مجلة جامعة الملك سعود، م١١، العلوم الزراعية (١)، ص ص ٢٥-٤٠، الرياض (١٤١٩هـ/١٩٩٩م)

# تباين تصرف المنقطات بتأثير درجة الحرارة

**أحمد بن إبراهيم العمود**

*قسم الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض، المملكة العربية السعودية*

**ملخص البحث.** تصنع أنابيب المنقطات غالبًا من البلاستيك اللدن (البولي إيثيلين)، وتمدد على سطح التربة. ونظرًا لدرجات الحرارة المرتفعة خلال الصيف في المملكة العربية السعودية فإن أنابيب التنقيط والمنقطات تمتص كمية كبيرة من الحرارة. وتؤثر هذه العملية على كل من التركيب الهندسي للمنقطات ودرجة حرارة الماء المتدفق عبر أنابيب التنقيط والمنقطات ولزوجة مما ينتج عنه تغير في الخصائص الهيدروليكية للمنقطات.

في هذا البحث تمت دراسة التغير في تصرف المنقطات الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة. استخدم في البحث عدد من المنقطات تمثل الأنواع الشائعة منها، مثل منقطات المسار الطويل، ومنقطات الفوهة، ومنقطات الضغط المعادل. عرضت المنقطات لمياه عند درجات حرارة مختلفة تتراوح ما بين ٢٠ و٨٠°م، وكررت هذه التجارب عند ضغوط تشغيل متباينة.

أوضحت النتائج أن تصرف جميع أنواع المنقطات يتأثر بتغير درجة الحرارة، إلا أن الأداء يختلف حسب نوع المنقط.

## مقدمـــة

تتعرض معظم المنقطات في المملكة والمناطق التي لها أجواء مشابهة لحرارة الشمس العالية، مما يزيد درجة حرارة الماء داخل الأنابيب، وبالتالي في المنقطات. وزيادة الحرارة تسبب تغيرًا في تصرف المنقط نتيجة للتغير في لزوجة الماء. كما أن التمدد الناتج عن الحرارة يسبب تغيرًا

في أبعاد المنقط ومجرى السريان داخل المنقط. وقد أوضحت بعض التجارب السابقة عن تأثير الحرارة على المنقطات وخطوط التنقيط أن التصرف في المنقطات غير المعادلة للضغط يزيد بانخفاض ثابت تصرف المنقط، إذا كان هذا الثابت أقل من ٠,٥، وينخفض بزيادة الثابت عندما تكون قيمته أكبر من ٠,٥، بينما لا يتغير التصرف عندما يكون ثابت تصرف المنقط ٠,٥ [١].

كما وجدت أبحاث أخرى أن هناك زيادة في التصرف قد تصل إلى ٣٥٪ عندما تتغير درجة حرارة الماء من ٢٠ إلي ٦٠ °م، وعند زيادة طول الأنبوب فإن الحرارة في المنقطات تزداد على طول الأنبوب مما يسبب تغيرًا في التصرفات يؤدى بالتالي إلى تقليل انتظامية نظام الري بالتنقيط[٢]. وللمنقطات المعادلة للضغط أوضحت نتائج بعض التجارب أن التصرف في بعض هذه المنقطات قد يكون حساساً للتغير في درجة الحرارة، بينما لم يلاحظ أي تغير في البعض الآخر[٣].

وقد بينت بعض الأبحاث الأولية أن تصرف جميع منقطات المسار الطويل والمنقطات التي لها ثابت تصرف أكبر من ٠,٥ تتأثر بتغير درجة الحرارة [٤]. وقام آخرون بتطوير برنامج حاسب آلي لمحاكاة تأثير ارتفاع درجة حرارة الماء على تصرف المنقط [٥]، كما أجريت حديثًا اختبارات أخرى لدراسة الخصائص الهيدروليكية لبعض المنقطات المستخدمة محليا [٦].

الهدف من البحث هو دراسة تأثير درجة الحرارة العالية للمياه المتدفقة عبر شبكة التنقيط على الخصائص الهيدروليكية لأنواع مختلفة من المنقطات المستخدمة محليًا وعند ضغوط متباينة.

## المواد وطرق إجراء البحث

أجرى البحث على تسعة أنواع مختلفة من المنقطات الشائع استخدامها محليا ذات المواصفات الموضحة في الجدول رقم (١). ولقياس التغير في تصرف المنقطات الناتج عن تباين درجات الحرارة تم تركيب ثلاثة منقطات جديدة ومعايرة ومتشابهة (لكل تجربة) التصرف النظري لكل منها ٤ لتر/ساعة.

الجدول رقم (١). خصائص المنقطات المستخدمة في التجارب.

| رمز المنقط | الشركة الصانعة | نوع المنقط | نوع السريان | مدى ضغط التشغيل (بار) | معادل للضغط |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Irridelco | Flapper (ذو قدرة غسيلية) | مضطرب | ٢,٧٥-٠,٧ | نعم |
| B | Cameron | ذو فوهة | غير محدد | ٢ - ١ | لا |
| C | RIS | Turbo Key (ذو مسار طويل) | مضطرب | ١,٤ -٠,٨٤ | لا |
| D | Rain bird | Rain Bug (معادل للضغط) | مضطرب | ٢ - ١ | نعم |
| E | RIS | (ذو مسار دوراني) F2 | طبقي | ١,٤ -٠,٨٤ | لا |
| F | MAIS | Key Clip (ذو مسار طويل) | مضطرب | ٢-١ | لا |
| G | RIS | (ذو مسار متعرج) K2 | مضطرب | ١,٥ - ١ | لا |
| H | Netafim | (ذو فوهة) DBK4 | مضطرب | ١,٥ - ١ | لا |
| I | Pulsar Drop | ذو فوهة | مضطرب | ٢-١ | لا |

وقد اختير هذا التصرف، لأنه يمثل أقل المنقطات الشائعة تصرفًا، بالإضافة إلى أن ابعاده الداخلية وقطر المجرى فيه صغيرة فيتوقع أن يكون تأثير درجة الحرارة على التصرف ملموسًا. وقد ثبتت المنقطات على أنبوب من البلاستيك المرن (بولي ايثيلين) طوله ١,٥م وقطره ٢٠ مم (القطر الكبير نسبيا لتلافي فاقد الاحتكاك)، يصله الماء من خزان سعته ٢٥٠ لترًا عبر مضخة نابذة قدرتها ٠,٥٦ كيلوات (٠,٧٥ حصان)، وثبت بجوار الخزان مؤشر مانومتري لمعرفة مستوى الماء داخل الخزان.

ويتم الحصول على مياه لها درجات حرارة مختلفة بخلط الماء من شبكة المياه المارة بسخان مع الماء البارد، وتقاس درجة الحرارة بوساطة مقياس حراري (ترمومتر زئبقي) داخل الخزان وأثناء جمع الماء من المنقطات. وللحصول على ضغط التشغيل المحدد للتجربة وضع مقياس للضغط(مقياس بوردون) وصمام بوابي قبل أنبوب المنقطات، ويوضح الشكل رقم (١) مكونات التجربة.

لدراسة حساسية معدل التصرف من المنقطات لاختلاف درجة حرارة الماء، يمكن استخدام ما يسمى بدليل معدل التصرف [٧، ٨]، ويتم بحساب معدل التصرف عند درجات حرارة مختلفة بالنسبة لدرجة حرارة ثابتة مثل ٢٠ درجة مئوية كالتالي:

$$I_q = q_e\ (T°C) / q_e\ (20°C)$$

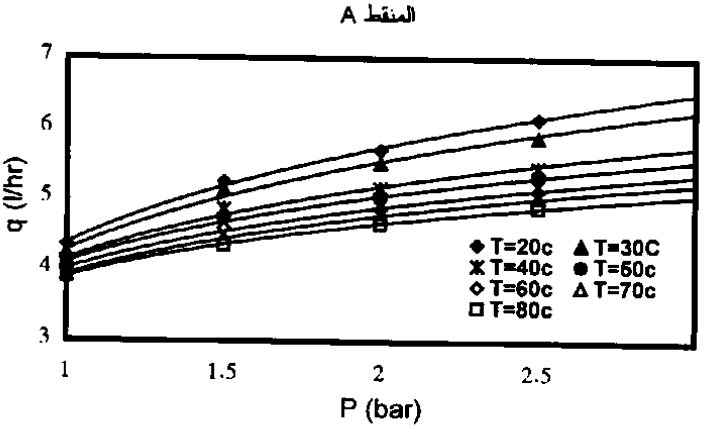
حيث: $I_q$ = دليل معدل التصرف.

$q_e$ (20°C) = تصرف المنقط عند ٢٠ °م.

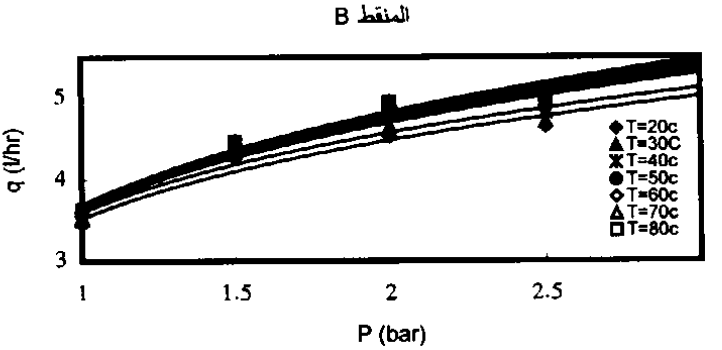
$q_e$ (T°C) = تصرف المنقط عند أي درجة حرارة، T.

## النتائج والمناقشة

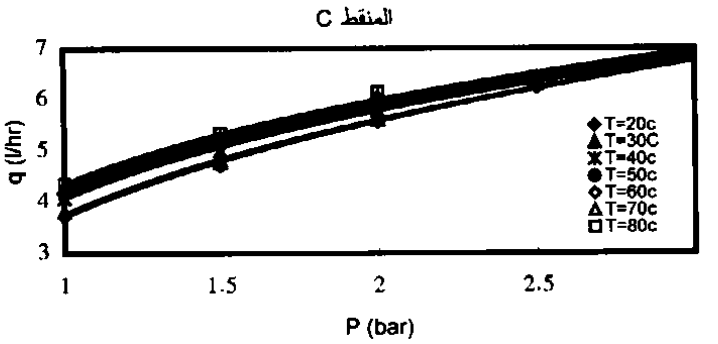
توضح الأشكال من رقم (٢) وحتى رقم (١٠) منحنيات الخصائص الهيدروليكية للمنقطات التسعة المستخدمة في التجارب ( A حتى I)، عند درجات حرارة من ٢٠ وحتى ٨٠°م.




الشكل رقم (٢). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط A.

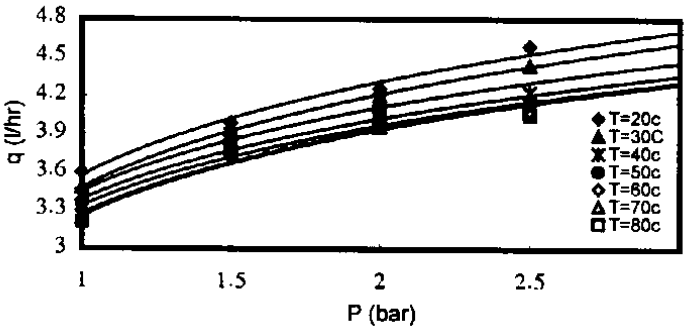



الشكل رقم (٣). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط B.



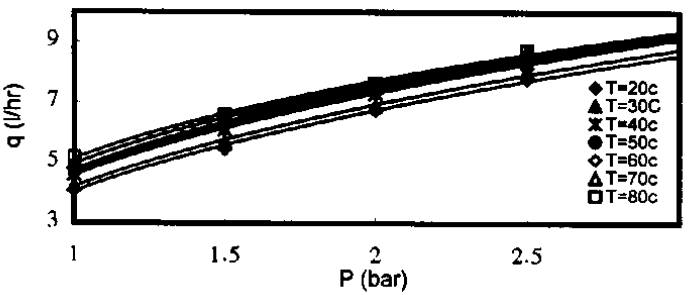

الشكل رقم (٤). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط C.

المنقط D

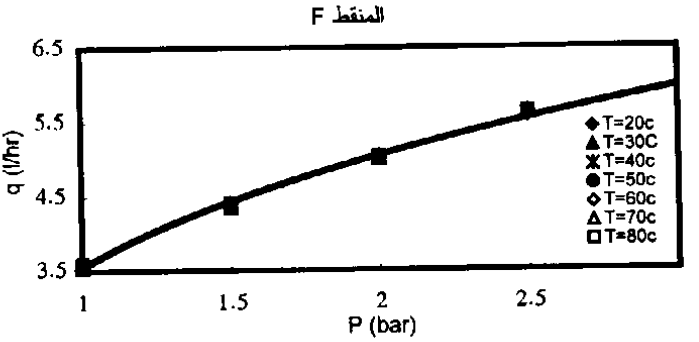



الشكل رقم (٥). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط D.

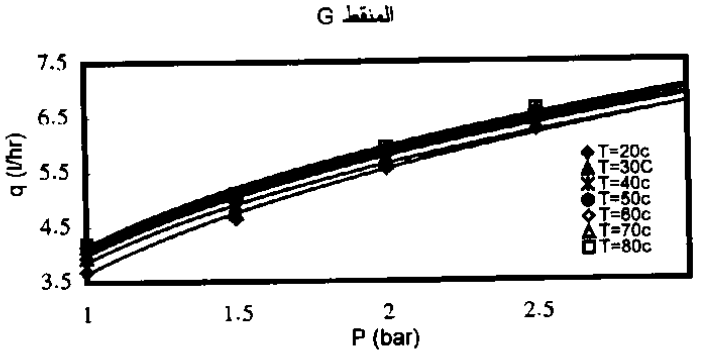
المنقط E



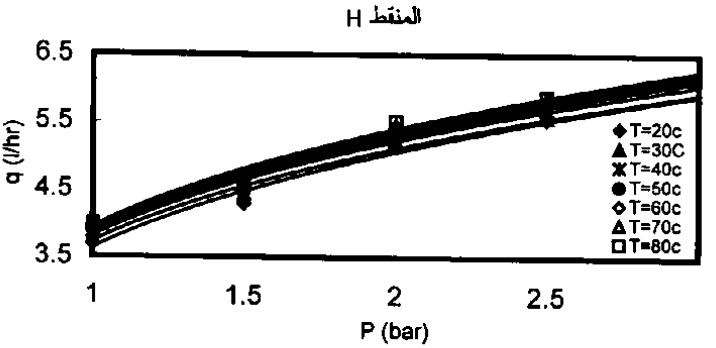

الشكل رقم (٦). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط E.



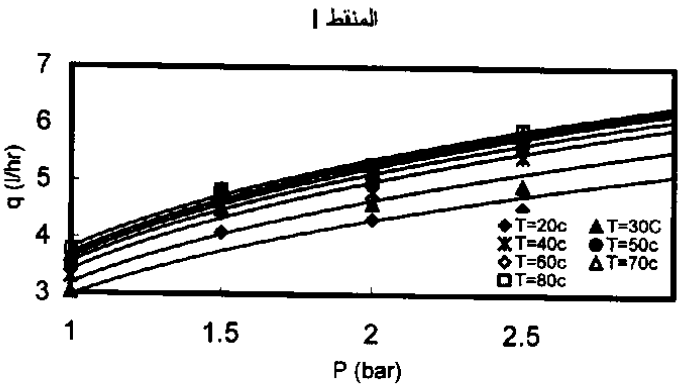

الشكل رقم (٧). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط F.




الشكل رقم (٨). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط G.




الشكل رقم (٩). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط II.




الشكل رقم (١٠). علاقة الضغط بالتصرف للمنقط I.

من المعروف أن العلاقة بين الضغط والتصرف لأداء المنقطات تأخذ شكل معادلة أسية تجريبية :

$$q = b\,P^{\beta}$$

حيث : b = ثابت التناسب أو معامل التصرف للمنقط.

β = ثابت التصرف للمنقط.

q = تصرف المنقط ، (لتر/ساعة).

P = الضغط ، (بار).

يمكن استخلاص هذه الثوابت لكل منقط من المنحنيات السابقة ، ويوضح الجدول رقم (٢) قائمة بهذه الثوابت بالإضافة إلى معامل التلازم ($R^2$) لكل منحنى.

يظهر من نتائج التجارب أن تأثير ارتفاع حرارة الماء على التصرف يتفاوت للمنقطات المختلفة ، فهي بصفة عامة تزيد بزيادة درجة الحرارة عدا المنقطين A و D إذ يلاحظ أن هذين المنقطين من النوع المعادل للضغط ، ويعكس معظم المنقطات ينخفض التصرف من هذين المنقطين بزيادة درجة الحرارة ، أما المنقط F وبالرغم من أنه من النوع غير المعادل وله ثابت تصرف متوسط نسبيا (β = ٠,٣٢) ، فيبدو أن حساسيته لاختلاف درجة الحرارة ضعيفة كما في الشكل رقم (١١).

بناء على المنحنيات الموضحة في الشكل السابق فإن العلاقة بين التصرف ودرجة الحرارة للمنقطات المختلفة يمكن وصفها بعلاقة خطية تتوافق مع نتائج وفيني [٩] لتأخذ الشكل التالي :

$$q = aT + c$$

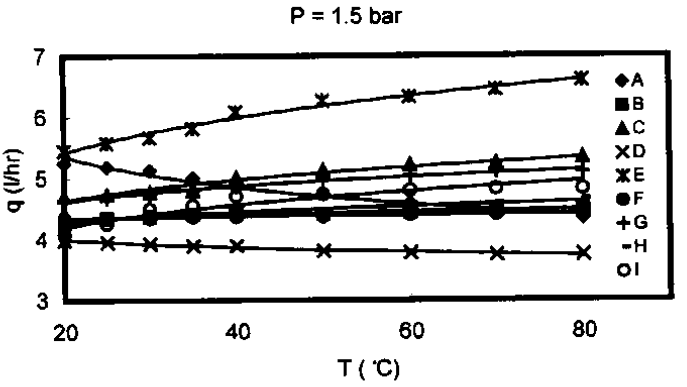
حيث : T = درجة الحرارة (مئوية).

a و c = ثوابت تجريبية.

ويوضح الجدول رقم (٣) قيم الثوابت التجريبية للمعادلة السابقة.

الجدول رقم (٢). ثوابت علاقة الضغط بالتصرف عند درجات حرارة مختلفة $q = bP^{\beta}$ (q in l/hr; P in bar).

| رمز المنقط | درجات الحرارة (درجة مئوية °م) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٢٠ | | | ٤٠ | | | ٦٠ | | | ٨٠ | | |
| | b | β | $R^2$ | b | β | $R^2$ | b | β | $R^2$ | b | β | $R^2$ |
| A | ٤,٣٧ | ٠,٢٥ | ٠,٩٩٧ | ٤,١٥ | ٠,٢٠ | ٠,٩٩ | ٤,٠١ | ٠,١٨ | ٠,٩٩٥ | ٣,٩٠ | ٠,١٦ | ٠,٩٩٩ |
| B | ٣,٥٢ | ٠,٢٢ | ٠,٩٥ | ٣,٦٣ | ٠,٢٤ | ٠,٩٣ | ٣,٦٦ | ٠,٢٤ | ٠,٩٦ | ٣,٦٩ | ٠,٢٥ | ٠,٩٧ |
| C | ٣,٦٩ | ٠,٣٧ | ٠,٩٩٨ | ٤,٠٦ | ٠,٣٢ | ٠,٩٩٨ | ٤,٢١ | ٠,٣١ | ٠,٩٩٧ | ٤,٣٧ | ٠,٢٩ | ٠,٩٩١ |
| D | ٣,٥٨ | ٠,١٧ | ٠,٩٩ | ٣,٤٥ | ٠,١٦ | ٠,٩٧ | ٣,٣٤ | ٠,١٦ | ٠,٩٧ | ٣,٢٥ | ٠,١٧ | ٠,٩٦ |
| E | ٤,٠٤ | ٠,٤٧ | ٠,٩٩٧ | ٤,٥٧ | ٠,٤٣ | ٠,٩٩٩ | ٤,٧٥ | ٠,٤٢ | ٠,٩٩٩ | ٥,١٣ | ٠,٣٧ | ٠,٩٩٧ |
| F | ٣,٥١ | ٠,٣٣ | ٠,٩٩٧ | ٣,٥٤ | ٠,٣٢ | ٠,٩٩٧ | ٣,٥٧ | ٠,٣٢ | ٠,٩٩٦ | ٣,٥٧ | ٠,٣٢ | ٠,٩٩٦ |
| G | ٣,٦٥ | ٠,٣٨ | ٠,٩٩٦ | ٣,٩٩ | ٠,٣٤ | ٠,٩٨٨ | ٤,٠٩ | ٠,٣٣ | ٠,٩٩٣ | ٤,١٥ | ٠,٣٣ | ٠,٩٩٣ |
| H | ٣,٦٣ | ٠,٣١ | ٠,٩٧٦ | ٣,٨ | ٠,٢٩ | ٠,٩٧ | ٣,٨٤ | ٠,٣٠ | ٠,٩٧٦ | ٣,٩٤ | ٠,٢٩ | ٠,٩٨١ |
| I | ٢,٩٧ | ٠,٣٤ | ٠,٩٢ | ٣,٤١ | ٠,٣٤ | ٠,٩٣ | ٣,٦٣ | ٠,٣٣ | ٠,٩٧ | ٣,٨ | ٠,٣٢ | ٠,٩٩٣ |




الشكل رقم (١١). تأثير درجة الحرارة على تصرف الأنواع المختلفة من المنقطات.

الجدول رقم (٣). ثوابت العلاقات الخطية بين درجة الحرارة T وكل من التصرف q ودليل التصرف $I_q$.

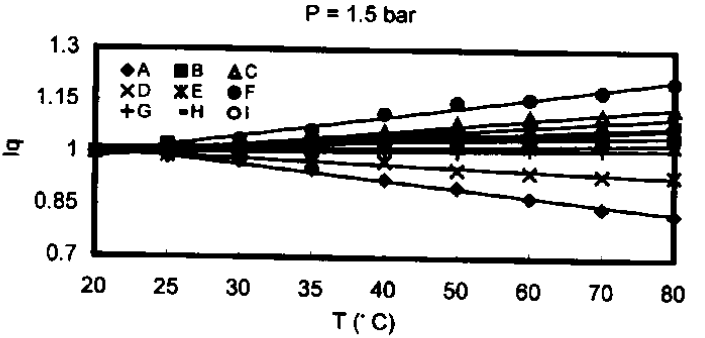
| رمز المنقط | $q = aT + c$ | | | $I_q = dT + e$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | c | $R^2$ | d | e | $R^2$ |
| A | ٠,٠١٦ – | ٥,٥٦ | ٠,٩٨٧ | ٠,٠٢٣ – | ١,٠٣٦ | ٠,٩٨٦ |
| B | ٠,٠٠٢٧ | ٤,٢٨١ | ٠,٧١ | ٠,٠٠٥ | ١,٠٠٨ | ٠,٨٢ |
| C | ٠,٠١١٥ | ٤,٤٧٢٣ | ٠,٩٤ | ٠,٠١٩ | ٠,٩٦٧٤ | ٠,٩٥ |
| D | ٠,٠٠٤ – | ٤,٠٦ | ٠,٩٥ | ٠,٠٠٨ – | ١,٠١ | ٠,٩٦ |
| E | ٠,٠١٩ | ٥,١٥٦ | ٠,٩٤ | ٠,٠٠٣٨ | ٠,٩٩٧ | ٠,٩٥٤٧ |
| F | ٠,٠٠١٢ | ٤,٣٢٧ | ٠,٨٧٥ | ٠,٠٢٧٣ | ٠,٩٦٨ | ٠,٩٨٤ |
| G | ٠,٠٠٨٣ | ٤,٥١١ | ٠,٩٤ | ٠,٠٠٢١ | ٠,٩٩٧ | ٠,٩٠ |
| H | ٠,٠٥٦ | ٤,١٩٦ | ٠,٩٨٨ | ٠,٠١٣٨ | ٠,٩٨٢ | ٠,٩٧٩ |
| I | ٠,٠١١١ | ٤,٠٨ | ٠,٧٥ | ٠,٠١ | ٠,٩٨٨٥ | ٠,٩٧ |

عند تحليل النتائج بناءً على منحنيات دليل التصرف $I_q$ (الشكل رقم١٢) عند ضغط تشغيل يساوي ١,٥ بار، نلاحظ أن أداء المنقطات عند درجات الحرارة المختلفة يتباين لكل منقط وبطريقة مشابهة للعلاقة بين التصرف ودرجة الحرارة إذ تنخفض قيم دليل التصرف للمنقطين A وD عن المتوسط، بينما تزيد قيمة الدليل للمنقطات الأخرى على المتوسط، وبتحليل نتائج تأثير درجة الحرارة على دليل التصرف نجد أن العلاقة بين هذين المتغيرين تأخذ شكل المعادلة الخطية التالية:

$$Iq = dT + e$$

حيث: d و e = ثوابت تجريبية موضحة في الجدول رقم (٣).

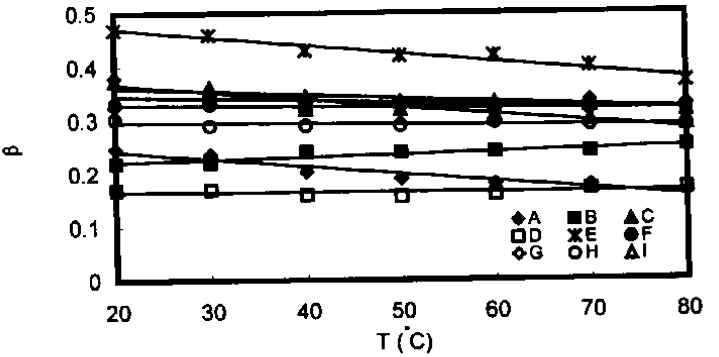
T = درجة الحرارة (درجة مئوية).




الشكل رقم (١٢). أداء دليل المنقط للأنواع المختلفة من المنقطات عند درجة حرارة مختلفة.

عند تحليل نتائج التجارب لمعرفة تأثير درجة الحرارة على ثابت تصرف المنقط( β)، نجد أن هذا التأثير يتباين باختلاف نوع المنقط كما يوضح الشكل رقم (١٣)، فقد لوحظ أن زيادة درجة الحرارة تؤدي بصفة عامة إلى انخفاض ثابت التصرف لمعظم المنقطات (I, H, G, F, C, A)

إلا أن هذا الانخفاض يتفاوت من منقط لآخر. كما لوحظ، أيضًا، أن ثابت التصرف لم يتغير في المنقطين D و F، بينما تزيد قيمة ثابت التصرف عند زيادة درجة الحرارة للمنقط B.




الشكل رقم (١٣). تأثير درجة الحرارة على ثابت β المنقط للمنقطات المختلفة.

النواحي العملية لدواعي التصميم، قد يكون من المناسب معرفة كمية الفرق في التصرف نتيجة انخفاض أو زيادة درجة الحرارة أو النسبة المئوية لفرق التصرف، وقد بينت الحسابات للمنقطات المختلفة أن هذا الفرق يتفاوت لكل ١٠٪ °م من ٠,١٦ لتر/ساعة (نسبة مئوية تعادل ٣,٧٤ ٪) كحد أعلى إلى ٠,٠١٢ لتر/ساعة (٠,٢٨٪) كحد أدنى، كما يوضح الجدول رقم (٤)، ولتوضيح ذلك، فعند زيادة درجة الحرارة من ٢٠ وحتى ٧٠٪°م فإن النسبة المئوية للتغير في التصرف قد تكون كبيرة وتصل إلى اكثر من ٢٦٪ (للمنقط A)، و٢٤٪ للمنقط ذي السريان الطبقي (E)، بينما لا تتعدى هذه النسبة ٢٪ للمنقط F. وعلى الرغم من أن المنقط A من منقطات السريان المضطرب إلا أن أداءه كان ضعيفًا مقارنة بمنقطات السريان المضطرب الأخرى مما يدل على أنه ليس جميع منقطات السريان المضطرب لها أداء ثابت.

الجدول رقم (٤). النسبة المئوية لفرق التصرف بالنسبة لمتوسط التصرف لكل ١٠°م.

| رمز المنقط | متوسط التصرف $q_a$ | فرق التصرف لكل ١٠م $\Delta q_{10}$ | النسبة المئوية لفرق التصرف $(\Delta q_{10}/q_a)100$ |
|---|---|---|---|
| A | ٤,٢٨ | ٠,١٦٠ | ٣,٧٤ |
| B | ٤,٣٣ | ٠,٠٢٧ | ٠,٦٢ |
| C | ٤,٧٠ | ٠,١١٥ | ٢,٤٥ |
| D | ٣,٧٢ | ٠,٠٤٣ | ١,١٦ |
| E | ٥,٥٤ | ٠,١٩٠ | ٣,٤٣ |
| F | ٤,٣٥ | ٠,٠١٢ | ٠,٢٨ |
| G | ٤,٦٨ | ٠,٠٨٣ | ١,٧٧ |
| H | ٤,٣١ | ٠,٠٥٦ | ١,٣٠ |
| I | ٤,٣٠ | ٠,١١١ | ٢,٥٨ |

## الخلاصة والتوصيات

نستخلص من نتائج التجارب ما يلي:

١ - يزيد التصرف لمعظم المنقطات بزيادة درجة الحرارة، يستثنى من ذلك المنقطان A وD، ويلاحظ أن هذين النوعين من المنقطات لهما ثابت منقط منخفض وسريان مضطرب وخاصية المعادلة للضغط.

٢ - يعد المنقط F ذو المسار الطويل والسريان المضطرب أفضل المنقطات أداء عند تغير درجة الحرارة، فالتصرف فيه لا يتغير كثيرًا عند زيادة درجة الحرارة.

٣ - على الرغم من أن ثابت المنقط β ذي القيمة المنخفضة يعد دليلاً على جودة الأداء، إلا أن هذا الثابت يتأثر بدرجة الحرارة، بمعنى أن المنقط الذي له ثابت منخفض قد يكون له أداء ضعيف عند اختلاف درجة الحرارة كما في المنقط A.

٤ - المنقطات التي لها سريان مضطرب تتميز بأداء أفضل عند تغير درجة الحرارة مقارنة بمنقطات السريان الطبقي.

نتائج التجارب تفيد بصفة عامة أنه عند تصميم نظم الري بالتنقيط يجب الأخذ بعين الاعتبار الزيادة أو النقص في التصرف نتيجة ارتفاع درجة الحرارة. وللتحكم أو للتقليل من تأثير ارتفاع درجة حرارة الماء على أداء المنقطات يمكن استخدام منقطات السريان المضطرب للحصول على أداء أفضل مقارنة بمنقطات السريان الطبقي. وبصفة عامة يمكن اتباع النصائح التالية :

- تشغيل النظام في المساء لتفادى تأثير حرارة الشمس.
- استخدام أنظمة التنقيط تحت السطحية أو تغطية المنقطات لحمايتها من الشمس.
- تقليل فترة التعرض للشمس بتقليل فترة الري باستخدام منقطات لها تصرفات عالية نسبيا

تتناسب تصرفاتها مع تغذية التربة والاحتياج المائي للمحصول والظروف المناخية.

## المراجع


[١] Decroix, M. and Malval, A. *Laboratory Evaluation of Trickle Irrigation Equipment for Field System Design.* Drip /Trickle Irrigation in Action, Proc. 3rd Int. Drip/Trickle Irrigation Congress. 1985.

[٢] Parchomchuk, P. "Temperature Effects on Emitter Discharge Rates." *Trans. ASAE* (1976),:690-692.

[٣] Smajstrla, A.; Zazueta, F.; Vellidis, G.; Haman, D. and Selman, G. Flow Variation of Trickle Irrigation Emitters, *ASAE paper No. 86-2096*, (1986), 6.

[٤] Solomon, K. *Evaluation Criteria for Trickle Irrigation Emission Devices.* 7th Int. Agric. Plastics Congress. San Diago, Ca., 1977.

[٥] Fialbo, F. and Zazueta, F. *Simulation of Temperature and Discharge Variation Along a Drip Irrigation Lateral Line Exposed to Solar Radiation.* Sixth International Conference on Computers in Agriculture. (1995).

[٦] Al-Amoud, A. and Abo-Ghobar, H. "Evaluation of Hydraulic Characteristics of Some Locally Available Emitters." *J. King Saud University.* Vol. 6, Agric. Sci. (1) (1994), 15-26.

[٧] Zur, B. and Tal, S. "Emitter Discharge Sensitivity to Pressure and Temperature." *J. of Irrig. And Drainage Divn. ASCE*, Vol. 107, No. Ir1, (1981), 1-9.

[٨] Solomon, K.H. "Performance Evaluation of Low Volume Irrigation." *Irrigation Business & Tech.* (Dec. 1995), 36-43.

[٩] Wu, I.P. and Phene, C. "Temperature Effects on Drip Emitters and Lateral Lines." *ASAE paper No. 84-2628*, (1984), 21.

# Flow Variation of Emitters due to Temperature Effect

**Ahmed I. Al-Amoud**
*Dept. of Agr. Engg., College of Agric.*
*King Saud University, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia*

**Abstract.** Trickle irrigation laterals are usually made of polyethylene plastics and laid on soil surface. Due to the extreme high temperatures during summer in Saudi Arabia, trickle irrigation laterals and emitters absorb high solar radiation. This process affect both geometry of emitters and water temperatures flowing through laterals and emitters which result in change of emitters hydraulic characteristics.

A study is made to investigate the flow variation of emitters as influenced by temperature. A number of emitters of different types (long path, orifice and pressure compensating) were exposed to various levels of water temperatures at practical range of operating pressures.

Results have indicated that, temperature variation have definite effect on emitter flow rates for all tested types, however, flow performance does not seem to follow certain trend with all types, but, constant trends are found to be associated to individual types.