مجلة العلوم البحتة والتطبيقية
Journal of Pure & Applied Sciences
www.Suj.sebhau.edu.ly ISSN 2521-9200
Received 30/3/2016 Revised 29/7/2017 Published online 18/9/2017

تقييم بعض أنواع الـــمُنقِّطات المستوردة الشائع إستخدامها في نُظم الري بالتنقيط في ليبيا

علي عثمان الغصني
قسم التربة والمياه–كلية الزراعة–جامعة عمر المختار، ليبيا
للمراسلة: aoalghusni@yahoo.com

الملخص تم في هذه الدراسة تقييم أربعة أنواع من الـــمُنقِّطات نُقطيّة المصدر (Point-source emitters) مستوردة من مصادر مختلفة ، حيث تم إختبار 50 منقط جديد من كل نوعية من الـــمُنقِّطات لغرض تقييمها من حيث جودتها للإستخدام في أنظمة الري بالتنقيط. تهدف هذه الدراسة بشكل خاص إلي تحديد مُعامل الإختلاف التصنيعي (Coefficient of manufacturing variation) واستخدامه كمعيار لتقييم عينة الـــمُنقِّطات المستوردة التي شملتها هذه الدراسة. شملت هذه الدراسة نوع واحد من الـــمُنقِّطات التي تُركّب في أنبوب الخط الفرعي (In-line emitters) مستوردة من مصر وثلاثة أنواع من الـــمُنقِّطات التي تُركّب على جدار أنبوب الخط الفرعي On-line emitters) مستوردة من مصر وإيطاليا واليونان. تم تحديد مُعامل الإختلاف التصنيعي لعينات الـــمُنقِّطات المختارة وذلك بقياس تصريفاتها في المعمل عند تشغيلها علي ضغط ثابت. كما تم أيضا تقدير أُس التصريف "x" لعينة من كل نوعية من الـــمُنقِّطات المستهدفة في هذه الدراسة. أظهرت نتائج هذه الدراسة إن مُعامل الإختلاف التصنيعي مرتفع في كل من نوعية الـــمُنقِّطات المصرية الصُنع التي تُركّب في الأنبوب ونوعية الـــمُنقِّطات اليونانية التي تُركّب على جدار الأنبوب فكان 0.32 للـــمُنقِّطات المصرية و 0.23 للـــمُنقِّطات اليونانية بينما كان مُعامل الإختلاف التصنيعي للـــمُنقِّطات الإيطالية التي تُركّب على جدار الأنبوب يساوي 0.11 وكان مُعامل الإختلاف التصنيعي 0.15 للـــمُنقِّطات المصرية التي تُركّب على الأنبوب. وحسب المعايير القياسية الهندسية التي تطبقها جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية والتي تعتمد علي مُعامل الإختلاف التصنيعي فإن نوعية الـــمُنقِّطات التي تُركّب في الأنبوب (المصرية) ونوع واحد (الـــمُنقِّطات اليونانية) من التي تُركّب علي الأنبوب غير مقبولة ولا ينصح باستخدامها بسبب زيادة مُعامل الإختلاف التصنيعي لها عن الحدود المقبولة (0.15). بينما يقع مُعامل الإختلاف التصنيعي في النوعيتين الأخريين من الـــمُنقِّطات التي تُركّب على جدار الأنبوب في مدي من ردئ إلى ما دون المتوسط وبالتالي يمكن قبول استخدامهما في أنظمة الري بالتنقيط. كما بيّنت النتائج أن أُس التصريف "x" لنوعية الـــمُنقِّطات التي تُركّب في الأنبوب يساوي 0.63 ، ويشير إرتفاع أُس التصريف "x" لهذه النوعية الي توقع إختلافات مرتفعة نسبياً في التصريف عند حدوث تذبذب في ضغط التشغيل. أما الـــمُنقِّطات التي تُركّب على جدار الأنبوب فكان أُس التصريف "x" يساوي 0.4 في الـــمُنقِّطات المستوردة من اليونان و 0.31 في الـــمُنقِّطات المستوردة من إيطاليا و 0.43 في الـــمُنقِّطات التي تُركّب علي الخط ومستوردة من مصر. بناءً علي أُس التصريف "x" لهذه النوعيات يمكن أن نستنتج أنه يمكن أن تحدث تغيرات منخفضة نسبياً في تصاريف نوعية الـــمُنقِّطات الـــمُختبرة التي تُركّب على الخط بسبب تغيرات ضغط التشغيل وهذا نتيجةً لإنخفاض أُس التصريف لهذه النوعية من الـــمُنقِّطات.

الكلمات المفتاحية: الـــمُنقِّطات ، موزعات الماء، الري الموضعي، الري بالتنقيط، مُعامل الإختلاف التصنيعي.

Evaluation of various types of imported emitters used in drip irrigation systems in Libya

Ali O. Alghusni
Department of Soil and Water, Faculty of Agriculture, Omar Al-Mukhtar University, El-Beida, Libya
Corresponding author: aoalghusni@yahoo.com

Abstract This study was carried out to evaluate various types of imported emitters used in drip irrigation systems in Libya. Two types of point source emitters were evaluated; namely on-line emitters and in-line emitters. One model of the in-line emitters were evaluated. The evaluated model of the in-line emitters were manufactured in Egypt. In this model, the emitters were designed to be attached to the lateral tube line from two sides. Three models of on-line emitters were tested in this study. The evaluated models of on-line emitters were manufactured in Egypt, Greece, and Italy. A sample of fifty new emitters from each model were tested in laboratory. Each emitter was operated alone for twenty minutes at a reference pressure head of 10.7 meters. The discharged water from each emitter was collected and measured. The coefficient of manufacturing variation for each sample was calculated from the discharge data (converted to liter per hour) of the samples. To determine emitter discharge exponent for each sample, two emitters of each type were operated (alone) at

two different pressure heads; namely 2 and 5 meters. The results showed that the coefficient of manufacturing variation was 0.32 for the in-line Egyptian emitters and 0.23, 0.15 and 0.11 for the Greek, Egyptian and Italian on-line emitters, respectively. According to the American Society of Agricultural Engineers, the in-line Egyptian emitters and the Greek on-line emitters can be classified as unacceptable whereas the on-line emitters were classified as marginal and poor quality for Italian and Egyptian on-line emitters, respectively. This classification rely on emitter coefficient of manufacturing variation which was determined in this study. The emitter discharge exponents were 0.63 for the Egyptian in-line emitters and 0.43, 0.40 and 0.31 for the on-line emitters imported from Egypt, Greece and Italy, respectively. Therefore, it can be concluded that the discharges of the on-line tested emitters are less sensitive to variation in operating pressure than the in-line Egyptian emitters. This is due to low emitter discharge exponents of the on-line emitters.

Keywords: coefficient of manufacturing variation, drip irrigation systems, emitters, water distributers.

المقدمة:

الري بالتنقيط عبارة عن إضافة الماء على شكل قطرات أو تدفُّق بطيء في موقع النبات إما على سطح التربة أو تحت سطحها بواسطة موزعات للماء تسمى الـــمُنقِّطات التي لها أنواع عديدة وتصريفات وأشكال مختلفة [1][3] والـــمُنقِّطات ذات أهمية كبيرة في نظام الري بالتنقيط والبعض يعتبرها قلب نظام الري بالتنقيط [4] و [5]. الـــمُنقِّط أو موزع الماء عبارة عن أداة يتم عن طريقها تصريف المياه بمعدل مناسب. يثبت الـــمُنقِّط على أنبوب الخط الفرعي (أنبوب التنقيط) أو بداخله كجزء منه ويسمح الـــمُنقِّط بجريان صغير على شكل قطرات منفصلة أو متصلة أو تدفُّق منخفض [6]، ويوجد في الوقت الحاضر أنواعٌ كثيرة من الـــمُنقِّطات صُنِّعت بأشكالٍ وأحجامٍ وخصائصٍ مختلفة. مهمة الـــمُنقِّطات هي خفض ضغط الماء المتدفق خلالها إلى الضغط الجوي عند خروجه إلى التربة، وبذلك فالـــمُنقِّطات هي أدوات لتصريف المياه يتم من خلالها تبديد (خفض) ضغط الماء المار بها إلى الضغط الجوي وتتم عملية الخفض أو التبديد بطُرقٍ تميز كل نوع من المنقطات. ويتناسب معدل التدفُّق من فتحة الـــمُنقِّط طرديا مع قُطر الفتحة. تُصنّف الـــمُنقِّطات على أُسُسٍ عديدة منها طريقة الربط بالخط الفرعي وعلى هذا الأساس إما أن تُركّب الـــمُنقِّطات على جدار أنبوب الخط الفرعي وفي هذه الحالة تسمي (On-line emitters) وإما أن تُركّب الـــمُنقِّطات في أنبوب الخط الفرعي وكأنها جزءٌ منه وفي هذه الحالة تسمي (In-line emitters) وفيها تمُر كل المياه المتدفقة في الخط من خلال المنقطات. كما تُصنّف الـــمُنقِّطات حسب نظام تدفُّق المياه بداخلها تبعاً لرقم رينولد (Reynolds number) وعلي هذا الأساس تُقسّم الـــمُنقِّطات الي ثلاثة أنواع وهي مُنقِّطات التدفُّق الطبقي ومُنقِّطات التدفُّق المضطرب ومُنقِّطات التدفُّق غير المستقر [3]. كما تُصنّف الـــمُنقِّطات حسب الآلية التي يتم بها تبديد الضغط وعلي هذا الأساس تقسم الـــمُنقِّطات إلي مُنقِّطات المسار الطويل ومُنقِّطات الفوّهة والـــمُنقِّطات الدوّامية والـــمُنقِّطات ذاتية الغسيل والـــمُنقِّطات المعادلة للضغط، وعندما تكون مخارج المياه (الـــمُنقِّطات) علي مسافات متباعدة يطلق عليها مُنقِّطات نُقطيّة المصدر (Point-source emitters) وعندما تكون مخارج المياه (الـــمُنقِّطات) علي مسافات متقاربة يطلق عليها مُنقِّطات خطّية المصدر (Line-source emitters) [1] [3].

ينتج عن تصنيع الـــمُنقِّطات إختلافات بينها ويعتبر تصنيع منقطين متماثلين تماماً من الناحية العملية أمراً صعباً إن لم يكن غير ممكناً، لأن قُطر مجرى الماء داخل الـــمُنقِّط صغير جداً ويصعب تصنيعه بدقة حيث إن قُطر هذا المجري عادةً لا يزيد عن 2 ملليمتر [5] [7] ،فيجب صناعة الـــمُنقِّطات بدقة متناهية لأن أي إختلافات صغيرة جدّا في قُطر ممر الماء داخل الـــمُنقِّطات وخشونة سطحه وشكله ينتج عنه إختلافاً كبيراً نسبياً في تصريف المُنقِّطات عند تشغيلها عند نفس الضغط. ويعتمد حجم الفروقات في قُطر ممر الماء داخل الـــمُنقِّط على تصميم الـــمُنقِّط والمواد المستخدمة في التصنيع وعمليات التصنيع ودقتها [8] [9]. وتتجلّي دِقّة التصنيع في وجود إختلافات صغيرة جداً في ذلك القُطر مما ينتج عنه الحصول على تصريفات متقاربة جداً لجميع الـــمُنقِّطات عند تشغيلها عند ضغط ثابت. قد تبدوا الـــمُنقِّطات متشابهه تماماً في الأبعاد والخصائص ولكن اختلافاً طفيفاً غير ظاهرٍ وغير ملحوظ في تصنيع مُنقطات من نفس النوع والحجم قد يؤدي إلي إختلافات وتغيرات كبيرة في تصريفاتها بين نقطة وأخرى في الحقل [10]، وقد بيَّن Solomon و Keller [11] إن الإختلافات في تصريفات الـــمُنقِّطات الناتجة عن تصنيعها ذات أهمية أكبر من الفواقد الهيدروليكية. يُعبَّر إحصائيا عن الإختلافات المتوقعة في تصاريف الـــمُنقِّطات الناتجة عن عدم الدقة في التصنيع بما يعرف بمُعامل الإختلاف التصنيعي (Coefficient of manufacturing variation) [8] [12] [13]، ويقدر هذا الـــمُعامل من تصاريف مقاسه لعينة من الـــمُنقِّطات الجديدة من نفس النوع لا يقل عددها عن 50 منقط على أن تقاس هذه التصاريف عند ظروف قياسية ثابتة من الضغط ودرجة الحرارة [3]. وتتجه الإختلافات الناتجة عن التصنيع إلى أن تتوزع طبيعياً حول قيمة متوسطها، وبذلك من المنطقي معاملة الإختلافات المتوقعة في معدل تصاريف الـــمُنقِّطات عند ضغط

معين كانعكاس لتوزيع طبيعي [5]. ويمكن حساب مُعامل الإختلاف التصنيعي من العلاقة التالية [3]:

$C_v = SD / q_a$ ..... (1)

حيث إن C_v هو مُعامل الإختلاف التصنيعي و q_a هو متوسط تصريف كل المُنقّطات في العينة و SD هو الإنحراف المعياري لتصريفات عينة المُنقّطات المُختبرة عند ضغط قياسي ويُحسب الإنحراف المعياري كالتالي [3]:

$$SD = \sqrt{\frac{q_1^2 + q_2^2 + ... + q_n^2 - nq_a^2}{n-1}} \text{ ----------(2)}$$

حيث إن q_1 هو تصريف المُنقّط رقم 1 و q_2 هو تصريف المُنقّط رقم 2 و q_n هو تصريف المُنقّط رقم n حيث n عدد المُنقّطات المستخدمة في الإختبار.

أظهرت نتائج أُجريت على أنواع من المُنقّطات أن المُنقّطات ذات الممر الطويل لها مُعامل إختلاف يتراوح بين 2–10 % إعتماداً على التصريف وفي بعض الحالات يصل مُعامل الإختلاف إلى 20% بينما في المُنقّطات ذات الفتحات يتراوح مُعامل الإختلاف بين 2–7 % [5] [13]. يمكن أن يكون التباين في تدفُّق المُنقّطات بسبب الإختلافات الناتجة عن التصنيع أكثر أهمية حتى من التباين في تدفُّق المُنقّطات بسبب إختلافات الضغط داخل شبكة الأنابيب لأن مُعامل الإختلاف التصنيعي قد يصل إلى 20 %. ولذلك من المهم جداً معرفة مُعامل الإختلاف التصنيعي عند إختيار المُنقّطات [5] ويمكن تصنيف الإختلافات الناتجة عن تصنيع المُنقّطات وفقاً لمُعامل الإختلاف التصنيعي كما هو مبين في جدول (1).

جدول 1: تصنيف مُعامل الإختلاف التصنيعي للمُنقّطات (جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية [18])

تصنيف جودة المنقط	مُعامل الاختلاف التصنيعي لمُنقّطات نُقطيّة المصدر	مُعامل الاختلاف التصنيعي لمُنقّطات خطّية المصدر
ممتاز Excellent	أقل من C_v0.05	أقل من C_v0.1
متوسط Average	> 0.05 Cv 0.07 >	> 0.1 Cv 0.2 >
دون المتوسط Marginal	> 0.07 Cv0.11 >	
رديء Poor	> 0.11 Cv 0.15 >	> 0.2 Cv 0.3 >
مرفوض Unacceptable	أكبر من Cv0.15	أكبر من Cv0.3

يُفترض أن تُزوِّد الشركات المُصنّعة المستخدمين والمصممين بالمعلومات الفنيّة عن منتجاتها لتسهيل عمليات تصميم وإدارة أنظمة الري بالتنقيط، وتشمل المعلومات المطلوبة فواقد الطاقة في الأنابيب ومُعامل الإختلاف التصنيعي وكذلك علاقة الضغط بالتصريف بالنسبة للمُنقّطات. ولكن في الواقع لا تتوفر عند المُوردين المحلّيين أي معلومات من هذا النوع عن المُنقّطات المستوردة ولذلك من المهم توفير هذه المعلومات ووضعها في مُتناول المصممين والمختصين بإدارة أنظمة الري بالتنقيط. الغرض من هذه الدراسة هو تقييم بعض أنواع المُنقّطات نُقطيّة المصدر المستوردة الشائع إستعمالها في أنظمة الري بالتنقيط في ليبيا وتزويد المصممين والمستخدمين بمعلومات عن هذه المنتجات ، وتهدف هذه الدراسة بشكلٍ خاص إلى تحديد مُعامل الإختلاف التصنيعي لهذه النوعية من المنقطات.

هيدروليكية المُنقّطات :

تعتمد الخصائص الهيدروليكية للتدفُّق داخل المُنقّط على طبيعة التدفُّق بالدرجة الأولى، وأهم الخصائص الهيدروليكية في تصميم منظومة الري بالتنقيط هي العلاقة بين تصريف المُنقّط وضغط التشغيل، ويمكن التعبير عن هذه العلاقة في معظم أنواع المُنقّطات والرّشاشات الصغيرة التي لها مقطع ثابت بالمعادلة التالية [3]:

$$q_e = k_d H^x \text{ ----------(3)}$$

حيث إن q_e هو معدل تدفُّق المُنقّط أو تصريف المُنقّط (لتر/ساعة) و K_d هو ثابت التناسب الذي يميّز كل مُنقط ويعتمد علي حجم وشكل فتحة المُنقّط ويسمى مُعامل تصريف المُنقّط (Emitter discharge coefficient) و H هو ضغط التشغيل عند المُنقّط (بالمتر) و "x" هو أُس تصريف المنقط (Emitter discharge exponent) الذي يميز نظام الجريان وعلاقة الضغط بالتصريف للمنقط. يمكن تقدير قيمتي "x" و K_d بيانياً عن طريق قياس ميل خط العلاقة بين ضغط التشغيل والتصريف علي ورق لوغاريتمي كامل أو تحليلياً من تصريف المُنقّط عند ضغطي تشغيل مختلفين حسب المعادلة التالية [3]:

$$x = \log (q_1/q_2)/\log (H_1/H_2) \text{ ------ (4)}$$

حيث q_1 تصريف المُنقّط عند ضغط تشغيل H_1 و q_2 تصريف المُنقّط عند ضغط تشغيل H_2.

قيمة "x" تُميّز نظام جريان الماء في المُنقّط ، فإذا كانت قيمة "x" منخفضة فينتج عن ذلك تغيرات بسيطة في تصريف المُنقّط بسبب التغيرات في الضغط، أما إذا كانت قيمة "x" مرتفعة فينتج عن ذلك تغيرات كبيرة في تصريف المُنقّط كنتيجة لتغيرات طفيفة في الضغط [1] [4] [14]، مُنقّطات الفتحة غير التعويضية

والرشاشات الصغيرة لها تدفُّق إضطرابي كامل وتكون قيمة أُس التصريف "x" تساوي 0.5، وفي الـمُنقِّطات التعويضية تكون قيمة "x" تساوى الصفر، ولكن في مُنقِّطات الممر الطويل تكون قيمة "x" بين 0.7 و 0.8 بينما في الـمُنقِّطات الدّوّامية تكون قيمة "x" 0.4. لقيمة أُس التصريف أهمية كبيرة في تصميم الخطوط الفرعية والوحدات الـصغيرة (subunits). فمن الناحية العملية كلما كانت قيمة "x" منخفضة كلّما يسمح ذلك باستعمال خطوط فرعية أطول أو إستخدام خطوط بأقطار أصغر [14] [15]. تعتمد انتظامية منظومة الري بالتنقيط علي الإختلافات في تدفُّق الـمُنقِّطات علي طول الخط العرضي الذي يتأثر بشكل أساسي بالتصميم الهيدروليكي لنظام الري بالتنقيط والإختلافات الناتجة عن تصنيع الـمُنقِّطات ودرجة الحرارة والانسداد. يمكن إعتبار أن الإختلافات الناتجة عن درجة الحرارة ضئيلة ويمكن إهمالها وكذلك الإختلافات الناتجة عن الانسداد يمكن التحكم فيها وبالتالي إهمالها وفي هذه الحالة فإن الإختلافات في تصريف الـمُنقِّطات ينتج عن الإختلافات في التصنيع والتصميم الهيدروليكي فقط [12] وبناءً علي ذلك تعتمد انتظامية (تناسق) توزيع المياه في منظومة الري بالتنقيط إعتماداً جزئياً على مدى تماثل الـمُنقِّطات الـمُصنعة من حيث تطابق أقطار ممرات المياه بداخلها. والإختلافات الناتجة عن التصنيع لها تأثير حرج علي كفاءة منظومة الري بالتنقيط [6] وتعد معرفة كفاءة نظام الري ضرورية حتى يمكن إيجاد العلاقة بين كميات الري الصّافية والإجمالية التي يمكن إضافتها إلي منطقة الجذور.

المواد وطرق البحث:

أُجريت في هذه الدراسة إختبارات معملية لتحديد مُعامل الإختلاف التصنيعي وأس التصريف لعينات من الـمُنقِّطات نُقطيّة المصدر (point-source emitters) مستوردة من مصر واليونان وإيطاليا ، فكانت المجموعة الأولي من الـمُنقِّطات المختبرة مصرية الصُنع (شكل 1) تُركّب في أنبوب الخط الفرعي (In-line emitters) والمجموعة الثانية من الـمُنقِّطات المختبرة تُركّب علي جدار أنبوب الخط الفرعي (On-line emitters) مستوردة من مصر (شكل 2) وإيطاليا (شكل 3) واليونان (شكل 4). نوعية الـمُنقِّطات المصرية التي تُركّب في أنبوب الخط الفرعي مصممة بحيث يبقي الـمُنقِّط ظاهراً للعيان ولا يختفي داخل الأنبوب بل يرتبط به من الجانبين وتمر المياه من خلال الـمُنقِّط فيتم تصريف جزء منها والكمية الباقية تتدفق خلال الـمُنقِّط إلي جزء آخر من الأنبوب الفرعي ثم إلي منقط آخر. والـمُنقِّطات التي تُركّب علي أنبوب الخط الفرعي (On-line emitters) مصممة بحيث تُركّب الـمُنقِّطات على جدار أنبوب الخط الفرعي وتمر كمية محددة من المياه خلال كل منقط. تعتمد المجموعة الأولي من المُنقِّطات المصرية الصُنع في خفض (تبديد أو تضييع) الضغط على الممر الحلزوني الطويل بينما تعتمد المجموعة الثانية من المُنقِّطات المصرية الصُنع وكذلك المُنقِّطات اليونانية والإيطالية على ظاهرة التدفُّق الدَّوامي في خفض (تبديد أو تضييع) الضغط. أُختيرت عينة عشوائية مكونة من 50 منقط جديد من كل نوع ومصدر تصنيع لاختبارها في المعمل لغرض قياس مُعامل الإختلاف التصنيعي. رُقّمت الـمُنقِّطات حتى يمكن العودة إلي أي مُنقط وإعادة اختباره متى دعت الحاجة لذلك. تم تركيب كل مُنقِّط منفرداً بقطعة من أنبوب من البولي إيثيلين طولها 20 سنتيمتر وقُطرها 12 ملليمتر بحيث تكون مسدودة من جانب وقابلة للربط بأنبوب التغذية من الجانب الآخر. أنبوب التغذية عبارة عن ماسورة من البولي إيثيلين قُطرها 12 ملليمتر وطولها 15 متر. تم ربط وتشغيل كل مُنقط منفرداً بأنبوب التغذية وذلك لتجنب أي إختلافات في فواقد الضغط، وتم ربط أنبوب البولي إيثيلين بمصدر المياه وهو خزّان سعته 200 لتر على إرتفاع 10.7 متر، وهذا الإرتفاع يُعطي ضاغط مائي (Pressure head) يكافئ 1.04 بار، والخزّان متصل بمصدر تدفُّق مستمر من الشبكة العامة لمياه الشرب النقيّة الخالية من الشوائب ولا تحتاج الي مصفاة وللخزّان فتحة لتصريف المياه الزائدة عن الإرتفاع المطلوب فيه للمحافظة على مستوى الماء في الخزان ثابتة (Constant head) أثناء التشغيل. تم التحكم في درجة حرارة المعمل عند 18± 1 درجة مئوية كما تم أيضا تلافي التغير في درجة حرارة المياه عند التشغيل. عند إختبار أي منقط يتم تشغيل المنظومة لفترة 20 دقيقة من خلال فتح صمّام تحكم مُركّب بأنبوب البولي إيثيلين بالقُرب من الـمُنقط [2] [16]. جُمعت وقيست كمية المياه المتدفقة من كل مُنقط وحُولت إلي تصريف باللتر في الساعة. تم حساب مُعامل الإختلاف التصنيعي من بيانات تصاريف الـمُنقِّطات وفقاً للمعادلة رقم (1)، ولغرض تقدير أُس التصريف "x" (Emitter discharge exponent) أُختيرت ثلاثة مُنقِّطات من كل نوعية وتم تشغيل كل منها منفرداً عند ضاغطين مختلفين وهما 2 متر و5 متر وتم قياس كمية الماء المتجمع خلال فترة التشغيل (20 دقيقة) عند كل ضغط. قُدّر أُس التصريف من تصريف الـمُنقِّط محولة باللتر في الساعة حسب المعادلة رقم (4) وأُخذ متوسط قيمة أُس التصريف "x" للـمُنقِّطات الثلاثة المختارة [3] [8] [17].

شكل (1): صورة فوتوغرافية تبين نوعية المنُقِّطات المصرية التي تركب في الخط الفرعي.

شكل (2): صورة فوتوغرافية تبين نوعية المنُقِّطات المصرية التي تركب علي جدار الخط الفرعي.

شكل (3): صورة فوتوغرافية تبين نوعية المنُقِّطات اليونانية التي تركب علي جدار الخط الفرعي.

شكل (4): صورة فوتوغرافية تبين نوعية المنُقِّطات الإيطالية التي تركب علي جدار الخط الفرعي.

النتـــائج والمـــــناقشة:

يُبيِّن جدول رقم (2) كمية المياه المتدفقة (باللتر/الســـاعة) من كل مُنقِّط في عينات الـــــمُنقِّطات المختبرة في هذه الدراســـة. طُبقت المعادلة رقم (2) لحساب الانحراف المعياري لتصاريف الـــــمُنقِّطات (باللتر/ساعة) لكل عينة من النوعيات المختارة، فكان الانحراف المعياري 0.53 لنوعية الـــــمُنقِّطات المصرية التي تُركَّـــب في أنبوب الخط الفرعي وكان الانحراف المعياري لتصاريف عينة الـــــمُنقِّطات المصرية من النوعية التي تُركَّب علي جدار الأُنبوب 1.30 والانحراف المعياري لتصاريف عينة الـــمُنقِّطات اليونانية 2.29 أما الانحراف المعياري لتصاريف عينة الـــــمُنقِّطات الإيطالية فكان 0.80. تم حساب متوسط تصـــريف كل عينة من نوعيات الـــــمُنقِّطات المختبرة فكان متوسط تصريف الـــــمُنقِّطات المصرية التي تُركَّب في الأُنبوب 1.66 لتر/ساعة ومتوسط تصريف الـــمُنقِّطات المصرية التي تُركَّب على جدار الأُنبوب 8.52 لتر/ساعة ومتوسط تصريف عينة الـــــمُنقِّطات اليونانية 9.70 لتر/ساعة ومتوسط تصريف عينة الـــمُنقِّطات الإيطالية 7.21 لتر/ ساعة.

طُبقت المعادلة رقم (1) لتحديد مُعامل الإختلاف التصنيعي "C_v " لكل عينة من نوعية الـــــمُنقِّطات المختبرة، فكان مُعامل الإختلاف التصنيعي يساوي 0.32 لعينة الـــمُنقِّطات المصرية من النوعية التي تُركَّب في الأُنبوب و0.15 لعينة الـــــمُنقِّطات المصرية من النوعية التي تُركَّب علي جدار الأُنبوب ،أما مُعامل الإختلاف التصنيعي لعينة الـــمُنقِّطات اليونانية التي تُركَّب على جدار الأُنبوب فكان 0.23 بينما كان مُعامل الإختلاف التصنيعي لعينة الـــمُنقِّطات الإيطالية يساوي 0.11 .

حســـب تصنيف جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية (جدول 1) الذي يعتمد على مُعامل الإختلاف التصنيعي كوسيلة لتقييم الجودة عند إختيار الـــــمُنقِّطات في مرحلة تصميم أنظمة الري بالتنقيط، فإن عينة الـــــمُنقِّطات المصرية التي تُركَّب في أنبوب الخط الفرعي وعينة الـــمُنقِّطات اليونانية التي تُركَّب على جدار الأُنبوب يُصـــنَّفان علي أنهما غير مقبولان (Unacceptable) لأن مُعامل الإختلاف التصـــنيعي "C_v " لهما مرتفع مما يجعلهما أقل من حدود الجودة المقبولة (C_v >0.15) بينما تُصنَّف عينة الـــــمُنقِّطات المصرية التي تُركَّب علي جدار الأُنبوب علي أنها ذات جودة متدنيّة (Poor) لأن مُعامل الإختلاف التصـــنيعي لها وقع في فئة الـــــمُنقِّطات الرديئة (0.15 > C_v >0.11) أما عينة الـــــمُنقِّطات الإيطالية وهي من النوعية التي تُركَّب علي جدار الأُنبوب فتُصنَّف علي إنها ذات جودة حدّية (Margenal) حيث وقع مُعامل الإختلاف التصـــنيعي لها في فئة مُنقِّطات ما

دون المتوسط وأعلي من فئة المُنقِّطات الرديئة ($0.07<C_v<0.11$). وفي دراسة لتقييم المُنقِّطات المحلية [2] أظهرت النتائج إن المُنقِّطات المحلية الصنع من النوعية التي تركب علي الخط ويختفي فيها جسم المنقط بأكمله داخل الأنبوب أنها ذات جودة متوسطة ($0.05<C_v<0.07$) ولكنها أفضل من مثيلتها المستوردة التي يظهر فيها جسم المنقط خارج الأنبوب. أما المُنقِّطات المحلية الصنع من النوعية التي تركب علي الخط ويظهر فيها جسم المنقط خارج الأنبوب فهي ذات جودة مرفوضة ($0.15<C_v$) بينما نوعية المُنقِّطات المحلية الصنع التي تُركّب علي جدار الأنبوب فإن لها جودة ممتازة ($0.05>C_v$).

طُبقت المعادلة رقم (4) لحساب قيمة أُس التصريف "x" لنوعيات المُنقِّطات المختبرة في هذه الدراسة فكان متوسط قيمة أُس التصريف "x" يساوي 0.63 لنوعية المُنقِّطات المصرية التي تُركّب في الخط بينما كان متوسط قيمة أُس التصريف "x" لنوعية المُنقِّطات المصرية التي تُركّب على جدار أنبوب الخط الفرعي 0.43 ومتوسط قيمة أُس التصريف لنوعية المُنقِّطات اليونانية يساوي 0.40 ومتوسط قيمة أُس التصريف لنوعية المُنقِّطات الإيطالية يساوي 0.31. يتضح من بيانات قِيم أُس التصريف المُقدَّرة في هذه الدراسة أنه إذا تم تشغيل المُنقِّطات المصرية التي تُركّب في الخط فمن المتوقع أن تحدث تغيرات عالية نسبياً في تصاريفها نتيجة أي تذبذبات في ضغط التشغيل، وهذا انعكاس لقيمة أُس التصريف العالية (0.63) لهذه المُنقِّطات. ومن بيانات قِيم أُس التصريف أيضا يتّضح إن أُس التصريف لجميع أنواع المُنقِّطات المختبرة في هذه الدراسة والتي تُركّب على جدار الأُنبوب أقل من أُس تصريف المُنقِّطات المصرية التي تُركّب في الخط الفرعي. وتُبيّن النتائج كذلك إن المُنقِّطات الإيطالية المختبرة في هذه الدراسة لها أقل أُس تصريف مقارنة بالمُنقِّطات المختبرة الأخرى مما يجعل تصاريف المُنقِّطات الإيطالية الأقل تأثراً بتذبذب ضغط التشغيل عند تشغيلها في الحقل. وبمقارنة المُنقِّطات التي تُركّب على جدار الأُنبوب فإن المُنقِّطات المصرية لها أعلي أُس تصريف وبالتالي نتوقع أن تكون الأكثر تأثراً بتغيرات ضغط التشغيل عند اختيارها في أنظمة الري بالتنقيط. تم حل المعادلة رقم (3) لحساب قيمة مُعامل تصريف المُنقّط ("K_d" Emitter discharge coefficient) وذلك بمعلومية قيمة أُس التصريف "x" وكذلك قيمة التصريف"q" (لتر/ساعة) المتحصل عليه من المُنقّط وضغط التشغيل "H"(بالمتر) عند فتحة التنقيط ، فكانت قيمته تساوي 0.37 لنوعية المُنقِّطات المصرية التي تُركّب في أنبوب الخط الفرعي بينما كانت قيمة "K_d" لنوعية المُنقِّطات التي تُركّب علي جدار الأُنبوب 3.07 للمُنقِّطات المصرية و 3.76 للمُنقِّطات اليونانية و 3.46 اللمُنقِّطات الإيطالية. وبمعلومية أُس التصريف ومُعامل المُنقّط لنوعية المُنقِّطات المختبرة يمكن تطبيق المعادلة رقم (3) لتحديد الضغط المناسب للحصول علي تصريف لأي نوع من المُنقِّطات المختبرة من خلال تشغيلها عند ضغط محدد.

الاستنتاج:

بناء على قيم مُعامل الإختلاف التصنيعي المقاسة في هذا البحث فإن نوعية المُنقِّطات التي تُركّب في الخط (المصرية) ونوع واحد من المُنقِّطات التي تُركّب على الخط (اليونانية) غير مقبولة ولا ينصح باستخدامها في أنظمة الري بالتنقيط بسبب زيادة مُعامل الإختلاف التصنيعي لها عن الحدود المقبولة. وفي حالة ضرورة إستخدام نوعية المُنقِّطات التي تُركّب في الخط (المصرية) المختبرة في هذا البحث ينصح باستخدام ضغط التشغيل المناسب والحرص على ثباته لأن لهذا النوع من المُنقِّطات حساسية مرتفعة نسبيا للتغيرات في ضغط التشغيل بسبب إرتفاع أُس التصريف لها. بينما في النوعيتين الأُخريين من المُنقِّطات التي تُركّب على جدار الأُنبوب (المصرية والإيطالية) فأنه يمكن قبول إستخدامها في أنظمة الري بالتنقيط. ويمكن أن نستنتج إن نوعية المُنقِّطات المختبرة التي تُركّب على الخط لها حساسية منخفضة نسبيا للتغيرات في ضغط التشغيل بسبب انخفاض أُس التصريف لهذه المُنقِّطات وبالتالي يمكن استخدامها تحت ظروف ضغط تشغيل متذبذب قليلاً في أنظمة الري بالتنقيط.

جدول 2: تصريفات الـمُنقِّطات المختبرة محولة باللتر في الساعة عند تشغيلها علي ضغط قياسي

تصريف الـمُنقِّط باللتر في الساعة					تصريف الـمُنقِّط باللتر في الساعة				
رقم المنقط	في الخط (مصري)	علي الخط (يوناني)	علي الخط (ايطالي)	علي الخط (مصري)	رقم المنقط	في الخط (مصري)	علي الخط (يوناني)	علي الخط (ايطالي)	علي الخط (مصري)
1	2.52	10.20	7.52	8.00	26	2.58	13.40	6.60	9.84
2	1.32	10.80	6.00	7.56	27	1.56	13.30	7.16	8.40
3	1.56	8.30	6.36	10.72	28	2.52	8.30	9.12	9.20
4	2.46	8.00	6.04	7.00	29	2.16	13.40	7.24	9.20
5	1.50	9.20	5.76	8.40	30	1.44	10.90	5.60	8.00
6	1.32	11.90	7.72	8.40	31	2.70	9.50	6.96	7.72
7	1.50	11.90	6.60	7.00	32	1.56	8.60	6.96	9.28
8	1.20	6.00	7.64	9.20	33	2.10	10.10	6.00	7.80
9	1.26	10.30	8.00	9.32	34	0.90	6.80	7.28	8.92
10	1.80	11.70	7.52	7.40	35	1.74	7.20	8.44	8.76
11	1.08	13.40	7.32	8.56	36	1.02	11.70	8.40	8.00
12	1.68	7.20	7.52	8.40	37	2.76	8.80	7.68	9.80
13	1.74	11.60	6.28	10.36	38	0.96	6.70	7.20	8.44
14	2.04	10.00	7.12	6.60	39	0.90	13.40	7.24	7.12
15	1.98	13.90	7.68	10.20	40	1.23	9.80	6.92	9.72
16	1.74	6.70	7.28	10.12	41	1.02	9.40	7.12	11.44
17	1.80	10.70	7.48	8.80	42	0.90	6.80	5.08	7.20
18	1.32	6.80	7.92	9.32	43	2.16	7.80	7.88	7.32
19	3.00	11.40	8.44	8.40	44	1.68	8.00	7.80	7.36
20	1.74	13.70	7.80	9.20	45	1.50	9.00	8.00	7.88
21	1.50	12.00	7.80	8.52	46	1.56	7.30	7.64	7.84
22	0.96	13.20	7.48	9.16	47	2.04	7.50	7.84	7.80
23	1.68	9.10	6.36	7.60	48	1.50	10.60	7.76	9.80
24	1.56	7.30	6.76	10.36	49	1.32	8.80	6.68	7.88
25	1.68	7.60	6.32	3.60	50	1.14	11.00	7.08	9.32

قائمة المراجع:

[1]– العمود ، احمد بن ابراهيم. (1998). نظم الري بالتنقيط، النشر العلمي والمطابع, جامعة الملك سعود.

[2]– الغصني، علي عثمان. (2010). تقييم بعض أنواع الـمُنقِّطات المصنعة محليا والمستخدمة في أنظمة الري بالتنقيط في الجماهيرية. مجلة جامعة سبها. 9: 24–30.

[3]- Keller, J. and R. D. Bliesner. (1990). Sprinkle and Trickle Irrigation. Van Nostrand Reinhold.

[4]- Solomon, K. H. (1986). Selection of Trickle Irrigation Emitters. *IN*: *Micro-Irrigation محـدد من المنقطات المختبرة وكذلك يمكن Methods تقـدير التصـريف المتوقع and Materials Update. Conference Proceedings*, D. F. Zoldockov and M. Y. Miyaaki (Eds.) August 22-23, California Agricultural tech Institute.

[5]- Vermeiren, L. and G. L. Jobling. (1980). Localized Irrigation: design, installation, operation and evaluation. Food and Agriculture Organization of the United Nations. F A O Irrigation and Drainage Paper 36.

[6]- Dasberg, S. and D. Or. (1999). Drip Irrigation. Springer-Verlag Berlin Heideberg New York,162p.

[7]- Karmeli, D. and J. Keller. (1975). Trickle Irrigation Design. Rain Bird Sprinkler Hfg. Crop Glendora, California. pp.133.

[8]- Solomon, K. H. (1979). Manufacturing Variation of Emitters in Trickle Irrigation Systems.. Transaction of American Society of Agricultural Engineering. 22:1034-1038.

[9]- Bucks D. A. , F. S. Nakayama and A. W. Warrick. (1982). Principles, Practices and Potentialities of Trickle (Drip) Irrigation. *IN: Advances in Irrigation*. D. Hillel (Editor)، Academic Press, New York,. Vol. 1 pp. 219-298.

[10]- Bralts, V. F. (1986). Operational Principles: 3.4 Field Performance and Evaluation. *IN*: Trickle Irrigation for Crop Production, Design, Operation and Management. F. S. Nakayama and D. A. Bucks (Eds.), Elsevier Science Publishers B. V., pp.: 1-26.

[11]- Solomon, K. H. and J. Keller. (1978). Trickle Irrigation Systems Uniformity and Efficiency. J. Irrig. and Drain. Div. ASCE 104: 293-306.

[12]- Wu, I. P. and H. M. Gitlin (1983). Drip Irrigation Application Efficiency and Schedules. Transaction of American Society of Agricultural Engineering. ASAE Paper No. 81-2078.

[13]- Nakayama, F. S. , D. A. Bucks and A. J. Clemmens. (1979). Assessing Trickle Emitter Application Uniformity. Transaction of American Society of Agricultural Engineering. 22:816-820.

[14]- Karmeli, D. , G. Peri and M. Todes. (1985). Irrigation Systems: Design and Operation. Oxford University Press, Cape Town.,187p.

[15]- Benami, A. and A. Ofen. (1984). Irrigation Engineering. Irrigation Engineering Scientific Publication (IESP). Haifa, Israel. pp. 161-163.
[16]- Boswell, M. J. (1985). Design characteristics of line-source drip tubes. *IN*: *Proceedings of the third International Drip/Trickle Irrigation Congress*, Fresno, California, 18-22 November, ASAE, St. Joseph, Michigan, USA,
[17]- Merriam, J. L. and J. Keller. (1978). Farm Irrigation System Evaluation: a Guide for Management. Utah State University, Logan, Utah., 271p.
[18]- American Society of Agricultural Engineers. (1995). Standards, Design, Installation and Performance of Trickle irrigation. ASAE Standard EP405.
[19]- American Society of Civil Engineers. (1978). Describing irrigation efficiency and uniformity. On-farm irrigation committee of the Irrigation and Drainage Division. Proceedings of American Society of Civil Engineers, Journal of Irrigation and Drainage Division, 104: 35-41.