على انتظامية البث المائي .

الاستنتاجات

- حقق التصميم (C2OD) أعلى قيم لانتظامية البث المائي وكذا لأدنى تصرف للنقاطات وأقل قيم لفاقد الضاغط بالاحتكاك بمتوسطات (93.223% , 7.58 L/hr , 0.37 m) وأفضل توزيع للضغط التشغيلي داخل شبكة الري، مقارنة بالتصميمين (C1D , C2PD) (1.277 m , 6.88 L/hr , 88.559% – 0.373 m , 7.44 L/hr , %91.9375) على التوالي .
- حقق القطر 25 mm أعلى قيم لانتظامية البث المائي وأقل قيم لفاقد الضاغط بالاحتكاك (0.178 m , 91.717%)، مقارنة بالقطرين (16 mm , 20) (0.507 m , 90.2995% –1.48 m , 89.9065%) على التوالي.
- الضغط التشغيلي 1 bar أعطى أعلى قيم لانتظامية البث المائي (91.3365%)، مقارنة بالضغطين (0.8 bar , 1.2) (91.0705–89.9065%) على التوالي. فسر تفوق ضغط التشغيل 1 bar على ضغط التشغيل 1.2bar في انتظامية البث المائي إلى وضوح التأثير السلبي لمعامل خشونة الجدار الداخلي للأنبوب عند رفع الضغط إلى 1.2bar نتيجة لزيادة سرعة الماء وبالتالي زيادة قيم فاقد الاحتكاك وانخفاض انتظامية البث.
- النقاط (Pressure Compensating) أعطى أعلى قيم لانتظامية البث المائي (92.162%)، مقارنة بالنقاطان (Turbulent , Laminar) (88.342– 91.96215%) على التوالي. فسر تفوق نتائج النقاط Laminar على النقاط Turbulent لانخفاض قيمة معامل الاختلاف التصنيع للنقاط Laminar مقارنة بالنقاط Turbulent.

التوصيات

- استخدام النظام التصميمي (C2OD) عند ضرورة استخدام خطوط فرعية طويلة والرغبة في الحصول على انتظام بث عالي.
- استخدام أقطار بين (20 mm ، 25) خاصة مع الخطوط الفرعية الطويلة، كون فاقد الضاغط بالاحتكاك الناتج عنها أقل وانتظامية البث المائي لها عالية.
- استخدام الضغط التشغيلي 1 bar لأنه حقق قيم عالية لانتظامية البث المائي مع إمكانية خفض تكاليف الطاقة.
- استخدام النقاط (Pressure Compensating) المنظم للضغط، لأنه لا يتأثر باختلاف الضغط داخل شبكة الري وحقق انتظامية بث مائي عالية. مع ضرورة التحقق من انخفاض قيمة معامل اختلاف التصنيع للنقاطات لضمان انتظام بث عالي.
- إجراء دراسة لبيان الجدوى الاقتصادية للتصميمات المغلقة لأنظمة الري بالتنقيط المستخدمة ، بالمقارنة بين تكاليف الإنشاء والتشغيل مع العائد المادي من الإنتاجية لكل منهما.

REFERENCES

العمود أ. (1997) نظم الري بالتنقيط ، جامعة الملك سعود ، المملكة العربية السعودية الشيباني.

سعيد (2006) الموارد المائية تقنياتها واستخداماتها ، الموارد المائية السطحية ، الهيئة العامة للموارد المائية .

Aeronaut, M. A. I. (1998): Hydraulic Characteristics of Some Emitters and Lateral Line. 6th Conference of Misr Society. Agri. Eng. 21-22 October: 91-100.

AL-Weshali, A. M. (2003): Engineering Studies for Increasing Drip Irrigation Systems Performance. D.PH., Depart. of Agri. Eng., Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt.

Amer, K. H. (2005): Trickle Irrigation Evaluation and Schedules. Misr J. Ag. Eg. July, 22(3): 899-922.

ASAE Standard: ASAE S435 (1996): Polyethylene Pipe Used for Micro Irrigation Lateral.

Bralts, F. Vincent. and Donald M. Edward, (1986): Field Evaluation of Drip Irrigation Submain Units. Transaction of ASAE, Vol. 29(6): 1659 – 1664.

Braud, Harry J. and Amin M. Soom, (1981): Trickle Irrigation Design on Sloping Fields. Transaction of ASAE, 941 – 944.

Dalvi, V. B., G. U. Satpute, M. N. Pawade and K. N. Tiwari (1995): Growers' Experiences and on-farm Micro Irrigation Efficiencies.

Micro Irrigation for Changing the World {International Micro Irrigation Congress} Published by ASAE. (775 – 780).

De Paco, J. L. (1995): Friction Head Losses in Drip Irrigation Manifold for Trapezoidal Shape Subunits. Micro Irrigation for Changing the World {International Micro Irrigation Congress} Published by ASAE.

Hassan, N. S. H. (2007): Evaluation of Trickle Irrigation Designs Based on Uniformity Concept. M.SC. Depart. of Agri. Eng. Faculty of Agricultural, Ain Shams University Egypt.

Kang, Y., and S. Nishiyama (1996a): Analysis and design of Micro Irrigation Laterals. Journal of Irrigation and Drainage Engineering of the ASCE Vol. 122(2): (75 – 82).

Madramootoo, F. C. and M. Rigby (1987): Hydraulic Performances of Five Different Emitters. Canadian Agri. Eng.

Pitts, Donald J., James A. Fergnson and Rodney E. Wright (1986): Trickle Irrigation Lateral Line Design. Transaction of ASAE. Vol. 29(5): 1320 – 1324.

Rashaid M. A. (1997): Hydraulics and Evaluation Study of Trickle Irrigation System. M.SC. Agric. Mech. Soil and Water Dept. Fac. of Agric. Suez Canal University. Egypt -85.

Sharaf, G. A. (2004): A Study of Water Distribution Uniformity of Micro-Irrigation Subunit. Misr J. Agr. Eng., January, 21(1): 103 – 124.

Sharaf, G. A., T. K. Zin El- Abedin and S. M. Ismail (1996): Subsurface Dripper Line Irrigation System: I. Hydraulic Analysis. Misr J. Agr. Eng., 13(3), July: (575 – 588).

Vermelren, L. and G. A. Gobling (1987): Localized Irrigation. FOA (36) Irrigation and Drainage Paper (36) Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Wu, I. P. and J. Barragan (2000): Design Critical for Micro Irrigation Systems. Transaction of ASAE, Vol. 43(5): 1145 – 1154.

ENGLISH SUMMARY

IMPROVEMENT OF EMISSION UNIFORMITY FOR DRIP IRRIGATION SYSTEMS OF CLOSED DESIGNS

Adel Mohamed. T. AL-weshali[1] Abdullah Mohamed Yayah[2] Ahmed AL-Moayyad[3]

A practically study had been effectuated in the farm of faculty of agriculture – sana'a university. It aim to improve the drip irrigation system's emission uniformity of closed designs (C1D, C2PD, C2OD), for deferent lateral sizes (14, 18, 22mm of ID), using various in emitter flow types (Turbulent, Laminar, PC), under three operating pressure (0.8, 1.0, 1.2 bar). Number of laterals was 9 of 90m length and 1m of lateral spacing, where the flow rate for all emitters was constant (8.0l/h) and emitters spacing along the same lateral line was 0.5m. The results shows that:

1. The closed design system (C2OD) record the highest value of emission uniformity (average of 93.223%), comparing with closed design systems (C2PD, C1D) of 91.9375 and 88.559% average emission uniformity respectively.
2. The closed design system (C2PD) represented the best pressure distribution along the lateral length comparing with C2PD and C1D closed system designs.
3. The closed design system C1D record the highest friction head losses of 1.277m in average, comparing with closed design systems C2OD and C2PD (0.37 and 0.373m respectively).
4. The closed design system C2OD results the highest average emitter discharge value of 7.77L/h, comparing with closed system designs C2PD and C1D that recorded average emitter discharge values of 7.56 and 7.33 L/h respectively.
5. The closed design system C2OD increases the value minimum emitter discharge to 7.58L/h, where the closed design systems C2PD and C1D recorded 7.44 and 6.88L/h respectively.
6. The lateral size of 22mm ID record the lowest friction head losses of 0.178m (0.507 and 1.48m for C2PD and C1D respectively) that

resulting in highest emission uniformity of 91.717% comparing with 90.2995 and 89.9065 for C2PD and C1D design systems respectively.

7. The operating pressure of 1 bar results the highest emission uniformity of 91.3365 comparing with 1.2 and 0.8bar of 91.0705 and 89.9005 emission uniformity percentage respectively.
8. The pressure compensating emitter record the highest value of emission uniformity (92.9162%) comparing with turbulent and laminar flow emitters of 91.6215% and 88.342% respectively.