مجلة جامعة الملك سعود، م١٨، *العلوم الزراعية* (١)، ص ص ٤٧-٧٤ (١٤٢٦هـ/٢٠٠٥م)

تأثير درجة الحرارة على تصرف المنقطات

أحمد بن إبراهيم العمود و محمد بن إبراهيم السعود

قسم الهندسة الزراعية، كلية علوم الأغذية والزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض

(قدم للنشر في ١٤٢٥/٢/٩هـ؛ وقبل للنشر في ٧ /١١/١٤٢٥هـ)

ملخص البحث. الإثبات العلاقة بين أداء المنقط ودرجة الحرارة أمكن تطوير علاقات نظرية بين معدل التصرف ودرجة الحرارة تعمل عند مجالات مختلفة من السريان تشمل السريان الطبقي والسريان غير المستقر والسريان المضطرب جزئيًا. وللتحقق من هذه العلاقات ولدراسة أداء المنقطات تحت تأثير مياه ري لها درجات حرارة مختلفة، أجريت تجارب عملية على أنواع مختلفة من المنقطات وعند درجات حرارة متفاوتة تتراوح بين ٢٠ و ٨٠ْم. أثبتت النتائج أن هناك تفاوتاً في أداء المنقطات بتأثير الحرارة، فمنقطات السريان الطبقي والمضطرب جزئيًا يزيد فيها معدل التصرف مع زيادة الحرارة بينما ينخفض معدل التصرف مع زيادة درجة الحرارة لمنقطات السريان غير المستقر. للتأكد من صحة العلاقات الرياضية التي تربط بين معدل التصرف ودرجة الحرارة، بالمقارنة مع النتائج العملية يلاحظ تقارب المنحنيات التطبيقية من التجارب العملية مع المنحنيات النظرية في المدى الأول من درجات الحرارة، ولكن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة في الاختلاف بين النتائج النظرية والعملية. وبصفة عامة لمنقطات السريان الطبقي تكون النتائج النظرية أكبر من النتائج العملية، أما في منقطات السريان غير المستقر فتكون متطابقة حتى درجة الحرارة ٤٠ْم، وعند زيادة درجة الحرارة أكبر من ذلك تصبح القيم العملية أكبر من النظرية.

مقدمـــة

تمثل المنقطات emitters أدوات صغيرة يمر الماء عبرها من الأنبوب الفرعي أو أنبوب التنقيط lateral إلى التربة، حيث تعمل المنقطات على

تخفيض الضغط من ما يسمى بضغط التشغيل في الأنبوب (عند مدخل المنقط) إلى الضغط الجوي عند مخرج المنقط ليخرج الماء على شكل نقط. ولأن الأبعاد الهندسية داخل المنقط وخصوصًا مسار الماء تعد صغيرة، ولا تتجاوز في قطرها المليمتر الواحد في معظم الأحيان، فإن هذا الوضع يجعل بعض المؤثرات التي تبدو سهلة، كالشوائب التي يحملها الماء أو حرارة الماء، يكون لها تأثير كبير في الأداء الهيدروليكي للمنقط يتجلى في التغير الواضح في فواقد الاحتكاك والتصرف وبعض الخصائص الهيدروليكية مثل ثابت المنقط [١؛ ٢١، ص٣٧٤]. والمعروف أن المنقطات الموجودة في الحقول المفتوحة تتعرض إلى درجات حرارة متباينة إما خلال اليوم الواحد بين الليل والنهار أو خلال الموسم بين الصيف والشتاء، وقد يصل الفرق في درجات الحرارة إلى قيم عالية تتجاوز العشرين درجة مئوية، والتي قد يكون لها تأثير سلبي في التصميم الداخلي للمنقط. وهكذا يؤثر التباين في درجات الحرارة على خصائص الماء وخصوصًا درجة اللزوجة، والتي تعد أحد العوامل الكبيرة المؤثرة في السريان من خلال المنقطات (نظرا لتأثير اللزوجة على رقم رينولد) والتي تؤثر بدورها في الأبعاد الهندسية لمسار الماء داخل المنقط مثل قطر المسار وفاقد الاحتكاك داخل المنقط [٢].

يهدف هذا البحث إلى التحقق من طبيعة العلاقة بين درجة الحرارة والتصرف كأحد أهم الخصائص الهيدروليكية لأنواع مختلفة من المنقطات المستخدمة محليًا. وفي هذا البحث سيتم تطوير بعض العلاقات النظرية التي يمكن أن تربط بين أهم المتغيرات الهيدروليكية للمنقط وهو معدل التصرف ودرجة الحرارة من خلال تأثيرها على اللزوجة. وسيتم التحقق من صحة العلاقات الرياضية باستخدام نتائج تجارب تطبيقية على الأنواع المختلفة للمنقطات.

خلفية نظرية

توجد العديد من الدراسات والتجارب حول تأثير درجة حرارة الماء في الخصائص الهيدروليكية لأنابيب التنقيط والمنقطات، وبصفة عامة يمكن تصنيف أبحاث تأثير درجة الحرارة على نظم التنقيط إلى قسمين: الأول ويشمل الأبحاث التي تدرس تأثير درجة حرارة الماء على أنابيب التنقيط،

والثانية التي تركز على تأثير درجة الحرارة على المنقطات، ورغم أن الأولى مهمة إلا أن الثانية تعد الأهم لتأثيرها المباشر في انتظامية التنقيط. وقد أوضحت بعض الدراسات أن التصرف لمنقطات السريان الطبقي يتأثر بشكل كبير بدرجة الحرارة [٣] ، كما أن التصرف من خلال منقطات الفوهة والتي يزيد أو يساوي فيها ثابت التصرف عن ٠,٥ تبدو غير حساسة لدرجات الحرارة [٢، ٤، ٥، ٦]. وفي السريان المضطرب كليًا لا يتأثر السريان باللزوجة وبالتالي بدرجة الحرارة وبهذا يمكن إهمال تأثير درجة الحرارة [٧، ٨]، لذا فمن غير المتوقع أن تحدث الحرارة تغير كبير في الأبعاد الهندسية لمسار المنقط من الداخل لهذا النوع من السريان. كما أوضحت بعض الأبحاث أن التصرف يزيد بزيادة درجة الحرارة في المنقطات الدورانية والتي يزيد فيها ثابت التصرف β عن ٠,٥،أما في المنقطات التي يقل فيها الثابت عن ٠,٥ فإن التصرف يتناقص مع انخفاض درجة الحرارة [٢، ٥].

وتوضح أبحاث أخرى أنه يمكن من الناحية العامة ولمعظم المنقطات وصف تأثير حرارة الماء في تصرف المنقط بعلاقة خطية [٢، ٥، ٩]. كما لوحظ في بحث آخر [٦] أن التغير في معدل التصرف للمنقطات الغير معادلة للضغط (الغير ذاتية التنظيم) يعتمد على ثابت التصرف للمنقط (β)، فتزداد معدلات التصرف بزيادة درجة الحرارة للمنقطات التي يزيد فيها ثابت التصرف عن ٠,٥ وتنقص معدلات التصرف عندما ينخفض الثابت عن ٠,٥ . كما طورت بعض نماذج المحاكاة والتي يمكن أن تتنبأ بالتغير في درجة الحرارة ومعدل التصرف على طول الأنبوب الحامل للمنقطات بتأثير أشعة الشمس [١٠].

وتستخلص دراسة أخرى [١١] أن التصرف لمعظم المنقطات يزيد بزيادة درجة الحرارة ويستثنى من ذلك المنقطات التي لها ثابت منخفض وسريان مضطرب وبعض المنقطات المعادلة للضغط. ويرى بعض الباحثين أنه يمكن التعبير عن العلاقة بين معدل التصرف وحرارة الماء عدديًا بما يسمى بدليل معدل التصرف، والذي يمكن تعريفه بنسبة معدل التصرف عند درجة حرارة معينة إلى التصرف عند درجة حرارة ثابتة تســاوي ٢٠ ْم [٩].

علاقات السريان داخل المنقطات

في الحسابات الهيدروليكية ولأغراض التصميم لنظم الري بالتنقيط يشيع استخدام علاقة هازن-ويليام حيث يمكن حساب فاقد الاحتكاك (h_f) من العلاقة:

$$h_f = kl\frac{\left(q/C\right)^{1.852}}{d^{4.871}} \quad \text{.....} \quad (١)$$

حيث: h_f = فاقد الاحتكاك داخل المنقط (م).
l = طول المسار (م).
d = قطر السريان (مم).
q = معدل التصرف (لتر/ساعة).
C = معامل هازن-ويليام.
k = ثابت تعديل الوحدات.

ورغم أن علاقة هازن-ويليام تفضل لسهولتها إلا أن بها بعض المساوئ، فالمعامل C لا يتضمن رقم رينولد وبالتالي لا يأخذ تأثير اللزوجة الحركية أو الحرارة بعين الاعتبار، كذلك فإن المعامل C يعتبر ثابت في المعادلة، والحقيقة أن العديد من الأبحاث أثبتت أن هذا المعامل يتغير بتغير قطر السريان [١٢، ١٣]. لذا فإن الحسابات باستخدام معادلة "هازن-ويليام" قد لا تكون الخيار الأفضل لعدم دقتها في العديد من الظروف.

والعلاقة التي يمكن أن تقدر فاقد الاحتكاك داخل المنقطات بشكل أدق هي علاقة "دارسي وايزباك" وتكتب كالتالي:

$$h_f = f\frac{l}{d}\left(\frac{\upsilon^2}{2g}\right) \quad \text{.....} \quad (٢)$$

حيث: h_f = فاقد الاحتكاك داخل المنقط (م).

f = معامل الاحتكاك في علاقة دارسي وايزباك.
υ = سرعة السريان (م/ث).
g = عجلة الجاذبية الأرضية (= ٩,٨١ م/ث^{٢}).
l = طول المسار (م).
d = قطر السريان (مم).

كذلك وللأغراض التطبيقية والتصميمية، يمكن وصف الأداء الهيدروليكي للمنقط من خلال علاقة تجريبية تربط بين التصرف (q) وضغط التشغيل عند المنقط (h) [٤] وتكتب بالصيغة التالية:

$$q = b\, h^{\beta} \quad \text{.....} \quad (٣)$$

حيث تمثل b و β ثوابت يمكن إيجادها من المعادلات التجريبية عند ظروف ثابتة. كما يعبر الثابت β عن خصائص مجال السريان للمنقط ويسمى بثابت التصرف للمنقط.

تطوير العلاقات التي تربط بين السريان ودرجة الحرارة

من الناحية الهيدروليكية يمكن تصنيف معظم المنقطات كمنقطات ذات مسار طويل، ومنقطات فوهة، ومنقطات دوامية، ومنقطات الضغط المعادل ثم الأنابيب الرشحية. وترتبط الخصائص الهيدروليكية لكل منقط بنوع أو مجال السريان flow regime داخل المنقط والذي يمكن تصنيفه من خلال رقم رينولد، حيث يمكن بواسطته تحديد نوع السريان كالتالي: لرقم رنولد الذي يساوي أو يقل عن ٢٠٠٠ يكون السريان طبقي، وإذا تجاوز الرقم ٢٠٠٠ حتى ٤٠٠٠ يعتبر السريان غير مستقر، أما للسريان المضطرب جزئيًا فيكون الرقم بين ٤٠٠٠ و ١٠٠٠٠، وعندما يزيد رقم رينولد عن ١٠٠٠٠ فالسريان يكون مضطرب كليًا. ومن الناحية العملية يمكن تصنيف أنواع المنقطات حسب نوع السريان وثابت المنقط ، فمنقطات المسار الطويل التي تتصف بالسريان الطبقي يتراوح ثابت المنقط فيها بين ٠,٨ و ١ أما المنقطات الدوامية ذات المسار الطويل فيكون السريان فيها من النوع المضطرب جزئيًا وثابت المنقط يقارب ٠,٧ ، أما منقطات الفوهة أو المسار المتعرج فالسريان فيها من النوع المضطرب والثابت يقارب ٠,٥

وعندما ينخفض الثابت عن ٠,٥ فإن المنقط يكون من النوع المعادل للضغط (ذاتي التنظيم) [٣، ٩، ١٤، ١٥]. وبصفة عامة فعندما تتراوح القيمة بين ٠,٨ و ١ فإن السريان يكون طبقي، أما إذا كانت القيمة منخفضة وتقل عن ٠,٣ فالسريان يمكن أن يوصف بأنه مضطرب والقيم المتوسطة تدل على سريان غير مستقر أو مضطرب جزئيًا [١، ١٤] ،(الجدول رقم ١).

الجدول رقم (١). العلاقة بين أنواع المنقطات ونوع السريان وثابت المنقط

نوع السريان	نوع المنقط	ثابت المنقط
متغير	المعادلة للضغط Pressure Compensating Emitters	٠
		٠,١
		٠,٢
		٠,٣
	الدوامية Vortex Emitters	٠,٤
مضطرب كليًا	الفوهة، والمسار المتعرج Orifice Flow and Tortuous Path Emitters	٠,٥
		٠,٦
مضطرب جزئيًا	مسار دورني طويل Long or Spiral Path Emitters	٠,٧
		٠,٨
طبقي	أنبوب ذو قطر صغير Micro Tube Emitters	٠,٩
طبقي كليًا	سريان شعري Capillary Flow	١,٠

كما ترتبط اللزوجة الحركية برقم رينولد من خلال العلاقة التالية:

$$R_n = \frac{\upsilon\, d\, \rho}{\mu} \quad \text{.....} \quad (٤)$$

أو يمكن كتابتها كالتالي:

$$R_n = \frac{\upsilon\, d}{\nu} \quad \text{.....} \quad (٥)$$

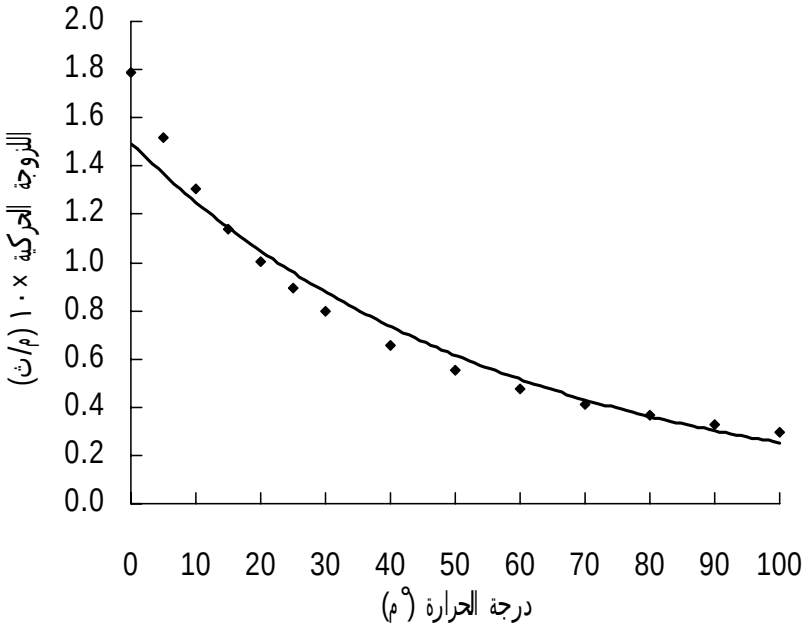
حيث: R_n = رقم رينولد.
ν = اللزوجة الحركية (م^٢/ث).
μ = اللزوجة (باسكال.ث).
ρ = الكثافة (كجم/م^٣).
υ = سرعة السريان (م/ث).
d = قطر السريان (مم).

ترتبط اللزوجة الحركية بدرجة الحرارة من خلال العلاقة:

$$\nu = 1.4948e^{-0.0178T} \quad (R^2 = 0.9737)$$

.....(٦)

العلاقة السابقة تم إيجادها (الشكل رقم ١) من جدول للزوجة الحركية مقابل درجات الحرارة المنشور في الملحق الثاني من كتاب ميكانيكا السريان [٧].



الشكل رقم (١). العلاقة بين اللزوجة الحركية ودرجة الحرارة.

وهكذا يمكن كتابة رقم رينولد بدلالة درجة الحرارة (T)كالتالي:

$$R_n = 0.669 \upsilon d e^{0.0178T} \quad \text{.....(٧)}$$

ولإيجاد التغير في فاقد الضغط أو التصرف من المنقط بدلالة درجة الحرارة لأنواع السريان المختلفة يمكن اشتقاق العلاقات التالية:

أ) السريان الطبقي ($R_n \le 2000$):

$$f = \frac{64}{R_n} = \frac{95.667e^{-0.0178T}}{\upsilon d}$$

..... (٨)

بالتعويض في علاقة دارسي وايزباك:

$$h_f = \frac{95.667e^{-0.0178T}}{\upsilon d}\left(\frac{l}{d}\right)\left(\frac{\upsilon^2}{2g}\right)$$

..... (٩)

ويكون التصرف من العلاقة السابقة:

$$h_f = 4.88e^{-0.0178T}\left(\frac{l}{d^2}\right)\upsilon$$

..... (١٠) ومن علاقة الاستمرار:

..... $q = \upsilon a$

(١١)

$$q = \upsilon\frac{\pi d^2}{4}$$

.....(أ١١)

$$\upsilon = \frac{4q}{\pi d^2}$$.....(ب١١)

حيث: a = مساحة مقطع السريان (م^2).

وهكذا تصبح العلاقة رقم (١٠) كالتالي:

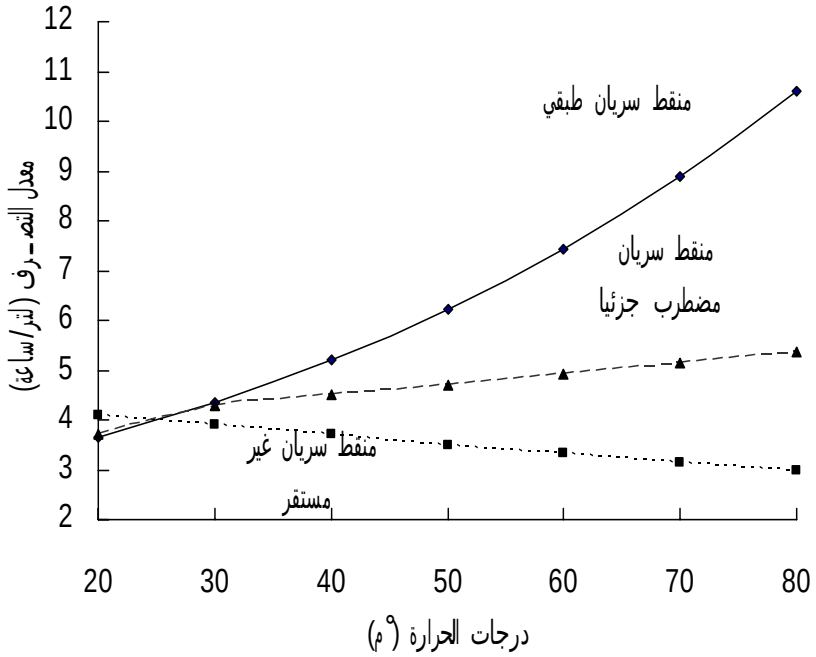
$$h_f = 6.21e^{-0.0178T}\left(\frac{l}{d^4}\right)q$$ .....(١٢)

أو يمكن التعبير عن التصرف بدلالة الضغط:

$$q = 0.161e^{0.0178T}\left(\frac{d^4}{l}\right)h_f$$

(١٣).....

ويوضح الشكل رقم (٢) منحنى العلاقة النظرية بين التصرف ودرجة الحرارة لمنقطات السريان الطبقي.



الشكل رقم (٢). المنحنيات النظرية لعلاقات معدل التصرف بدرجة الحرارة لنظم السريان المختلفة للمنقطات.

ب) السريان غير المستقر ($2000 < R_n \leq 4000$):

$$f = 3.42x10^{-5}\,xR_n^{0.85}$$ .....(١٤)

$$f = 2.43x10^{-5}\left(\upsilon de^{0.0178T}\right)^{0.85}$$

(أ١٤).....

بالتعويض في علاقة دارسي وايزباك:

$$h_f = 0.2472x10^{-5}\left(e^{0.0178T}\right)^{0.85} ld^{-5.85} q^{2.85}$$

(١٥).....

كما يمكن إيجاد التصرف من العلاقة:

$$q = \left[4.045x10^{5}\left(e^{0.0178T}\right)^{-0.85} l^{-1} d^{5.85} h_f\right]^{0.351}$$

(١٦).....

ويوضح الشكل رقم (٢) منحنى العلاقة السابقة للسريان غير المستقر.

ج) السريان المضطرب جزئيًا ($4000 < R_n \leq 10000$):

$$f = 0.316R_n^{-0.25}$$

(١٧).....

$$f = 0.349\left(\upsilon de^{0.0178T}\right)^{-0.25}$$ (أ١٧).....

بالتعويض في علاقة دارسي وايزباك:

$$h_f = 0.0272\left(e^{0.0178T}\right)^{-0.025} ld^{-4.75} q^{1.75}$$

(١٨).....

ويكون التصرف:

$$q = \left[36.78\left(e^{0.0178T}\right)^{0.25} l^{-1} d^{4.75} h_f\right]^{0.571}$$

(١٩).....

ويبين الشكل رقم (٢) المنحنى الممثل للعلاقة السابقة.

المواد وطرق البحث

أجريت التجارب في معامل قسم الهندسة الزراعية بكلية علوم الأغذية والزراعة - جامعة الملك سعود بالرياض. تتألف مكونات التجربة من خزان معدني سعته ٢٥٠ لتر مثبت به في أحد الجوانب مجس حراري (ثرمومتر) زئبقي لقياس درجات الحرارة، كما ثبت أيضًا أنبوب بلاستيكي على طول الخزان (مانومتر) لقياس مستوى الماء في الخزان قرب القاع. ركب أعلى الخزان سخان سعته ٥٠ لتر وقدرته ١,٢ كيلووات؛ لتوفير الماء بدرجات حرارة مختلفة والذي يأتي من السخان إلى الخزان عبر أنبوب به صمام للتحكم في كمية الماء الحار، وبالتالي بدرجة الحرارة في الخزان، كما يصل إلى الخزان أنبوب لتوصيل الماء البارد من شبكة المياه في المعمل. يخرج الماء من الخزان عبر أنبوب قطره ٥١ مم إلى مضخة نابذة قدرتها ٠,٥٦ كيلووات (٠,٧٥ حصان) ركبت في مستوى الخزان، ومن المضخة إلى الأنبوب الحامل للمنقطات الذي قطره ٢٠ مم وطوله ١١متر. ولتسهيل وضع أوعية تجميع المياه تحت المنقطات والمحافظة على استقامة الأنبوب، تم رفع الأنبوب عن مستوى الأرض بواسطة بعض الركائز بارتفاع يصل إلى ٢٠٠ مم. كذلك وللتأكد من الحصول على ضغط التشغيل المناسب وضع مقياسين للضغط (مقياس بوردون) الأول بعد المضخة مع بداية أنبوب المنقطات، والآخر مع نهاية الأنبوب بالإضافة إلى عدد من الصمامات. كما ركب مرشح في بداية الخط لضمان الحصول على المياه الخالية من

الشوائب والتي يمكن أن تؤثر على أداء المنقطات، يوضح الشكل رقم (٣) مكونات التجربة.

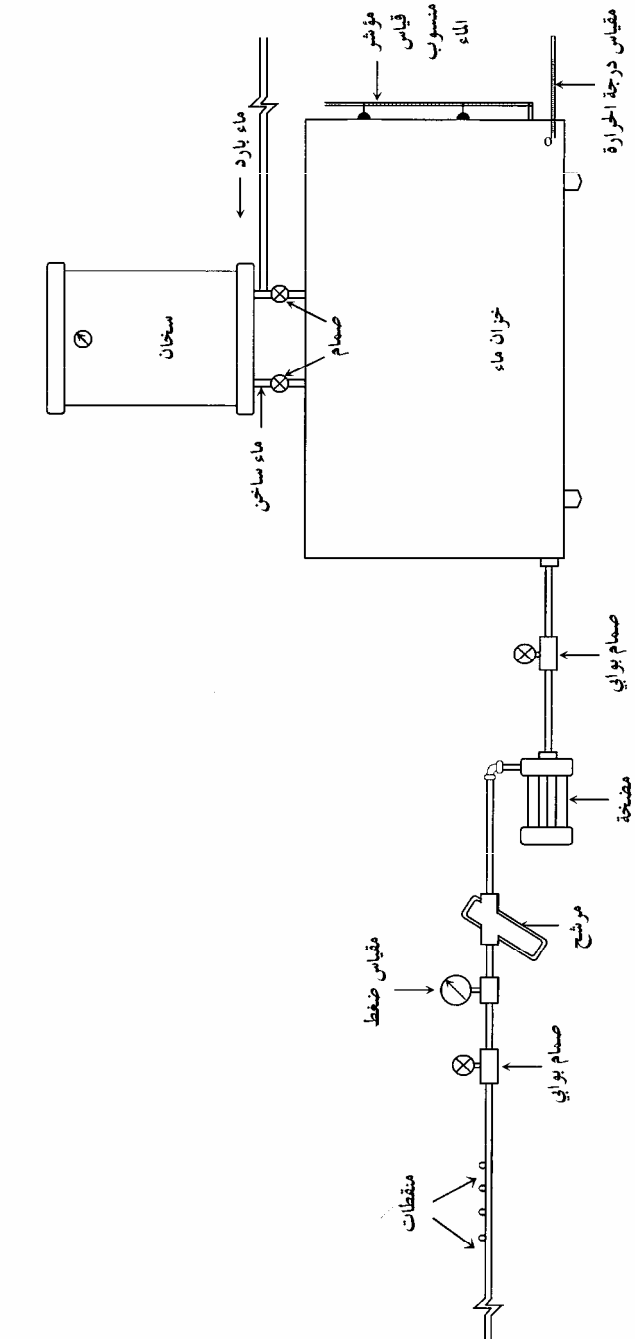
أجريت التجارب على خمسة أنواع مختلفة من المنقطات المستخدمة محليًا والتي لها الخصائص الموضحة في الجدول رقم (٢). لجميع المنقطات المستخدمة في التجارب تصرف ثابت (٤ لتر/ساعة)، وتعمل عند أربعة ضغوط تشغيلية هي: ٥٠، ١٠٠، ١٥٠ و ٢٠٠ كيلو باسكال (٠,٥، ١، ١,٥، ٢ بار)، وعند درجات حـرارة متباينة تبدأ من ٢٠ حتى ٨٠ ْم بفارق قدره ١٠ ْم . وتمت التجارب بتركيب ١٠ منقطات جديدة متماثلة من كل نوع على أنبوب المنقطات وبمسافات بينية تصل إلى متر واحد ثم تشغل المضخة وعند استقرار الضغط ودرجة الحرارة المحددين للتجربة يتم جمع المياه الخارجة من المنقطات في زمن معين ثم يحسب التصرف لكل منقط ثم متوسط التصرف لجميع المنقطات. وتعاد التجارب عند الضغوط ودرجات الحرارة الأخرى، وقد كانت درجة الحرارة في المعمل أثناء إجراء التجارب حوالي ٢٦ ْم.

يتم حساب ثابت التصرف للمنقط من العلاقة:

$$\beta = \frac{\log \frac{q_1}{q_2}}{\log \frac{h_1}{h_2}}$$

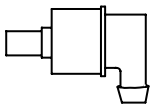
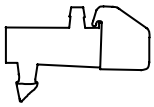
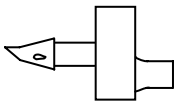
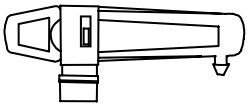
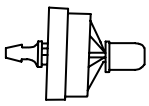
.....(١٩)

حيث: q_1 و q_2 التصرف للمنقط عند ضغطي التشغيل h_1 و h_2 بالترتيب.



الشكل رقم (٣). مكونات التجربة.

الجدول رقم (٢). خصائص المنقطات المستخدمة في التجارب

رمز المنقط	اسم المنقط	نوع المنقط	الشركة الصانعة	شكل المنقط	نوع السريان	ثابت المنقط (β)	مدى التشغيل كيلو باسكال (ضغط جوي)
A	Flapper	معادل للضغط (ذو قدرة غسيلية)	Irrideloc		غير مستقر	٠,٢٢	٢٧٥-٧٠ (٢,٧٥ -٠,٧)
B	Turbo Key	ذو مسار طويل	RIS		مضطرب جزئيا	٠,٣٤	١٤٠-٨٤ (١,٤٠ -٠,٨٤)
C	Rain Bug	معادل للضغط	Rain Bird		غير مستقر	٠,١٦	٢٠٠-١٠٠ (٢-١)
D	Rey Clip	ذو مسار طويل	MAIS		مضطرب جزئيا	٠,٣٢	٢٠٠-١٠٠ (٢-١)
E	PC Dripper	معادل للضغط	Netafim		مضطرب جزئيا	٠,٣٠	١٥٠-١٠٠ (١,٥٠ -١)

النتائج والمناقشة

من العلاقات رقم (١٣ و ١٦ و ١٩) للسريان الطبقي وغير المستقر والمضطرب جزئيًا بالترتيب أمكن رسم المنحنيات البيانية (الشكل رقم ٢) والتي تبين نمط التأثير النظري لدرجات الحرارة المختلفة على السريان ويبدو من الأشكال أنه في حالة السريان الطبقي فإن معدل التصرف للمنقطات يزيد زيادة منتظمة بزيادة درجة الحرارة. أما في حالة السريان غير المستقر فإن التأثير يكون عكسياً، بمعنى أن معدل التصرف ينخفض بزيادة درجة الحرارة، وللسريان المضطرب جزئيًا يلاحظ أن هناك زيادة طفيفة في معدل التصرف مع زيادة درجات الحرارة، إلا أن هذه الزيادة لا تقارن بالزيادة الملحوظة في حالة السريان الطبقي. وفي حالة السريان المضطرب كليًا ($R_n>10000$) فإنه من الثابت كما تشير معظم المراجع أن تأثير الحرارة على التصرف لا يذكر كما أشير إلى ذلك في "الخلفية النظرية".

وكما أن فاقد الاحتكاك داخل المنقط يتناسب طرديًا مع معدل التصرف من المنقط فإنه من المتوقع أن يكون لدرجة الحرارة تأثير مباشر في فاقد الاحتكاك (المعادلة رقم ٢)، وبنفس النمط لمعدل التصرف، أي أن فاقد الاحتكاك يزيد بزيادة درجات الحرارة لمنقطات السريان الطبقي وينخفض بزيادة الحرارة لمنقطات السريان غير المستقر.

تبين نتائج التجارب المعملية على الخصائص الهيدروليكية للمنقطات المستخدمة في التجارب أن هناك تأثيرًا ملحوظاً لدرجة الحرارة على الأداء لبعض المنقطات، فللمنقط الأول (A) ذو السريان غير المستقر ،يلاحظ أن معدل التصرف ينخفض بزيادة درجة الحرارة (الشكل رقم ٤)، كذلك الحال بالنسبة للمنقط الثالث C (الشكل رقم ٥)، أما المنقطات الثلاثة الأخرى B,D,E فلها أداء معاكس، تمثل في زيادة لمعدل التصرف عند زيادة درجة الحرارة

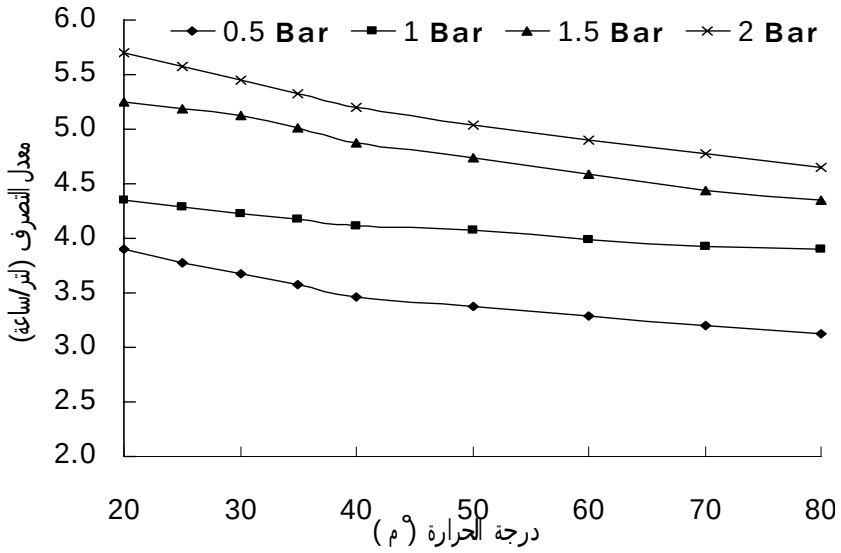
(الأشكال أرقام ٤ و ٦ و ٧). يلاحظ أن التغير في معدل التصرف نتيجة للتغير في درجة الحرارة قد يصل إلى ١٧% لبعض المنقطات، حيث بلغ التغير للمنقط A عند ضغط تشغيل ١,٥ ضغط جوي، وللمنقطات (B و C و D و E) بلغت ٨% و ٧% و ١,٤% ٧% بالترتيب.

من المعتاد أن ترسم منحنيات تأثير درجات الحرارة مقابل ما يسمى بمعدل التصرف النسبي (وهو معدل التصرف عند أي درجة حرارة نسبة إلى معدل التصرف عند درجة حرارة تساوي ٢٠ ْم)، وتوضح الأشكال أرقام (٩ حتى ١٣) هذه المنحنيات للمنقطات المختلفة عند درجات الحرارة المختلفة، حيث يمكن تمثيل المنحنيات المختلفة بمعادلات خطية تأخذ الصيغة التالية:

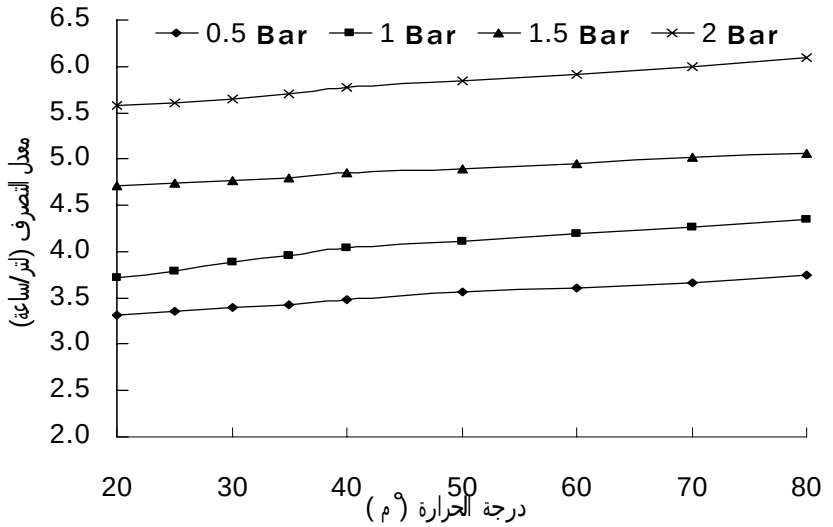
$$\frac{q_T}{q_{20}} = iT + j \quad \text{.....} \quad (٢١)$$

حيث i و j ثوابت تجريبية.

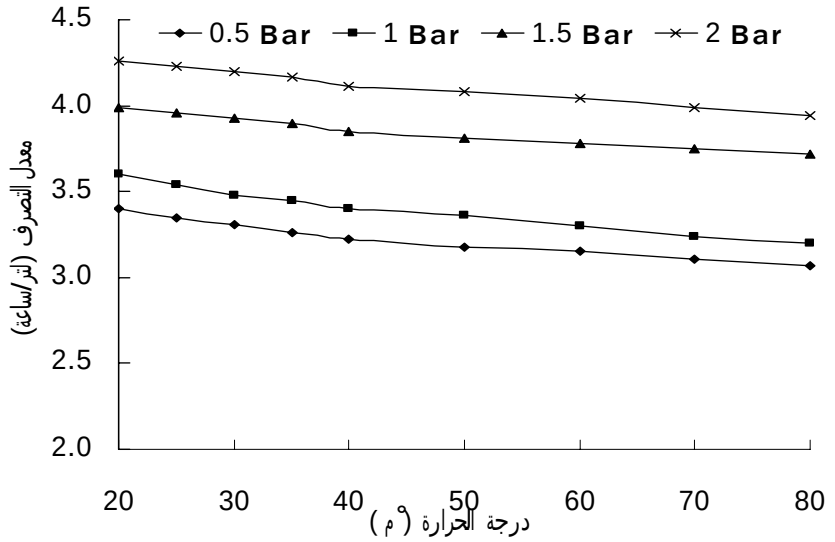
الثوابت التجريبية للمعادلات الخطية الممثلة لنمط العلاقة بين التصرف النسبي ودرجات الحرارة عند الضغوط المتباينة وللمنقطات المختلفة موضحة في الجدول رقم (٣).



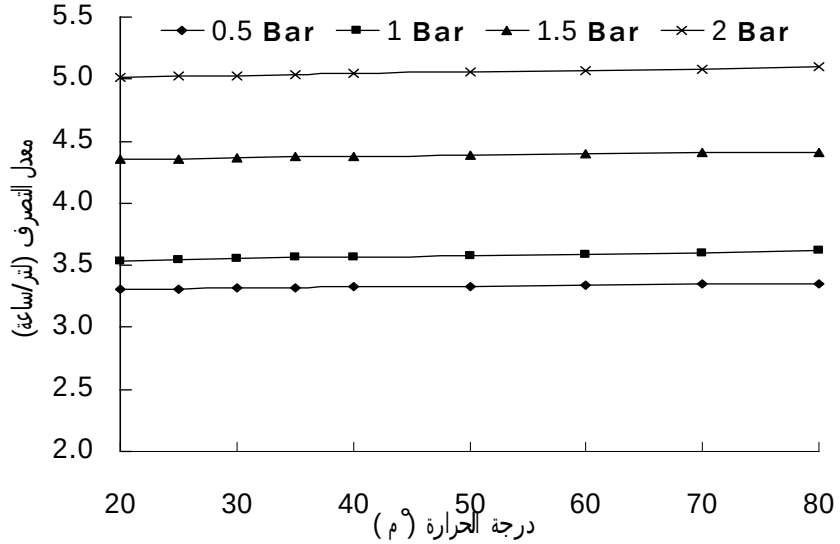
الشكل (٤). تأثير **درجة الحرارة** في **أداء المنقط A.**



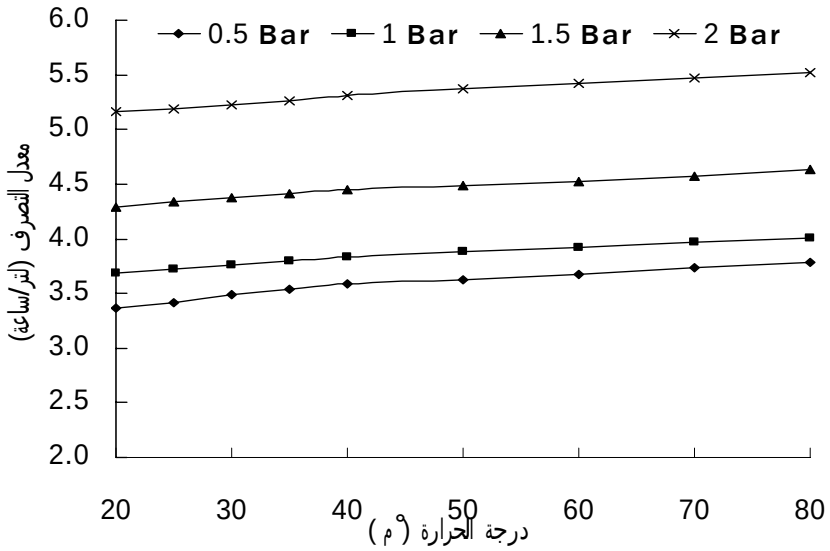
الشكل رقم (٥). تأثير **درجة الحرارة** في **أداء المنقط B.**



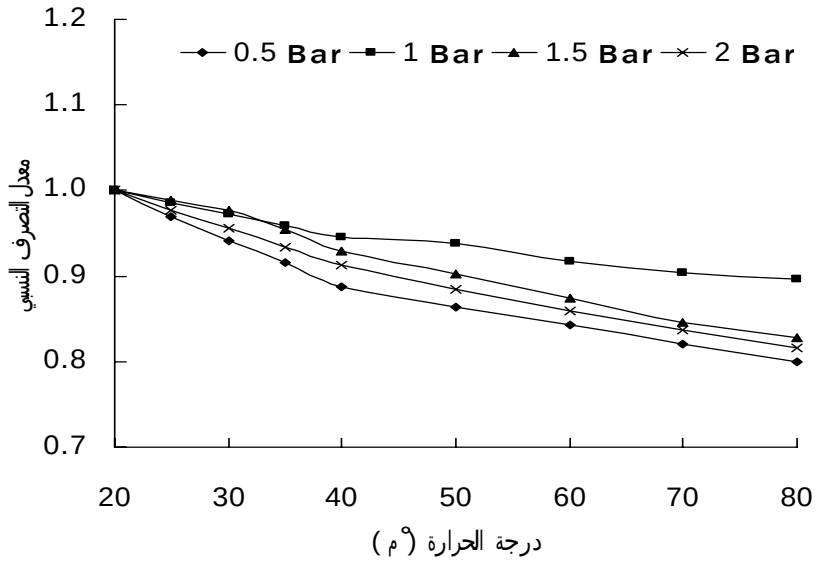
الشكل رقم (٦). تأثير درجة الحرارة في أداء المنقط C.



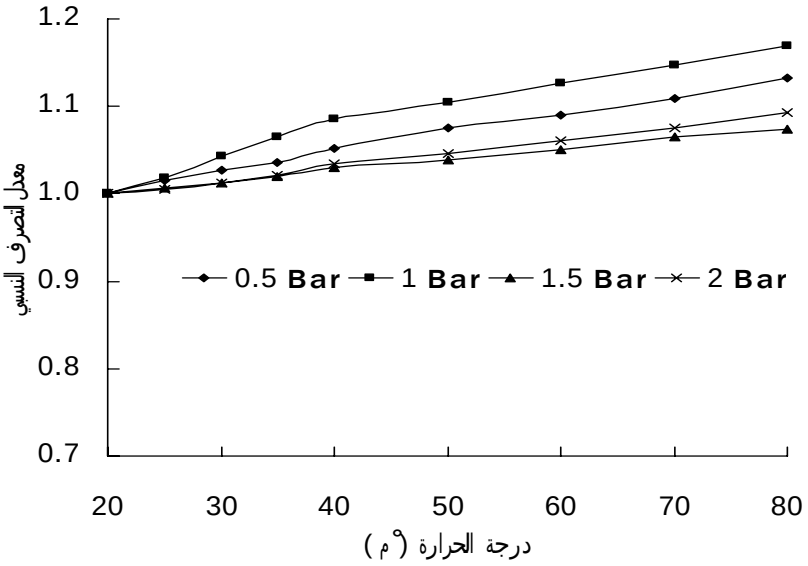
الشكل رقم (٧). تأثير درجة الحرارة في أداء المنقط D.



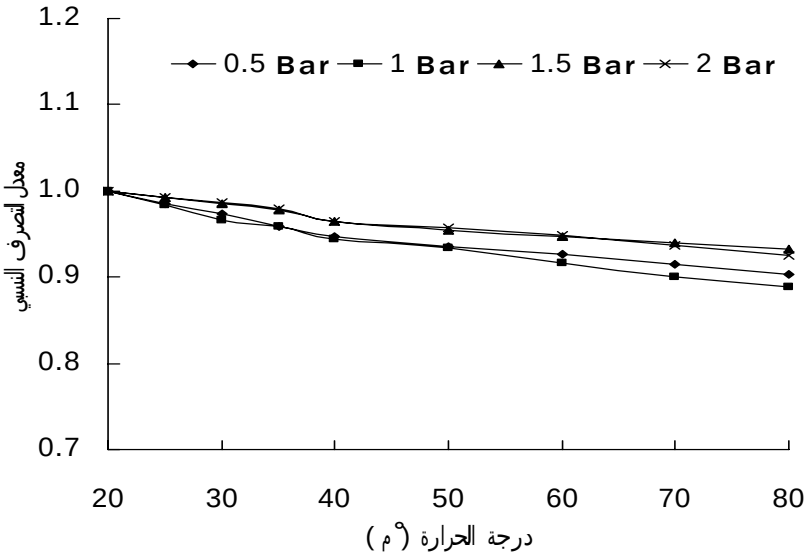
الشكل رقم (٨). تأثير **درجة الحرارة** في **أداء المنقط E.**



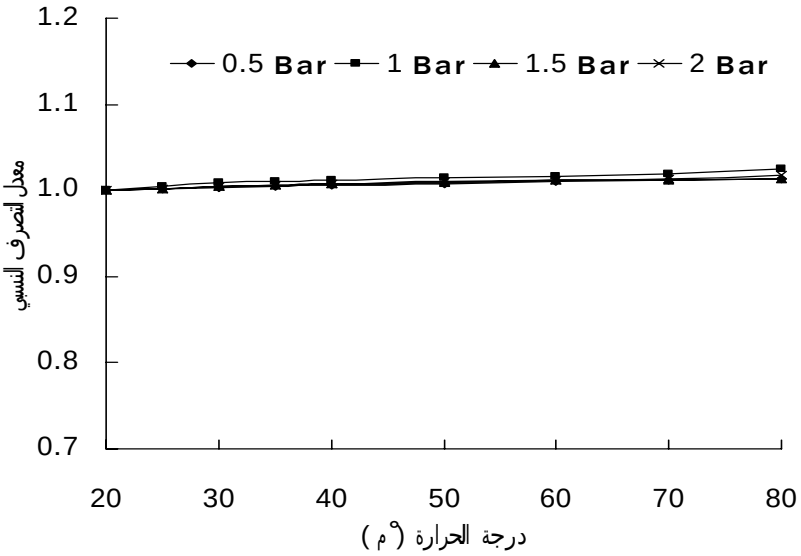
الشكل رقم (٩). تأثير **درجة الحرارة** في **معدل التصرف النسبي للمنقط A.**



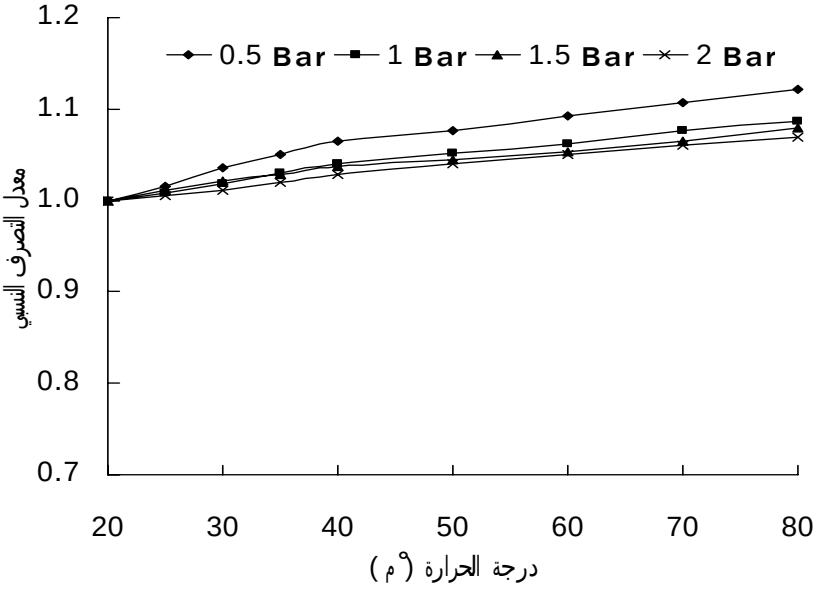
الشكل رقم (١٠). تأثير **درجة الحرارة** في **معدل التصرف النسبي للمنقط B.**



الشكل رقم (١١). تأثير **درجة الحرارة** في **معدل التصرف النسبي للمنقط C.**



الشكل رقم (١٢). تأثير **درجة الحرارة** في **معدل التصرف النسبي للمنقط D.**



الشكل رقم (١٣). تأثير **درجة الحرارة على معدل التصرف النسبي للمنقط E.**

يوضح الشكل رقم (١٤) تأثير الحرارة في ثابت المنقط، ويلاحظ أن هناك تأثيرًا واضحًا للحرارة على ثابت المنقط ولكنه يختلف باختلاف نوع المنقط، فمقدار الثابت للمنقطين A و B يتناقص مع زيادة الحرارة وللمنقط E يتناقص ولكن بمقدار قليل، أما بالنسبة للمنقطين (C, D) الآخرين فيبدو أن التأثير محدود جدًا.

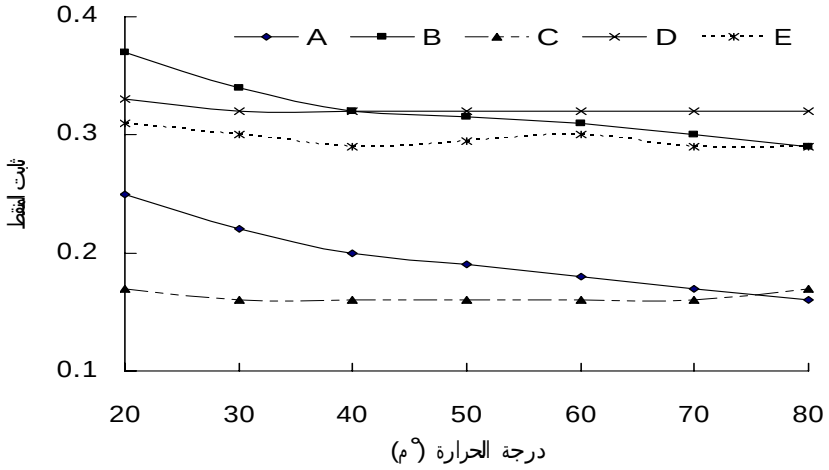
للتأكد من صحة العلاقات الرياضية التي تربط بين معدل التصرف ودرجة الحرارة، يوضح الشكلان رقما (١٥ و ١٦) تقارب المنحنيات التطبيقية من التجارب العملية مع المنحنيات النظرية في المدى الأول من درجات الحرارة، ولكن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة في الاختلاف بين النتائج النظرية والعملية. وبصفة عامة لمنقطات السريان الطبقي تكون النتائج النظرية أكبر من النتائج العملية، أما في منقطات السريان غير المستقر فتكون

الجدول رقم (٣). ثوابت العلاقة الخطية التي تربط بين التصرف النسبي ودرجة الحرارة [المعادلة رقم ٢١] للمنقطات المستخدمة في التجارب عند ضغوط التشغيل المختلفة

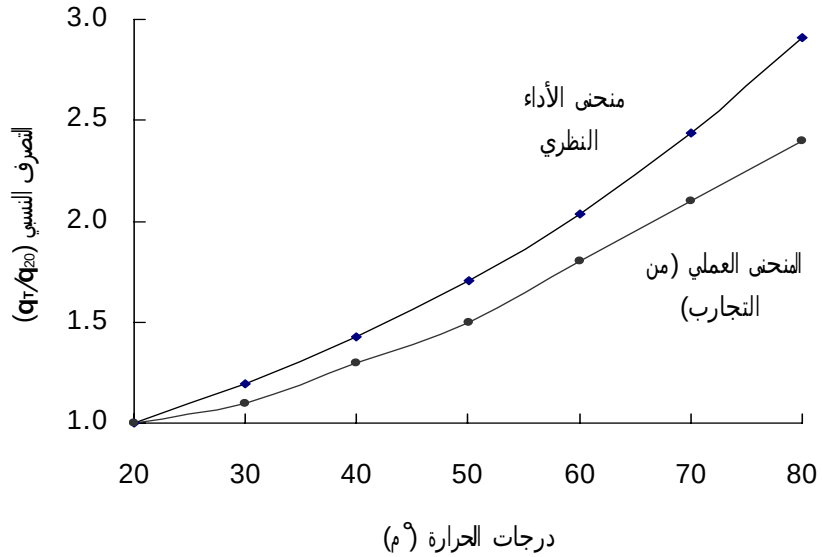
رمز المنقط	الضغط (بار)	i	j	R^2
A	٠,٥	٠,٠٠٣٢-	١,٠٣٨٧	٠,٩٤٦٧
	١,٠	٠,٠٠١٧-	١,٠٢٤٣	٠,٩٦٣٩
	١,٥	٠,٠٠٣-	١,٠٥٨٩	٠,٩٨٩٣
	٢,٠	٠,٠٠٣٣-	١,٠٥٨٧	٠,٩٧٢٢
B	٠,٥	٠,٠٠٢٢	٠,٩٦٢	٠,٩٩٤٥
	١,٠	٠,٠٠٢٨	٠,٩٥٠٢	٠,٩٦٩
	١,٥	٠,٠٠١٤	٠,٩٧٢١	٠,٩٩٥٦
	٢,٠	٠,٠٠١٦	٠,٩٦٦٥	٠,٩٩٦٨

C	٠,٥	-٠,٠٠١٦	١,٠٢٠٣	٠,٩٥١٨١
	١,٠	-٠,٠٠١٧	١,٠٢٢٧	٠,٩٧٣٤
	١,٥	-٠,٠٠١١	١,٠١٧٧	٠,٩٦٤٣
	٢,٠	-٠,٠٠١٤	١,٠٢٥٧	٠,٩٨٤٦
D	٠,٥	٠,٠٠٠٢	٠,٩٩٥٨	٠,٩٨٦
	١,٠	٠,٠٠٠٤	٠,٩٩٣٧	٠,٩٦٢٤
	١,٥	٠,٠٠٠٢	٠,٩٩٧٣	٠,٩٥٦٩
	٢,٠	٠,٠٠٠٣	٠,٩٩٦	٠,٩٨١١
E	٠,٥	٠,٠٠١٩	٠,٩٧٤٥	٠,٩٥٥٩
	١,٠	٠,٠٠١٤	٠,٩٧٩٥	٠,٩٨١٧
	١,٥	٠,٠٠١٣	٠,٩٨٠١	٠,٩٧٩٤
	٢,٠	٠,٠٠١٢	٠,٩٧٦٦	٠,٩٩٠٥

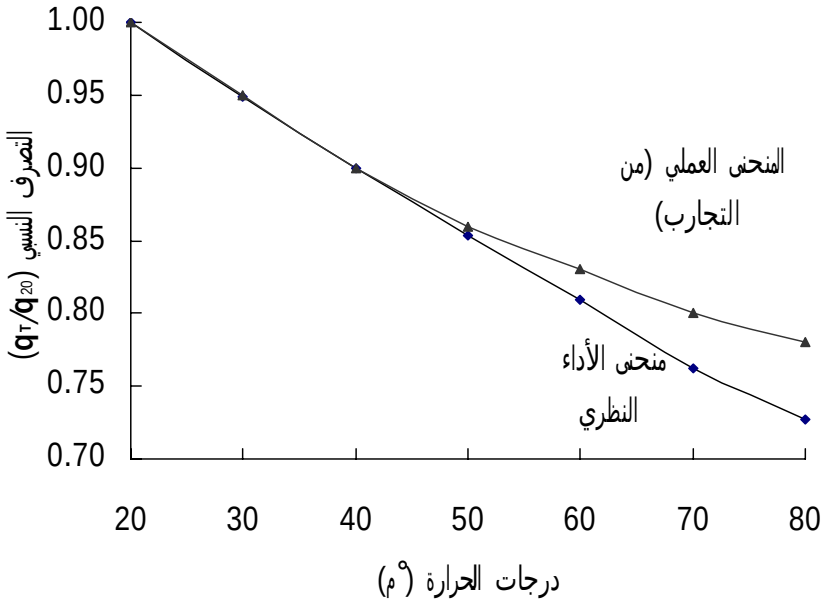
متطابقة حتى درجة الحرارة ٤٠°م، وعند زيادة درجة الحرارة أكبر من ذلك تصبح القيم العملية أكبر من النظرية.



الشكل رقم (١٤). تأثير **درجة الحرارة** في **ثابت التفكك.**



الشكل رقم (١٥). مقارنة الأداء العملي لتأثير درجات الحرارة على الأداء في منحنى الأداء النظري لمنقطات السريان الطبقي.



الشكل رقم (١٦). مقارنة الأداء العملي لتأثير درجات الحرارة في الأداء مع منحنى الأداء النظري لمنقطات السريان غير المستقر.

الخلاصة والتوصيات

أمكن في هذا البحث دراسة تأثير درجات حرارة مياه الري على تصرف بعض أنواع مختلفة من المنقطات من الناحية العملية والنظرية. ففي المجال التطبيقي أجريت تجارب عملية على أنواع مختلفة من المنقطات وعند درجات حرارة متفاوتة تتراوح بين ٢٠ و ٨٠ ْم ، وأوضحت النتائج أن هناك تفاوت في أداء المنقطات بتأثير الحرارة، فمنقطات السريان الطبقي والمضطرب جزئيًا يزيد فيها معدل التصرف مع زيادة الحرارة بينما ينخفض معدل التصرف مع زيادة درجة الحرارة لمنقطات السريان غير المستقر. كذلك تم تطوير علاقات نظرية تربط بين معدل التصرف ودرجة الحرارة تعمل عند مجالات مختلفة من السريان تشمل السريان الطبقي والسريان غير المستقر والسريان المضطرب جزئيًا. للتأكد من صحة العلاقات الرياضية التي تربط بين معدل التصرف ودرجة الحرارة، أجريت مقارنة مع النتائج العملية لوحظ فيها تقارب المنحنيات التطبيقية من التجارب العملية مع المنحنيات النظرية في المدى الأول من درجات الحرارة، ولكن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة في الاختلاف بين النتائج النظرية والعملية. وبصفة عامة لمنقطات السريان الطبقي تكون النتائج النظرية أكبر من النتائج العملية، أما في منقطات السريان غير المستقر فتكون متطابقة حتى درجة الحرارة ٤٠ ْم ، وعند زيادة درجة الحرارة أكبر من ذلك تصبح القيم العملية أكبر من النظرية. وتوصي الدراسة على أهمية اختيار المنقطات التي لها تأثر أقل بدرجة الحرارة، مثل منقطات السريان غير المستقر، ومحاولة تجنب منقطات السريان الطبقي عند التفاوت الكبير لدرجات الحرارة.

المراجع

[١] العمود، أحمد بن إبراهيم. نظم الري بالتنقيط. الرياض: النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود ، ١٩٩٩م.

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

[٣] Howell, T.A., Aljibury, F.K., Gitlin, H.M., Wu, I-Pai, Raats, P.A.C. and Warrick, A.W. "Design and Operation of Trickle Sytems, Chapter 16 in 'Design and Operation of Farm Irrigation Systems." *ASAE Monograph No. 3,* M.E. Jensen (Ed.), (1983), 829.

[٤] Keller, J. and Kermeli, D. "Trickle Irrigation Design Sprinkler Manufacturing Crop. Glendora." Ca. (1975), 133.

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

[٦] 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), 325-330.

[٧] Vennard, J.K. and Street, R.L. *Elementary Fluid Mechanics*. John Wiley and Sons. 1981, 685.

[٨] Streeter, V.L. and Wylie, E. *Benjamine. 1983. Fluid Mechanics*. New York: McGraw-Hill International Book Company, 1983, 562.

[٩] Solomon, K. "Evaluation Criteria for Trickle Irrigation Emission Devices." *7th Int. Agric. Plastics Congress*. San Diago, Ca. (1977), 97-102.

[١٠] 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 Agricultur*e, (1995), 958-966.

[١١] العمود، أحمد بن إبراهيم. "تباين تصرف المنقطات بتأثير درجة الحرارة." *مجلة جامعة الملك سعود*، م١١، العلوم الزراعية (١)، الرياض. (١٩٩٩)، ٢٥-٤٠.

[١٢] Howell, T.A. and Hiler, E.A. "Trickle Irrigation Lateral Design." *Transactions of the ASAE,* 17, No.5 (1974), 902-908.

[١٣] Hughes, T.C. and Jeppson, R.W. "Hydraulic Friction Loss in Small Diameter Pipelines." *Water Research Bulletin*, 14 (1978), 1159-1166.

[١٤] Kimura, L. "Emitter Hydraulics and Their Role in Obtaining a High Emission Uniformity Design." In: *Micro-irrigation Methods and Materials Update*. Conference

Proceedings, Aug. 22-23, Center for Irrigation Technology. (1986), 11-19.

[١٥] Wu, I.P., Gitlin, H.M., Solomon, K.H. and Saruwatari, C.A. "Design Principles, Chapter 2, in: Trickle Irrigation for Crop Production: Design Operation and Management. F. S. Nakayama and D.A. Bucks (Eds.) *Elsevier Science Publishers*, Amsterdam, (1986), 383.

ذ

Water Temperature Effects on Emitters Flow Rates

Ahmed I. Al-Amoud and Mohammed I. Al-Saud
Agricultural Engineering Department, College of food and Agriculture Sciences, King Saud University, Riyadh

(Received 9/2/1425 H.; accepted for publication 7/11/1425H.)

Abstract. Theoretical functions were developed to verify the relations between emitters discharge rates and water temperature. The functions describe the relations in different flow patterns including turbulent, laminar and steady and unsteady state flow. To verify the relations and to study the performance of emitters, laboratory experiments were carried out at different water temperatures levels ranged between 20 and 80 C. Results show effects of water temperature on emitter's performance were varied. The discharge rates of laminar flow emitters and partially turbulent flow emitters increase with the increase of water temperature while the flow rates of unsteady flow emitters decrease with the increase of water's temperature. The theoretical functions have comparable results with the laboratory study in the lower range of water temperatures, however; with the increase of water's temperatures the results diverge. In general, theoretical predictions of flow rates for laminar flow emitters are higher than laboratory measured, while the flow rates of unsteady flow emitters are equivalent to the measured when water temperature less than 40 ̊C, However, the measured rates are higher than the predicted otherwise.