

## تأثير طبوغرافية التربة على أداء نظام الري بالرش المحوري

باسم محمد نصيف الزبيدي

قسم الهندسة المدنية

كلية الهندسة/

تضمنت الدراسة تقويم أداء نظام الري بالرش المحوري في ظروف طبوغرافية متغيرة وذلك بالاعتماد على نموذج معين لنظام الري بالرش الم ومن ثم طبق النموذج على عدة حالات من الطبوغرافية مستوية وبانحدارات . وقد تضمنت الدراسة دراسة التوازن بين خصائص عمل المنظومة ومتطلبات تشغيل النظام الناتج من تأثير طبوغرافية التربة، وأن من المتطلبات الأساسية للتصميم والتشغيل الناجحين لهذه الأنظمة الإروائية هو التقويم الصحيح لخصائص تناسق توزيع الماء من المرشات إلى نقاط الحقل المتمثل بتناسق الإرواء ويتم ذلك من خلال . كما تضمنت هذه الدراسة أيضا تأثير الطبوغرافية على معامل التناسق من خلال عرض لبعض ستحصلة ولمختلف الحالات من الطبوغرافية.

وبينت نتائج الدراسة لحالة التوازن بين أداء المضخة ونظام الري بأن شحنة الضغط في بداية الأنبوب تزداد ولمسافة معينة منها إذا كان انحدار الأنبوب نحو الأعلى إلا أن مجموع التصريف الداخل للأنبوب يقل بسبب النقص الذي يحصل في (وبالتالي التصريف) عند الأجزاء الوسطية والبعيدة ( )  
الانبوب نحو الأسفل فانه يحصل العكس في هذه الحالة حيث يؤدي ذلك الى فرط أو زيادة كبيرة في شحنة الضغط عند الأجزاء السفلى من الانبوب وعلى العكس في بداية الانبوب وهذا بالتالي يؤثر على قيمة التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب. كذلك أوضحت الدراسة بأن تأثير الطبوغرافية على تناسق الإرواء في نظام الرش المحوري محدود بالرغم من التغيير الكبير الذي يحصل في شحنة الضغط على امتداد الانبوب وكذلك التغيير الذي يحصل في التصريف الداخل للأنبوب ويمكن أن يعزي ذلك إلى طبيعة التغيير في التصريف فضلاً عن طبيعة المعادلة الرياضية التي يتم بها حساب ( ) .

:طبوغرافية الأرض، أداء، الري بالرش المحوري.

## Effect of Soil Topography on Center Pivot Sprinkler Irrigation System

### Abstract

This study consist performance evaluation of Center Pivot Sprinkler Irrigation System in various cases of topography with based on a certain model ,the model is applied to difference cases of topography with uniformity slopes up hill and down hill .The equilibrium between

characterize of system operation and requirement of model operation in topography is study, the uniformity with which a sprinkler irrigation system applies water is an important aspect of that system performance and should be consider in design and management this system, this is achieved by determine uniformity coefficient, therefore this study also consist effect of topography on uniformity under different case of soil topography .

Result have been shown for case of equilibrium between pump and irrigation system that pressure head at the beginning of pipe will increase when was up hill slope but inflow decrease because deficit in pressure head and flowrate at middle and end of pipe and vice versa .Also the study showed that effect of topography on uniformity in center pivot is limited although a large change in pressure head and flowrate along the pipe ,and can be say that it is return to nature of change in flowrate and Christiansen's coefficient which it used to characterize water distribution uniformity.

## 1.

تبدأ عملية الري عادة عندما يحول الماء من الساقية الحقلية ويسلط على التربة بطرق مختلفة وما قبل هذه العملية هو مجرد نقل الماء وتوزيعه من المصدر الى الحقول. وان عدم استغلال الماء بشكل جيد في المزرعة قد يؤدي الى ضرر بالغ لما يحدث من مشاكل التبخر والملوح . ولذلك يستوجب تحديد طريقة الري الملائمة وكمية المياه التي تعطى للتربة وهناك ثلاث طرق رئيسية للإرواء وهي الري السحي والري بالرش والري بالتنقيط.

وتأتي طريقة الري بالرش بالدرجة الثانية عد الري السحي من حيث الاستخدام وان لنوع التربة دور كبيراً في تخدمها حيث إنها ملائمة لري الترب المزيجة والترب الرملية. والري بالرش هي الطريقة التي يسלט الماء فيها ( على شكل رذاذ يحاكي المطر بحيث لا يحدث جريان سيح سطحي على الأرض بالمفهوم الاعتيادي للسبح[11]). تتضمن طريقة الري بالرش مجموعتين رئيسيتين من الأنظمة وهما الأنظمة الثابتة المتحركة تكون المباتق دائمة الحركة خلال عملية الارواء ومن الأنواع الشائعة لهذه الأنظمة هو نظام الري بالرش [9].

يعد نظام الري بالرش المحوري من نظم الري بالرش المتحركة المهمة لما يتميز به النظام من مزايا كثيرة أهمها التشغيل الذاتي حيث لا تحتاج عملية تشغيل هذا النظام إلى أيدي عاملة لأنه يروي الأرض الزراعية في أثناء دورانه وكل [4].

ومن العوامل التي تؤثر على أداء هذا النظام شدة واتجاه الرياح وطبوغرافية التربة وأن تغيير الطبوغرافية له تأثير على أداء هذا النظام[12]. يتم تقييم أداء نظم الري الحقلية بمعايير تعكس فعالية جودة استغلال ماء الري ومداهها في الحقل، ويعتبر تناسق الارواء هو احد هذه المعايير بسبب عجز أنظمة الري الحالية عن توزيع المياه بالتساوي على نقاط [11].

لا تحتاج طريقة الري بالرش الى عمليات تعديل وتدرج التربة كالتي يتطلبها الري السحي ويعد ذلك من المنافع الرئيسية للري بالرش لما لعملية تدرج وتعديل التربة من آثار سلبية على الترب فضلاً على الكلفة الباهظة والزمن اللازم لتنفيذ هذه العمليات و يؤخر المباشرة في استثمار المشروع. ان نظام الري بالرش المحوري لا يتطلب اية عمليات تدرج الارض وإنما يقام النظام على الارض الطبيعية ولكن تغير الطبوغرافية المستمر أثناء دوران الجهاز له تأثير على أداء هذا [8] . ولهذا تم في هذا البحث دراسة تأثير طبوغرافية التربة على أداء نظام الري بالرش المحوري.

## 2.

تم الاعتماد على نموذج افتراضي معين لنظام الري بالرش المحوري وطبق النموذج على عدة حالات مختلفة من الطبوغرافية وبانحدارات منتظمة نحو الأعلى ونحو الأسفل وللسهولة والتبسيط نأخذ مثال اشتغال نظام رش محوري في

(5%) (3%)

طول الانبوب الرئيسي 400م والفواصل بين المرشات ثابتة وتساوي (10) [10] ، وبهذا فان عدد المرشات الكلي يكون (40)

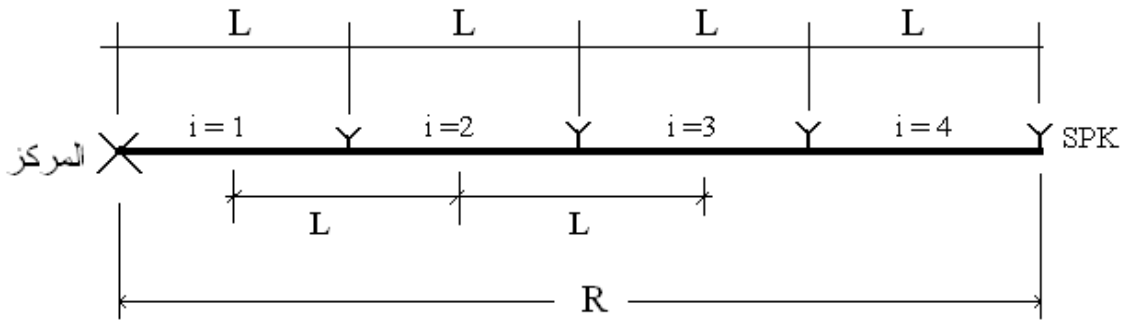
لدراسة تأثير الطبوغرافية على أداء نظام الري بالرش المحوري هناك ثلاثة مراحل، الأولى هي حساب تأثير الطبوغرافية على تصاريح المرشات وبالتالي على التصريف الداخل للأنبوب والثانية يتم فيها ايجاد حالة التوازن للنظام والثالثة هي حساب تأثير الطبوغرافية على تناسق الارواء.

حساب تأثير الطبوغرافية على تصاريح المرشات ومجموع التصريف الداخل للأنبوب الرئيسي

عادة يتم تصميم انبوب الرش على أساس إن انحداره يساوي صفر أي ( Level ) وبعدها يتم دراسة تأثير الطبوغرافية على التصميم بتحليل تأثير دوران الانبوب حول المركز. في مثالنا هذا يكون الانبوب مستويًا عندما يكون  $59^{\circ}$  درجة مئوية جنوب الشرق وباتجاه  $239^{\circ}$  درجة مئوية شمال الغرب. ويتم حساب تصاريح المرشات في هذه الحالة التي يكون الانبوب فيها مستويًا ومن ثم ندرس تأثير الاتجاهات الأخرى على التصريف. ويتم في هذه المرحلة حساب :-

: حساب تصريف المر

ان تصريف أي مرشه على امتداد الانبوب الرئيسي هو نسبة من التصريف الكلي المعطى (تصريف المضخة). هذه النسبة تمثل حاصل قسمة المساحة التي تخدمها تلك المرشة على المساحة الكلية للحقل انظر الشكل(1) ويمكن أن يعبر ت الآتية:-



(1).

$$q_{spk} = \frac{A_{spk}}{A_T} * Q_T$$

$$q_{spk1} = \frac{A_{spk1}}{A_T} * Q_T$$

$$q_{spk1} = \frac{2\pi L^2}{\pi R^2} * Q_T$$

$$q_{spk2} = \frac{4L^2}{R^2} * Q_T$$

$$q_{spkn} = \frac{2nL^2}{R^2} * Q_T \dots\dots\dots(1)$$

:

$q_{spk}$  = تصريف المرشحة (m<sup>3</sup>/hr)

$A_{spk}$  = المساحة التي تخدمها المرشحة (m<sup>2</sup>)

$A_T$ : المساحة الكلية للحقل (m<sup>2</sup>)

$Q_T$ : التصريف الكلي (m<sup>3</sup>/hr)

:n



:R (m)

L: المسافة بين المرشات (m)

ثانياً: :

يرافق جريان الماء في الأنابيب ضياع بالطاقة بسبب الاحتكاك، يعتمد هذا الفقد على خشونة السطح الداخلي للأنبوب ، قطر الأنبوب ولزوجة الماء ، طول الأنبوب ، تصريف الأنبوب. وهناك الكثير من المعادلات الشاسعة الاستخدام من لدن مهندسي الري في حساب ضائعات شحنة الاحتكاك في الأنابيب واهم هذه المعادلات هي معادلة هيزن-ويليامز Hazen-Williams [5] [11] الآتية:-

$$H_f = 1.14 \times 10^9 \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.852} \left( \frac{L}{D^{4.87}} \right) \dots \dots \dots (2)$$

:H<sub>f</sub> (m)Q: تصريف الأنبوب (m<sup>3</sup>/hr)

:L (m)

:D (mm)

:C

إن حساب قيمة الشحنة الضائعة بالاحتكاك لكامل طول الأنبوب باستخدام المعادلة (2) يستوجب حساب قيمة الشحنة الضائعة بالاحتكاك لكل جزء من ذلك الأنبوب (أي في حالة وجود فتحات) والذي طوله يساوي الفاصلة بين الشحنة الضائعة بالاحتكاك في نهاية الأنبوب ( ) باعتماد العلاقة البسيطة الآتية :-

$$H_{new} = H_{old} - H_f \pm z \dots \dots \dots (3)$$

:H<sub>new</sub> شحنة الضغط للمرش في حالة تغير المنسوب (m).:H<sub>old</sub> (m).

z : الفرق في المنسوب بين نهايتي انبوب الرش (m) ويحسب من طول الأنبوب وميله.

تكون إشارة الحد الاخير من المعادلة (3) موجبة اذا كان انحدار الأنبوب نحو الأسفل وسالبة اذا كان انحدار وهذه المعادلة (3) يمكن من خلالها معرفة شحنة الضغط عند أي مرش على امتداد انبوب الرش.

يمكن استخدام المعادلة (1) لحساب تصريف المرشات في الحالة التي يكون فيها الانبوب مستويًا. ان تغير المنسوب على طول الانبوب الرئيسي يؤثر على تصريف المرش وللتبسيط فقد تم احتساب تأثير الفرق في منسوب الأرض على الشحنة وبالتالي على تصريف المرش من خلال المعادلة الآتية:-

$$q_{new} = q_{old} * \sqrt{\frac{H_{new}}{H_{old}}} \quad \dots\dots(4)$$

:

$q_{new}$ : تصريف المرش في حالة تغير المنسوب ( $m^3/hr$ ).

$q_{old}$ : تصريف المرش في حالة الانبوب مستوي ( $m^3/hr$ ).

ثانياً: حساب التصريف المار على امتداد أنبوب الرش المحوري

ان التصريف الذي يمر بالجزء الأول من الانبوب هو نفسه التصريف الكلي وبعد ذلك يتناقص التصريف بعد كل مرش على امتداد انبوب الرش وذلك بطرح قيمة تصريف المرش من التصريف المار في الانبوب قبل ذلك المرش ليعطي التصريف المار في جزء الانبوب بعد ذلك المرش انظر الشكل (1). وهكذا لبقية المرشات على امتداد انبوب الرش وحسب ادلات الآتية:-

$$Q_{i=1} = Q_T$$

$$Q_{i=2} = Q_T - q_{spk1}$$

$$Q_{i=3} = Q_T - (q_{spk1} + q_{spk2})$$

$$Q_{i=4} = Q_T - (q_{spk1} + q_{spk2} + q_{spk3})$$

$$Q_{i=4} = Q_T - Q_T \left( \frac{2L^2}{R^2} + \frac{4L^2}{R^2} + \frac{6L^2}{R^2} \right)$$

$$Q_{i=4} = Q_T \left[ 1 - \frac{2L^2}{R^2} (1 + 2 + 3) \right]$$

$$Q_{i=4} = Q_T \left[ 1 - \frac{2L^2}{R^2} \sum_{j=1}^{j=i-1} j \right]$$

$$Q_{i=4} = Q_T \left[ 1 - \frac{2L^2}{R^2} \left( \frac{i}{2} \right)^* (i-1) \right]$$

$$Q_{i=4} = Q_T \left[ 1 - \frac{L^2}{R^2} * i * (i-1) \right] \dots\dots\dots(5)$$

$$i=j+1$$

:

:j

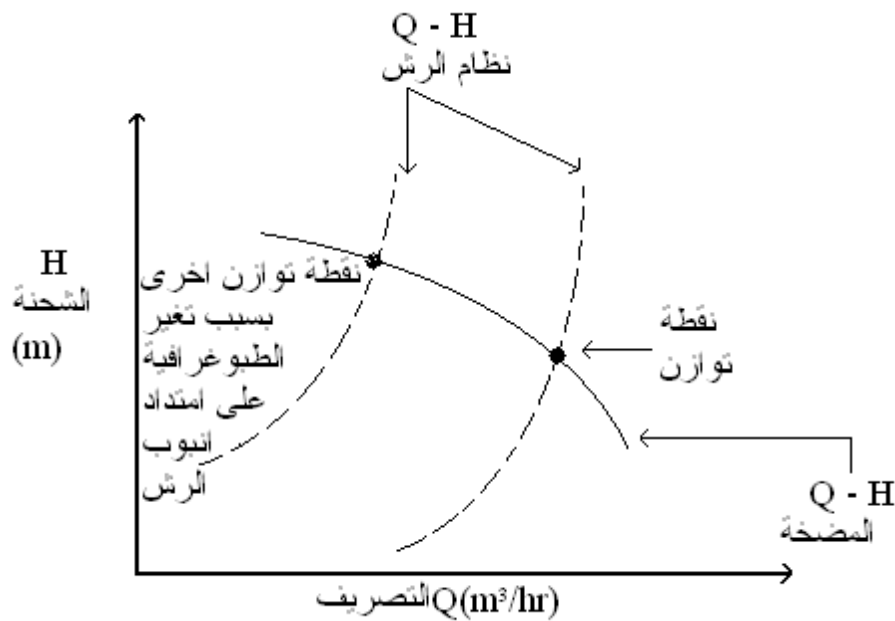
j

:i

(m<sup>3</sup>/hr)

Qi: التصريف الذي يمر في الجزء i

المرحلة الثانية: إيجاد حالة التوازن للنظام أي توازن اشتغال المضخة مع أداء نظام الرش حيث ان المضخة تعمل على منحنى خاص بها يسمى منحنى أداء المضخة وكما مبين في الشكل (2).



(2). يوضح توازن اشتغال المضخة مع أداء نظام الرش.

فعندما يدور انبوب الرش حول نقطة المركز فان شحنة الضغط والتصريف على امتداد الانبوب تتأثر وتتغير وبالتالي فان التصريف الكلي الداخل والشحنة في بداية الانبوب سوف تتغير ولكن هذا التغير لا يحصل بمعزل عن أداء المضخة حيث سيكون هناك حالة ( ) توازن بين الانبوب والمضخة. وهدفنا هو إيجاد تلك النقطة على هذا المنحني بحيث تتوازن مع التصريف الداخل لانبوب الرش وكذلك شحنة الضغط في بدايته.

(2) من اليمين إلى اليسار وبالعكس سوف يؤثر على كفاءة أداء المضخة وهذا بالتالي سيؤثر على كلفة الضخ.

الكلفة تتناسب عكسياً مع الكفاءة [11].

: تأثير الطبوغرافية على تناسق الارواء (Uc)

يعد التقويم الصحيح لخصائص تناسق توزيع الماء من المرشات إلى نقاط الحقل في أنظمة الري بالرش المحور (Center Pivot Sprinkler Systems) من المتطلبات الأساس للتصميم والتشغيل الناجحين لهذه النظم الإروائية [3]. لذا استهدفت الدراسة أيضاً استنباط نموذج حاسوبي يقوم بحساب معامل تناسق الإرواء (Ucc) مع إدخال تأثير طبوغرافية

:

إن من أهم خصائص أداء أنظمة الري هو حساب تناسق توزيع الماء ويمكن تقدير معامل التناسق بمعرفة أعماق الماء الواصلة إلى الأرض عند نقاط مختارة تقاس أعماق الماء بواسطة علب قياس توضع في هذه النقاط التي تعترض طريق دوران انبوب الرش المحوري. الري بالرش الثابتة تمثل كل علبة مساحة ثابتة بحيث يمكن إيجاد مثلاً معدل عمق الري بجمع أعماق المياه في هذه العلب ومن ثم تقسم على عدد العلب.

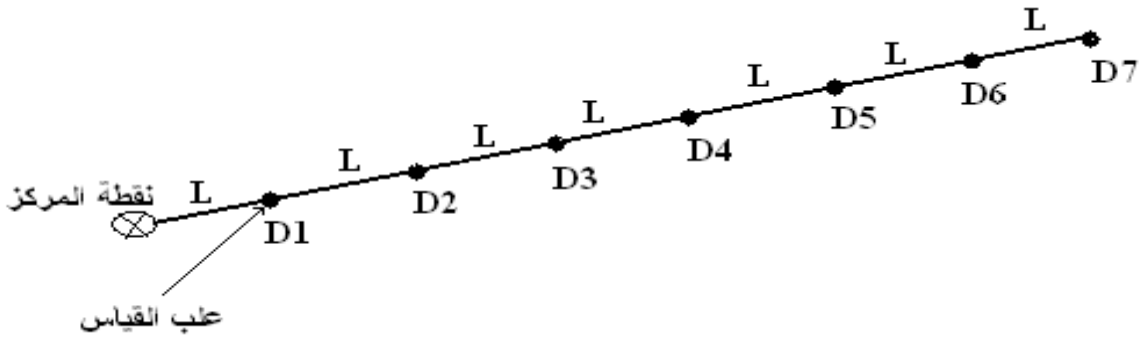
:

:

بالنسبة لنظام الري بالرش المحوري يتم وضع علب على امتداد نصف قطر الدائرة التي يغطيها الجهاز وتكون الفواصل بين العلب متساوية وهذا بالتالي يعني ان عمق الماء الساقط في أي علبة إنما يمثل عمق الارواء لحلقة (أو شريط) سمكه الفاصلة بين العلب وطوله هو محيط الدائرة المعرف نصف قطرها بالمسافة بين المركز والعلبة. وهذا بالتالي يعني لكل عمق ماء في العلبة وزن يختلف عن العلبة الأخرى بسبب اختلاف المساحة التي تمثلها كل علبة كما مبين في (3)، وعليه يكون حساب درجة تناسق الارواء معقداً بالمقارنة مع نفس الحسابات لحالة أنظمة الري بالرش الثابتة.

حيث يمكن حساب معدل عمق الماء المعطى للحقل (  $D'$  ) بقسمة الحجم الكلي للماء أي حجم الماء المتدفق من منظومة الري بالرش على التربة في دورة واحدة على المساحة الكلية وفي حالة اعتماد فواصل متساوية بين المرشات نحصل على

-:



(3). أعماق الماء في علب القياس على امتداد أنبوب الرش .

$$D' = \frac{L * 2 * \pi * L * D_1 + 2 * 2L * \pi * L * D_2 + 3L * 2 * \pi * L * D_3}{L * 2 * \pi * L + 2L * 2 * \pi * L + 3L * 2 * \pi * L + \dots}$$

$$D' = \frac{L^2 * 2 * \pi (D_1 + 2D_2 + 3D_3 + \dots)}{1 + 2 + 3 + \dots}$$

$$D' = \frac{(D_1 + 2D_2 + 3D_3 + \dots)}{1 + 2 + 3 + \dots}$$

ويمكن التعبير عن ذلك بصيغة عامة كالآتي:-

$$D' = \frac{\sum_{i=1}^n iD_i}{\sum_{i=1}^n i} \dots\dots\dots(6)$$

:  
: D' (mm)

n: عدد علب القياس

i:

$D_i$ : عمق الماء في علبة القياس  $i$  (mm)

ثانياً: حساب معامل تناسق توزيع الماء  $U_{cc}$  :

يتم حساب معامل تناسق الارواء لنظام الري المعتمد ( )  
(Christiansen's Coefficient) إن معامل كرسنتسن للتناسق هو النسبة بين معدل القيم المطلقة لانحرافات الأعماق  
[11] :-

$$U_{cc} = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D')}{\sum_{i=1}^n D_i} \right) 100\%$$

$$U_{cc} = \left( 1 - \frac{d'}{D'} \right) * 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

$U_{cc}$ : (%)

$d'$ : هو معدل الانحرافات المطلقة لأعماق الماء ( $D_i$ ) ( $D'$ ).

ويمكن حساب قيمة ( $d'$ ) من قسمة مجموع إجماع الانحرافات المطلقة على المساحة الكلية للحقل وتكون  
:-

$$d' = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n (D_i - D') * i \right]}{\sum_{i=1}^n i} \quad \dots\dots\dots(8)$$

## 3.

تم تشغيل النموذج على عدة حالات مختلفة من الطبوغرافية وبميل منتظمة نحو الأعلى ونحو الأسفل حيث تضمنت الدراسة تشغيل النموذج في ارض مستوية وكذلك وفي كل حالات الميل للأعلى والأسفل التي يمر بها انبوب الرش وان نتائج تشغيل النموذج تتضمن ثلاث مراحل وللتبسيط سوف يتم عرض نتائج كل مرحلة على حدة

-:

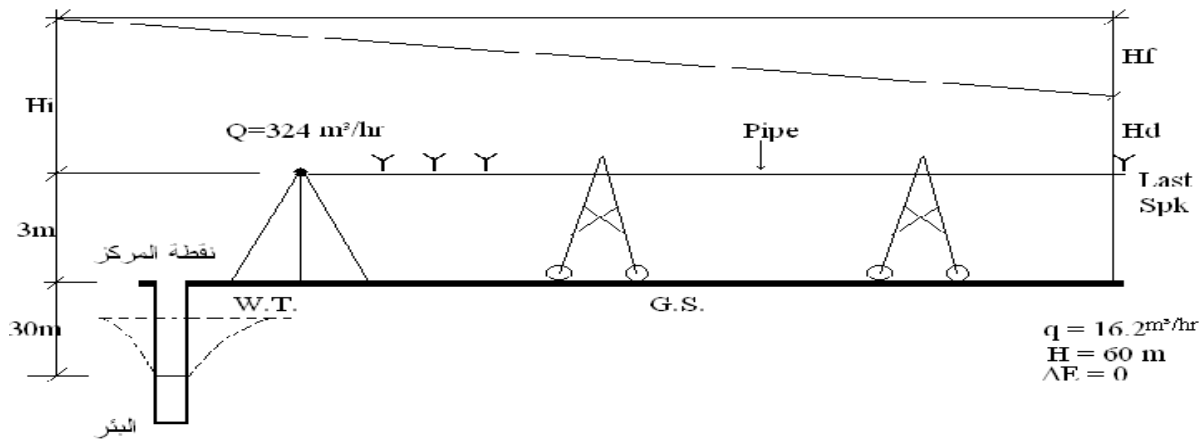
: نتائج تأثير الطبوغرافية على تصاريح المرشات ومجموع التصريف الداخل للأنبوب.

لقد تم حساب التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب لمختلف القيم من الشحنة الافتراضية في نهاية الانبوب

: عندما يكون الانبوب مستو (Level) أي عندما يكون ميل الأرض صفر (Zero slope).

ان أنظمة الرش المحوري تصمم ابتداءً لتعطي أفضل تناسق ارواء عندما يكون سطح التربة أفقياً ومن ثم يدرس

تأثير الطبوغرافية على الأداء في مثالنا هذا يكون الانبوب مستويا كما مبين في الشكل (4) عندما يكون باتجاه  $59^\circ$  مئوية جنوب الشرق وكذلك باتجاه  $239$  درجة مئوية شمال الغرب باعتبار أن الزاوية تساوي صفر عندما يكون الانبوب متجهاً نحو الشرق ومن ثم الدوران باتجاه عقارب الساعة ولدورة كاملة.



. (4)

ولقد تم احتساب تصاريح المرشات في هذه الحالة التي يكون فيها الانبوب مستويا باستخدام المعادلة (1) وان هذه الحالة تمثل الحالة التي يتم على أساسها تصميم نظام الري بالرش المحوري وحسب الفرضيات المأخوذة للدراسة. (1) يبين قيم التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب للحالة الأفقية أي عندما يكون الانبوب مستو (Level).



(1). قيم التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب للحالة الأفقية (Level).

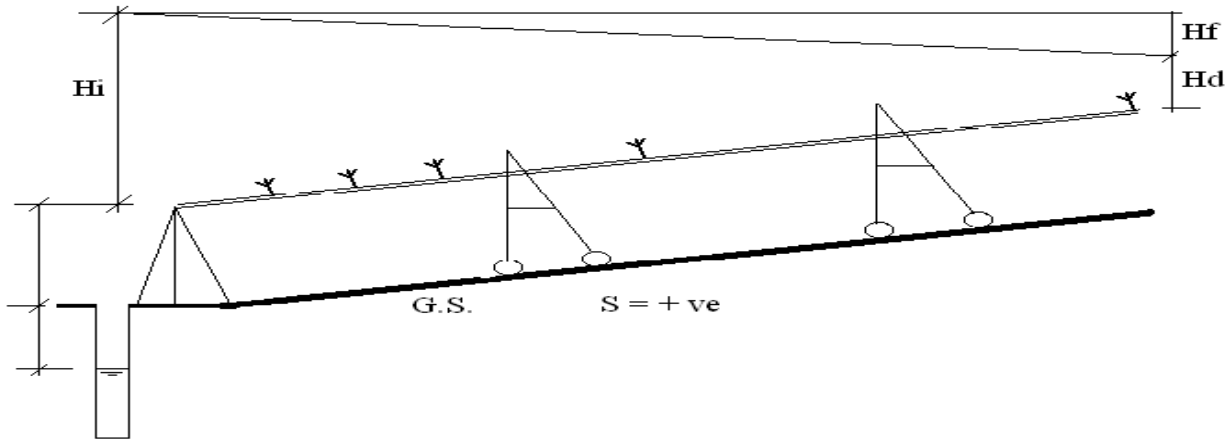
Slope = 0

PH LVL (m)	Q <sub>pipe</sub> (m <sup>3</sup> /hr)
58.5	324

ثانياً: عندما يكون انحدار الانبوب نحو الأعلى (Uphill slope)

يكون انحدار الانبوب للأعلى كما مبين في الشكل (5) في ثلاث حالات هي :-

1. عندما يكون الانبوب متجهاً نحو الشرق ففي هذه الحالة يكون الميل (5%).
2. عندما يكون الانبوب متجهاً نحو الشمال ويكون ميل الانبوب عندها (3%).
3. عندما يكون الانبوب متجهاً نحو الشمال الشرق والذي يكون عندها أعلى قيمة للميل هي (5.8%).



(+ve slope)

(5)

إن تغير منسوب المرشات على امتداد انبوب الرش يؤدي الى تغير الضغط والتصريف فيها حيث عندما يكون الانبوب للأعلى فإن الضغط داخل الانبوب وبالتالي ضغط المرشات يكون في هذه الحالة اقل من الضغط في حالة الانبوب (Level) وهذا يؤثر على تصريف المرشات على طول الانبوب الرئيسي وشحنة الضغط عند كل مرش وهذا بدوره يؤثر على قيمة التصريف الكلي في بداية الانبوب والشحنة الكلية في بداية الانبوب.

ان طريقة تخمين وحساب تأثير الميل على المرش يمكن أن يعبر عنها بتصريف المرش (q) الذي يتأثر بقيمة التغير في الشحنة (h) من تغير المنسوب وذلك باستخدام معادلة الفوهة (Orifice) [6] :-

$$q = Ca\sqrt{2gh} \dots\dots\dots(9)$$

:

q: تصريف المرشحة  $m^3/hr$ a:  $(m^2)$ 

h: (m)

g: التعجيل الأرضي (9.81)  $(m/s^2)$ 

C: معامل الفوهة تتراوح قيمته (0.95 – 0.98).

تبين الجداول (2) (3) (4) قيم التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب ولمختلف القيم الافتراضية من الشحنة في نهاية الانبوب PH END في حالة الميل للأعلى (Up hill) حيث نلاحظ من هذه الجداول ان قيمة التصريف في بداية الانبوب (Qpipe) وكذلك الشحنة في بداية الانبوب (PH SLOPE) تقل مع النقصان بالشحنة عند نهاية الانبوب (PH END).

(2) . التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب لمختلف القيم من الشحنة في نهاية الانبوب في حالة الميل (5%) أي عندما يكون الانبوب متجهًا نحو الشرق.

Slope = 5% (Up hill)

PH END (m)	PH SLOPE (m)	Qpipe ( $m^3/hr$ )
60	89.8	372.2
55	84.1	357.9
50	78.4	343.0
45	72.6	327.3
40	66.9	310.9
35	61.1	293.6
30	55.3	275.2
25	49.5	255.4
20	43.8	233.9
15	38.0	210.1
10	32.2	183.1
5	26.3	150.8

(3) التصريف الداخلى والشحنة في بداية الانبوب لمختلف القيم من الشحنة في نهاية الانبوب في حالة الميل (3%) للأعلى أي عندما يكون الانبوب متجها نحو الشمال.

Slope = 3% (Up hill)

PH END (m)	PH SLOPE (m)	Qpipe (m <sup>3</sup> /hr)
65	87.5	379.25
60	81.7	365.2
55	76.0	350.6
50	70.3	335.4
45	64.5	319.4
40	58.8	302.6
35	53.0	284.8
30	47.2	265.8
25	41.5	245.3
20	35.7	222.9
15	29.9	197.9
10	24.0	169.2
5	18.2	134.1

(4). التصريف الداخلى والشحنة في بداية الانبوب لمختلف القيم من الشحنة في نهاية الانبوب في حالة الميل (5.8%) للأعلى أي عندما يكون الانبوب متجها نحو الشمال الشرقي.

Slope = 5.8% (Uphill)

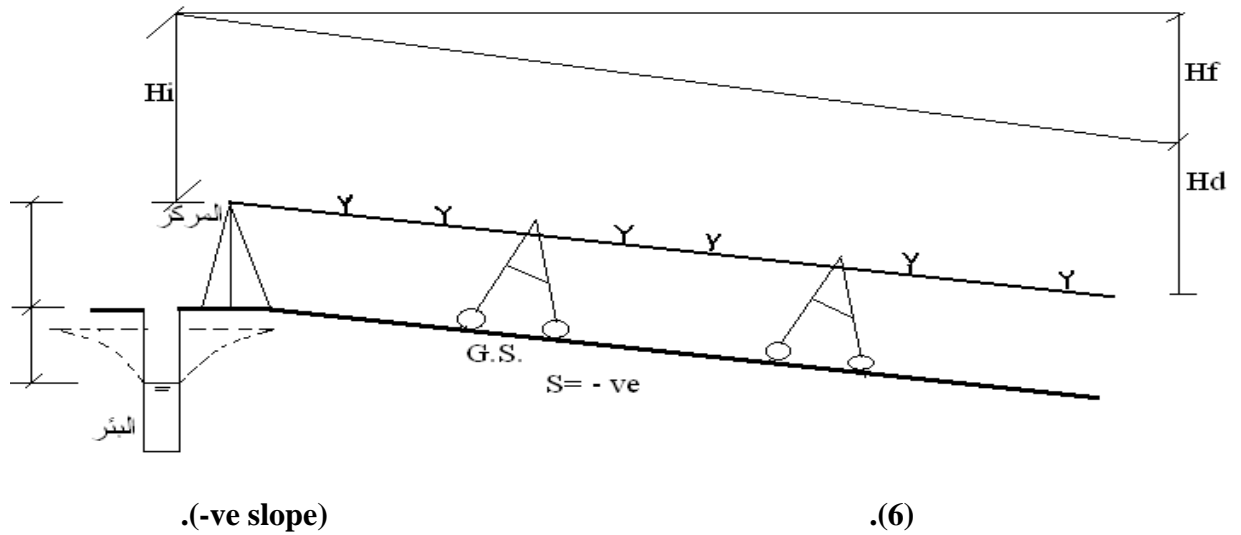
PH END (m)	PH SLOPE (m)	Qpipe (m <sup>3</sup> /hr)
65	98.8	388.65
60	93.0	375.0
55	87.3	360.7
50	81.6	345.9
45	75.8	330.5

40	70.1	314.2
35	64.3	297.0
30	58.6	278.8
25	52.8	259.3
20	47.0	238.1
15	41.2	214.7
10	35.4	188.3
5	29.5	156.9

: عندما يكون انحدار الانبواب نحو الأسفل (Down hill):

يكون انحدار الانبواب للأسفل كما مبين في الشكل (6) في ثلاث حالات هي:-

1. عندما يكون الانبواب متجهاً نحو الجنوب ففي هذه الحالة يكون الميل (3%) .
2. عندما يكون الانبواب متجهاً نحو الغرب والتي يكون عندها الميل (5%) .
3. عندما يكون الانبواب متجهاً نحو الجنوب الغربي والذي يكون أكبر حالة نزول للانبواب وقيمة الميل في هذه (5.8%) .



عندما يكون الانحدار للأسفل فإن الضغط داخل الانبوب يزداد على امتداده وبالتالي فإن الضغط عند هذه الحالة يكون أعلى من الضغط في حالة الانبوب المستوي وهذه الزيادة في الضغط للمرشات تؤدي الى زيادة في تصاريف هذه المرشات وعلى امتداد أنبوب الرش وكلما كان الفرق بالمنسوب اكبر بالمقارنة مع حالة الـ (Level) فإن الزيادة بالضغط تكون اكبر وكذلك الزيادة في تصريف المرشات تكون اكبر حيث نلاحظ ان الزيادة في تصاريف المرشات عند نهاية الانبوب تكون اكبر من الزيادة في تصاريف المرشات في بداية الانبوب وذلك بسبب التغير الكبير بالمنسوب عند نهاية الانبوب . وان هذه الزيادة في تصاريف المرشات سيؤثر أيضاً على قيمة التصريف في بداية الانبوب وكذلك شحنة الضغط في بداية الانبوب.

(5) (6) (7) تبين قيم التصاريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب ولمختلف القيم من الشحنة في نهاية الانبوب في حالة الميل للأسفل (Down hill). حيث نلاحظ من هذه الجداول ان قيم التصريف والشحنة في بداية الانبوب تزداد مع زيادة الميل وكذلك مع زيادة الشحنة عند نهاية الانبوب (PH END) للميل الواحد.

(5). التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب لمختلف القيم من الشحنة في نهاية الانبوب في حالة الميل (-3%) للأسفل عندما يكون الانبوب متجهاً نحو الجنوب.

Slope = -3% (Down hill)

PH END (m)	PH SLOPE (m)	Qpipe (m <sup>3</sup> /hr)
30	22.9	234.1
35	28.7	255.5
40	34.3	275.2
45	40.2	293.6
50	45.96	310.9
55	51.7	327.3
60	57.5	342.9
65	63.2	357.8
70	68.9	372.2
75	74.7	385.9
80	80.4	399.3
85	86.1	412.1
90	91.8	424.6
95	97.6	436.7

(6). التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب لمختلف القيم من الشحنة في نهاية الانبوب في حالة الميل (-5%) للأسفل عندما يكون الانبوب متجها نحو الغرب.

Slope = -5% (Down hill)

PH END (m)	PH SLOPE (m)	Qpipe (m <sup>3</sup> /hr)
30	14.75	221.9
35	20.5	244.5
40	26.3	265.1
45	32.1	284.2
50	37.85	302.1
55	43.6	319.0
60	49.4	335.0
65	55.1	350.2
70	60.8	364.9
75	66.6	378.9
80	72.3	392.5
85	78.0	405.6
90	83.8	418.2
95	89.5	430.5

(7). التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب لمختلف القيم من الشحنة في نهاية الانبوب في حالة الميل (-5.8%) للأسفل عندما يكون الانبوب متجها نحو الجنوب الغربي.

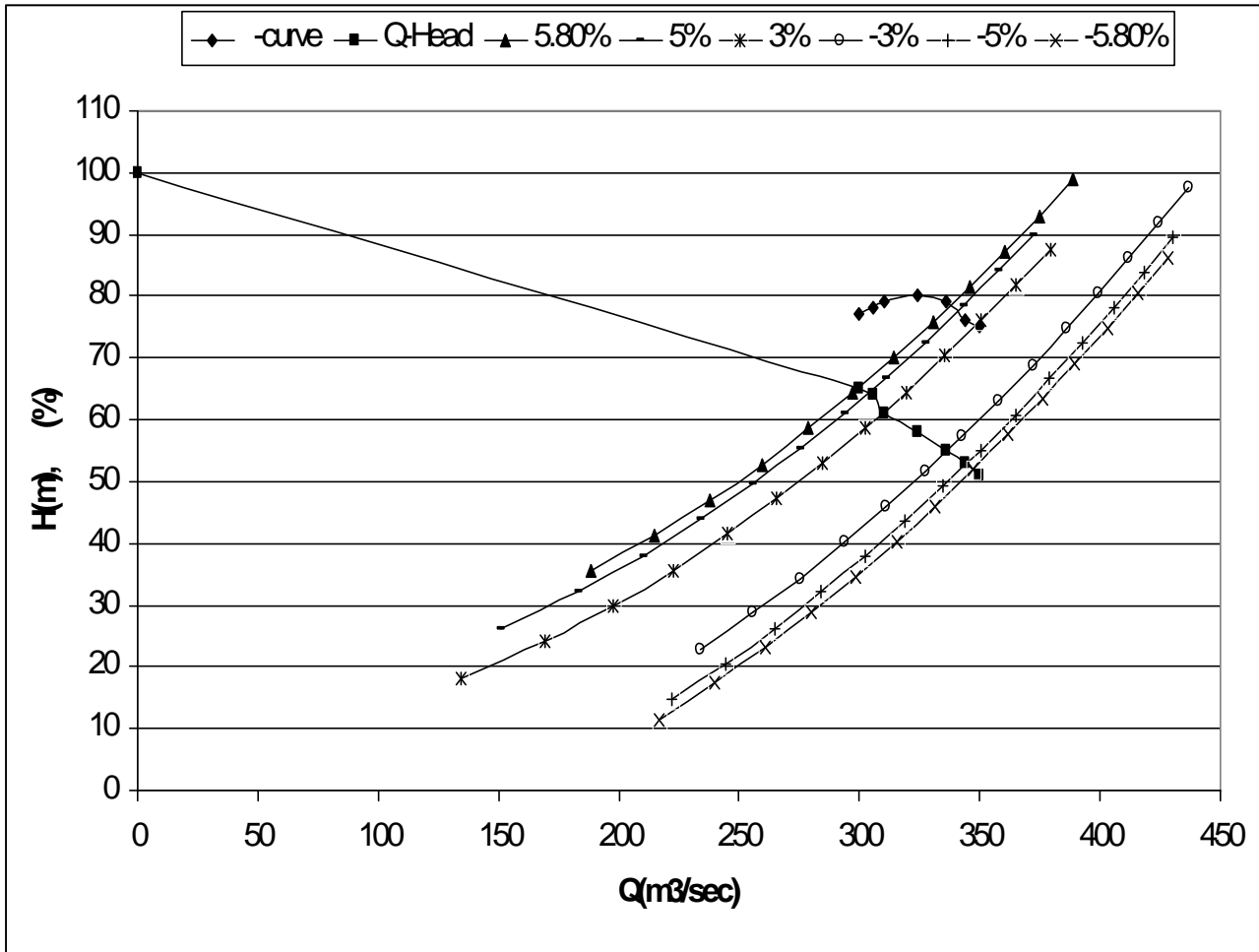
Slope = -5.8% (Down hill)

PH END (m)	PH SLOPE (m)	Qpipe (m <sup>3</sup> /hr)
30	11.5	216.6
35	17.3	239.8
40	23.1	260.9
45	28.8	280.3
50	34.6	298.4
55	40.4	315.5

60	46.1	331.7
65	51.9	347.1
70	57.6	361.9
75	63.3	376.0
80	69.1	389.7
85	74.8	402.9
90	80.5	415.7
95	86.2	428.0

المرحلة الثانية: تتعلق هذه المرحلة بحالة التوازن للنظام أي توازن اشتغال المضخة مع أداء نظام الرش. المضخة المستخدمة في النظام تعمل على منحنى خاص بها وهو منحنى أداء المضخة كما موضح في الشكل (7) وهدفنا هو إيجاد حالة التوازن أي توازن المضخة مع التصريف الداخل لانبوب الرش وكذلك شحنة الضغط في بدايته ولكل الحالات السابقة للميل . بعد الحصول على قيم التصريف الداخل لانبوب الرش ( Qpipe ) PH SLOPE ( ) لجميع الحالات من الجداول السابقة يمكن الحصول على نقاط التوازن مع منحنى المضخة ولجميع الحالات من خ رسم قيم التصريف الداخل مع شحنة الضغط ولجميع الحالات وكذلك رسم منحنى المضخة وإيجاد نقاط التقاطع أي نقاط





(7). تقييم أداء المضخة مع أداء نظام الرش.

يوضح الجدول (8) قيم نقاط التوازن لنظام الرش مع أداء المضخة ولجميع الحالات المأخوذة للميل مع قيم كفاءة المضخة ( ) . حيث نلاحظ من الجدول ان قيم كفاءة المضخة تكون عالية كلما اقتربت الميول من حالة ( Level ) الميول القليلة وتقل كلما ابتعدت ( ي كلما ازداد الميل ) .

(8) نقاط التوازن لنظام الرش مع أداء المضخة ولجميع الحالات من الميول مع قيم الكفاءة ( ) %

Slope ( % )	Up hill			Level	Down hill		
	5.8%	5%	3%	0%	-3%	-5%	-5.8%
Q m <sup>3</sup> /hr	300	306	310	324	336	344	350
H (m)	65	64	61	58	55	53	51
( % )	77%	78%	79%	80%	79%	76%	75%

يمكن الحصول على قيم شحنة الضغط في نهاية الانبوب (PH END) من خلال الاستفادة من نقاط التوازن (جول رقم 8) وذلك باستخدام طريقة التوليد (Interpolation) أو باستخدام نفس البرنامج الحاسوبي ولكن بفرض قيم للشحنة في نهاية الانبوب (PH END) على التصريف والشحنة في بداية الانبوب عند حالة التوازن. (9) يبين قيم الشحنة في نهاية الانبوب ولكل الحالات المأخوذة للميل.

(9). قيم الشحنة في نهاية الانبوب لكل الحالات المأخوذة للميل.

Slope ( % )	Up hill			Level	Down hill		
	5.8%	5%	3%	0%	-3%	-5%	-5.8%
PH END (m)	35.6	37.5	41.9	50	57.8	63.15	64.2

يمكن الاستفادة من قيم الشحنة في نهاية الانبوب (PH END) عند كل حالة في حساب تصاريح المرشات على طول الانبوب الرئيسي التي تمثل حالة التوازن والتي تستخدم في حساب أعماق الماء عند تلك التصاريح والتي يمكن استخدامها في حساب قيم معامل التناسق (Ucc)

حساب معامل تناسق توزيع الماء (Ucc):

يبقى تناسق توزيع مياه الري بالرش أمر مهم في تقويم نجاح عمل هذا النظام لما في ذلك من علاقة مع كفاءة الري وتأثير واضح على إنتاجية الحقل [3]. ولهذا فإن من أهداف الدراسة أيضاً حساب معامل التناسق خلال حالات الميول المختلفة أي بتأثير الطبوغرافية لحساب معامل التناسق يجب توفر بيانات لأعماق الماء في علب القياس الموزعة على طول الانبوب الرئيسي اثناء اشتغال النظام ويبين الجدول رقم (10) بيانات (Data) [7].

يتم حساب معامل التناسق أولاً في حالة كون الانبوب مستو حيث ان البيانات المعطاة في الجدول تمثل أعماق الماء في حالة كون الانبوب الرئيسي مستو ( Level ) أي في حالة الميل صفر. ثم يتم حساب معامل التناسق للحا ولجميع الميول المعطاة حيث يتم حساب عمق الماء في حالة الميول عن طريق النسبة والتناسب مع حالة الانبوب (Level). بعد ذلك يتم مقارنة معامل التناسق (Ucc) لكل الحالات مع حالة أفضل تناسق وهي حالة الـ (Level) لأنه لتعطي أفضل تناسق إرواء عندما يكون سطح الأرض أفقياً وفعلاً فقد تم الحصول على قيم معامل التناسق وتبين انه أفضل تناسق إرواء هو عندما يكون سطح الأرض أفقياً أي في حالة ( Level ) (11).

(10). أعماق الماء في علب القياس على امتداد ان [7].

No. of can	Di(mm)	No. of can	Di (mm)	No. of can	Di (mm)	No. of can	Di (mm)
1	14.1	11	12.5	21	12.4	31	16
2	16	12	11.8	22	16.6	32	12

3	12	13	12.7	23	15.1	33	11
4	15	14	11.5	24	12	34	10.9
5	13	15	14.7	25	12.2	35	11.7
6	21	16	12.7	26	11.5	36	8.5
7	11.5	17	12.2	27	14.3	37	19.4
8	10.5	18	11.8	28	12.4	38	14.8
9	12.8	19	14.4	29	11.4	39	8.2
10	11.7	20	11.2	30	11.5	40	11.1

(11). قيم معامل تناسق الارواء لجميع الحالات من الميل.

Slope ( % )	Up hill			Level	Down hill		
	5.8%	5%	3%	0%	-3%	-5%	-5.8%
Q m <sup>3</sup> /hr	300	306	310	324	336	344	350
H (m)	65	64	61	58	55	53	51
Ucc. ( % )	85	85	85	86	86	86	86

#### 4.

يمتاز نظام الري بالرش المحوري بعدم حاجته الى الأيدي العاملة وانه يعتبر نظام شبه تلقائي الاشتغال فضلاً إمكانية توزيع مياه الري بصورة منتظمة مقارنة بالري السطحي لما يوفره النظام من ضبط وسيطرة عالية على استعمال الماء حيث يقوم هذا النظام بتوزيع الماء على المساحة المراد إروائها نتيجة تداخل أنماط الرش الصادرة من المرشات، ولكن تؤثر على هذا التوزيع عوامل عديدة أهمها سرعة واتجاه الرياح وطبوغرافية الأرض ولقد ركزت هذه الدراسة على تأثير طبوغرافية الأرض على أداء هذا النظام.

ما تصمم أنظمة الرش لتعطي أفضل تناسق إرواء عندما يكون سطح الأرض أفقياً هذه الحالة لا تؤخذ أي اعتبارات لتأثير المنسوب على حجوم المرشات والضغط فيها من خلال النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة يلاحظ ان التغيير في شحنة الضغط داخل الانبوب بسبب التغيير في المناسيب والارتفاعات على امتداد أنبوب الرش وكذلك بسبب الشحنة الضائعة بالاحتكاك يؤدي بالضرورة الى اختلاف في التصريف الخارجة من المرشات ولغرض تحقيق تناسق مقبول فان ذلك ينبغي أن لا يكون الاختلاف في تصريف المرشات بالدرجة التي تؤثر سلباً في هذا التناسق ونلاحظ انه عندما يكون الانبوب بانحدار نحو الأعلى يولد شحنة ضغط عالية عند مدخل الانبوب في حالة ثبات شحنة الضغط في النهاية وعلى العكس في نهاية الانبوب من خلال قيم التصريف للمرشات على طول أنبوب الرش حيث تقل تصريف المرشات في نهاية الانبوب وتزداد في بداية الانبوب في هذه الحالة وذلك لان التغيير في منسوب المرشات على امتداد أنبوب الرش يعمل على تغيير الضغط والتصريف فيها حيث عندما يكون الانبوب للأعلى فان الضغط داخل الانبوب وبالتالي ضغط المرشات يكون في هذه الحالة اقل من الضغط في حالة الانبوب مستو وهذا يؤثر على تصريف المرشات على طول الانبوب الرئيسي وشحنة الضغط عند كل مرش وهذا بدوره يؤثر على قيم التصريف الكلي في بداية الانبوب

والشحنة الكلية في بداية الانبوب. حيث نلاحظ من الجداول (2) (3) (4) أن قيمة التصريف في بداية الانبوب (Qpipe) والناتج من حصيلة تصريف المرشات على امتداد أنبوب الرش عندما يكون الميل للأعلى تقل مع النقصان بالشحنة عند نهاية الانبوب الرئيسي (PH END) وذلك بسبب النقصان في تصريف المرشات على امتداد أنبوب الرش المتأثرة بتغير المنسوب وكذلك هو الحال بالنسبة للشحنة الكلية في بداية الانبوب. أما في حالة كون أنبوب الرش باتجاه نحو الأسفل فإنه يحصل العكس في هذه الحالة حيث يؤدي ذلك الى فرط أو زيادة كبيرة في شحنة الضغط عند الأجزاء السفلى من الانبوب س في بداية الانبوب وهذا بالتالي يؤثر على قيمة التصريف الداخل والشحنة في بداية الانبوب.

ان التأثير المتراكم على عمل المرشات هذا يؤثر بالتالي على عمل المضخة لان التوازن يجب ان يحصل بين منحنى خواص المضخة وعمل المرشات المتأثر بميل الحقل لان منحنى خواص المضخة يفترض عند التصميم في حالة (H) دون الأخذ بنظر الاعتبار تغير المنسوب والهدف من العمل هو تحديد التوازن بين المضخة الذي يحدد التصريف في المرشات على طول أنبوب ومن هذا نستنتج بان التغير في منسوب المرشات الناتج من تأثير طبوغرافية الأرض على أنبوب الرش يعمل على تغير الضغط والتصريف للمرشات، وان التأثير المتراكم لتغير ظروف تشغيل المرشات يؤثر على خصائص أداء المضخة ومتطلبات تشغيل المرشة يتأثر بطبوغرافية ارض الحقل.

التوزيع المتماثل للمرشة هو الضغط التشغيلي عند مبنق المرشة.

المثلى للضغط التي تعمل بها المرشة تؤدي الى تشتيت وانتشار أفضل القطرات المائية ( أي يكون هناك مدى واسع لأحجام (2)]. ولكن تغير الضغط التشغيلي عند مبنق المرشة الناتج من تغير المنسوب للمرشة فإنه بالتالي سيؤثر حتما على نمط التوزيع المتماثل للمرشة. ومن هذا نستنتج بان تغير طبوغرافية الأرض يؤثر على نمط التوزيع للمرشات.

(11) انه بالرغم من تغير شحنة الضغط الداخل والتصريف من 65

300 <sup>3</sup> 51 350 <sup>3</sup> 5.8% (-5.8%) نحو الأسفل فان التغير في تناسق الارواء طفيف ولا يتعدى 1%. وهذه النتائج مقارنة للنتائج المستحصلة من قبل [1] عند دراسة العلاقة بين كل من الضغط ومنسوب المرش مع تناسق الارواء تحت هذا النظام. وهذا بالتالي يعكس أهمية نظام الري بالرش المحوري.

## 5.

1. Delirhasannia R., Sadraddini A.A., Nazemi A.H., Farsadizadeh D. and E. Playan, 2010, "Dynamic model for water application using center pivot irrigation ", Estacion Experimental de Aula Dei, CSIC.P.O, Zaragoza, Spain.
2. Dukes M.D. , 2006, "Effect of wind speed and pressure on linear move irrigation system uniformity ", Applied Engineering in Agriculture ASAE ,Vol.22(4):541-548.
3. Gaudi F. , Howes D., D. Ton , 2007, " center pivot design for effluent irrigation of Agricultural forage crops ", Irrigation Training and Research center (ITRC) paper No.p 07-002.
4. Joel C. , Norman K. and B. Kranz, (1992 )."converting center pivot sprinkler packages" , system consideration G92 – 1124 – A .
5. John D.V., (2005) , "Modeified Hazen–Weisbach Equations for friction and local head losses along irrigation laterals", Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Volume 131, Issue 4.(2005).
6. Manuel A.T., (2010). "Hydraulic of center- pivot laterals: Complete analysis of friction head loss ". Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Volume 137, Issue 8.(2010).
7. Merriam j.L., and J.keller, (1978). "Farm irrigation system evaluation a guide for management ".Agricultural and irrigation Eng. Dep.Utah state university Logan.
8. Oweis T., Pereira L.S. and A. Zairi, (2002). "Irrigation management under water scarcity ".Agricultural water management 57 (2002) 175-206.

9. Pair C.H. , Hins W.W., Reid C. and K.K. Frost, (1975). "sprinkler irrigation published by irrigation association silver spring", Maryland.
10. Solomon, K.H. (1990). "Sprinkler irrigation uniformity " Irrigation note , California state university , August ,1990.
11. حاجم ، احمد يوسف وحقي إسماعيل ياسين ، (1992) "هندسة نظم الري الحقلي" ، دار الكتب للطباعة والنشر
12. ميزر غانم العزاوي، (1999) " نموذج محاكاة لتناسق الارواء تحت نظام الري بالرش المحوري" ماجستير، جامعة الموصل، كلية الهندسة.

## .6

	التعريف	
$m^2$	المساحة التي تخدمها المرشة	$A_{spk}$
$m^2$	المساحة الكلية للحقل	$A_T$
(-)		C
mm		D
m	عمق الماء في علبة القياس i	$D_i$
m		$D'$
%		
m		$H_f$
m	شحنة الضغط للمرش في حالة تغير المنسوب	$H_{new}$
m		$H_{old}$
(-)	j	i
(-)		j
m	المسافة بين المرشات ( )	L
(-)		n
m	الشحنة في نهاية الانبوب	PH END
m	الشحنة في بداية الانبوب للحالة الأفقية	PH LVL
m	الشحنة في بداية الانبوب المنحدر	PH SLOPE
$m^3/hr$	تصريف الانبوب	Q
$m^3/hr$	التصريف الذي يمر في الجزء i	$Q_i$
$m^3/hr$	تصريف المرش في حالة تغير المنسوب	$q_{new}$
$m^3/hr$	تصريف المرش في حالة الانبوب مستو	$q_{old}$
$m^3/hr$	التصريف الداخل للأنبوب	$Q_{pipe}$
$m^3/hr$	تصريف	$q_{spk}$
$m^3/hr$	التصريف الكلي	$Q_T$
m		R
%		Ucc
m	الفرق في المنسوب بين نهايتي انبوب الرش	z