التقنيات الرقمية وأنظمة التحكم الذكية لعمليات الري ، وفقًا لمعدلات الرطوبة الفعلية

دراسة علمية مقدمة الى دائرة الارشاد والتدريب الزراعي / المركز الارشادي التدريبي في المثنى

من قبل

م. رشا محسن هادي

أ.م سمير سعود داخل

م. احمد كاظم فزاع

التقنيات الرقمية وأنظمة التحكم الذكية لعمليات الري ، وفقًا لمعدلات الرطوبة الفعلية

المقدمة:

يعاني العراق بشكل عام ومحافظة المثنى بشكل خاص من قلة الموارد المائية المتاحة نتيجة السدود في اعالي الفرات ودجلة وتوسع الساحات الزراعية في دول المنبع وكذلك نتيجة التغيرات المناخية وظروف الجفاف التي نعاني منها حيث اصبحت وسائل الري التي نستخدمها غير مجدية نتيجة لهدرر كميات كبيرة من مياه الري وتسربها للمياه الجوفية او تعرضها للتبخر، وحتى طرق الري التي نسميها بالحديثة مثل الري بالرش او التنقيط او الري التحت سطحي اصبحت قديمة وتحتاج تقنيات حديثة لترشيد استهلاك المياه وضبط حاجة التربة والنبات من المياه اللازمة بدون هدر للمياه والطاقة والجهود البشرية والمحافظة على المحصول من التلف والتغدق والرطوبة الزائدة واصابة المحصول بالأمراض الفطرية المختلفة .

ويمكن استخدام الري الذكي Smart irrigation systemمع متحسسات رطوبة التربةSensorsللتحكم الدقيق في حاجة التربة للري وتشغيل نظام الري بالوقت المحدد وايضا يتم ايقاف النظام عند وصول رطوبة التربة للمستوى الملائم وهذا يوفر ٢٠-٢٥% من المياه المستخدمة والجهد المبذول وتكاليف الطاقة المستخدمة لري البنات وهيه تمثل جانب كبير من تكاليف الانتاج وتعتبر العامل المحدد للحصول على جدى اقتصادية تحقق الربح للمزارع مما يؤدي التطور المزرعة واستمرار انتاجيتها.

هدف الدراسة:

١-تهدف الدراسة الى المحافظة على الموارد الطبيعية واستدامتها لتحقيق بيئة مستدامة بدون هدر او ضياع والحصول على انتاج جيد بموارد مائية واقتصادية اقل.

٢- استدامة البيئة باستخدام طرق ري اقل هدارا للطاقة واقل انبعاثا للملوثات.

٣- الحصول على منتج صحي خالي من الامراض الفطرية التي تسبب بفعل زيادة الرطوبة وبالتالي استخدام مبيدات فطرية اقل.

المواد والأساليب :

لتصميم نظام تحكم ذكي للري مع مراعاة احتياطيات الرطوبة الفعلية ، استنادًا إلى التكنولوجيا الرقمية للتمييز بين أنظمة الري الذكية من خلال عتبة رطوبة ما قبل الري وعمق طبقة التربة المحسوبة ، يتم النظر في طرق انشاء شبكة لتحسين التحكم في آلات الرش. تستند الدراسة إلى مواد بحثية أجريت على أساس مزرعة تجريبية وقواعد بيانات الملاحظات طويلة المدى للمحاصيل المروية الرئيسية.

رطوبة التربة: Soil moisture

للمزارع او المعني بالموضوع من الضروري فهم رطوبة التربة وانواعها ومعرفة الرطوبة الملائمة للري وكيفية تحديدها واهميتها البالغة للتربة والنبات.

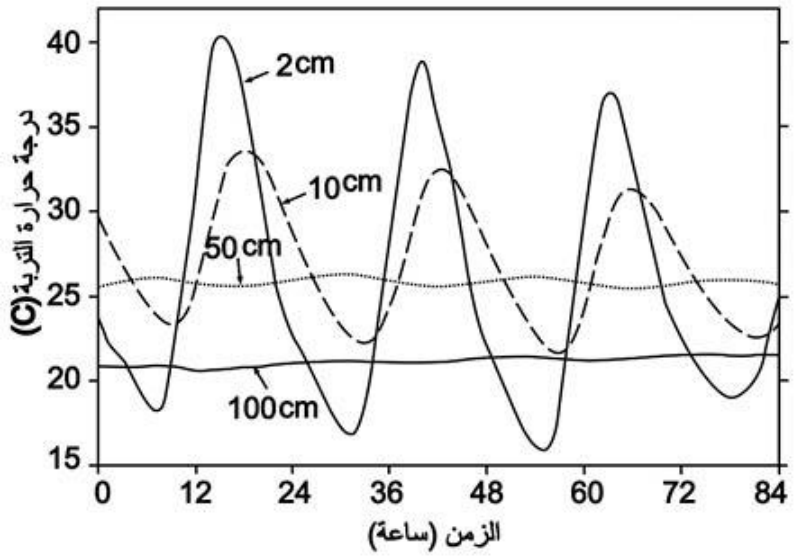
رطوبة التربة:

تؤثر العديد من خواص التربة الفزيائية والكيميائية على مغاض الماء(infiltration) في التربة وحركته فيها وكمية المياه الممسوكة في التربة تحت الظروف المختلفة بالاضافة الى جاهزية الماء للنبات.

التغيرات اليومية والفصلية لحرارة التربة:

يشتمل الانتشار الحراري على كامل مقطع التربة وبآفاقه كافة، ويمكن أن يتغير اتجاه التيار الحراري ضمن مقطع التربة الواحد، حيث يمكن أن يتجه من الأسفل نحو الأعلى في الليل وفصل الشتاء، أو من الأعلى "السطح" نحو الأسفل في النهار أو فصل الصيف.

١. **التغيرات اليومية لحرارة التربة** : ترتفع درجة حرارة سطح التربة نهاراً نتيجة امتصاصها لجزء من الطاقة الحرارية للإشعاع الشمسي، وتنتقل هذه الطاقة الحرارية ضمن مقطع التربة من السطح نحو الأعماق، وتتباين في سرعة انتشارها تبعاً لخصائص التربة الميكانيكية والكيميائية. تبلغ هذه الموجة الحرارية ذروتها قرابة الساعة الثالثة عشرة (الشكل ١)، وبعد مغيب الشمس، يبدأ سطح التربة بفقد الحرارة بالإشعاع، فتنخفض درجة حرارة السطح الخارجي للتربة على نحو أسرع من آفاق التربة الأعمق، وبذلك ينعكس اتجاه حركة الموجة الحرارية ليتم من الأسفل نحو الأعلى.

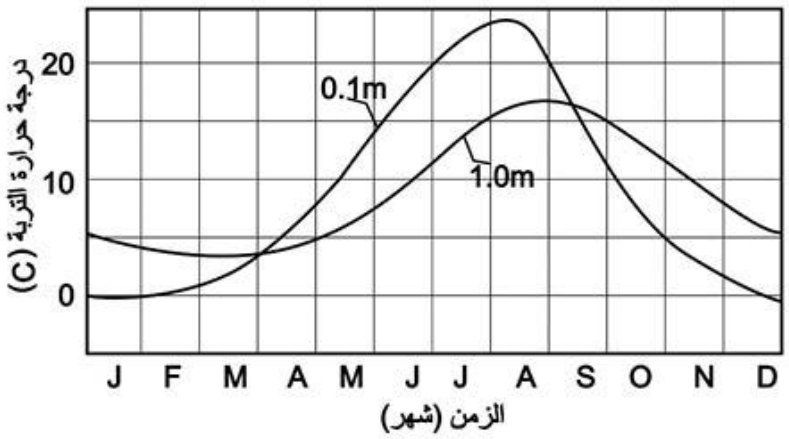


الشكل (١) التغيرات اليومية في درجة حرارة التربة على أعماق مختلفة

بهذه الآلية تكمل الموجة الحرارية اليومية دورتها خلال أربع وعشرين ساعة في أثناء ساعات النهار والليل, ويطلق على الفرق بين هاتين النهايتين العظمى والصغرى لدرجة حرارة التربة اسم المدى الحراري اليومي أو سعة الموجة الحرارية اليومية.

٢. **التغيرات الفصلية لدرجة حرارة التربة :** ترتفع الموجة الحرارية في ترب المناطق المعتدلة في فصل الصيف وتبلغ نهاياتها العظمى بين شهري تموز/يوليو وآب/أغسطس، وتسجل نهاياتها الصغرى بين شهري كانون الثاني وشباط، وأحياناً بين شهري كانون الأول وكانون الثاني.

عند دراسة درجات الحرارة اليومية لمقطع تربة على أعماق مختلفة وعلى مدار سنة كاملة يتضح من خلال مقارنة الموجة الحرارية تُغَيِّر اتجاه المدى الحراري بين فصول السنة الحارة والباردة، ففي فصلي الخريف والشتاء يكون متوسط درجة حرارة باطن الأرض أعلى من متوسط درجة حرارة سطحها، ويتم انتقال الموجة الحرارية من الأسفل نحو الأعلى. وفي فصلي الربيع والصيف يكون متوسط درجة حرارة باطن الأرض أخفض من درجة حرارة سطحها، ويتم انتقال الموجة الحرارية من الأعلى نحو الأسفل (الشكل ٢)



الشكل (٢) التغيرات الفصلية في درجة حرارة التربة على أعماق مختلفة

أشكال الماء في التربة forms of soil water

أ- التقسيم الفيزيائي: يميز من حيث الصفات الفيزيائية للماء:

١- ماء الجذب الأرضي gravitational water: وهو الماء الزائد على السعة الحقلية الذي لا تستطيع حبيبات التربة الاحتفاظ به ضد قوى الجاذبية، ويسمى أحياناً الماء الحر free water، بمعنى أنه غير ممسوك بحبيبات التربة. يتحرك هذا الماء إلى أسفل داخل قطاع التربة بتأثير الجاذبية الأرضية، ويملأ المسام الواسعة في التربة، وهو ممسوك بقوى شد تعادل ٠,١ ضغط جوي.

٢- الماء الشعري capillary water: هو مقدار الماء الموجود في التربة، ويملأ المسام الدقيقة ويغلف الحبيبات بعد نهاية التسرب في صورة أغشية رقيقة، حيث يمسك بقوة الشد السطحي لحبيبات التربة بقوة شد تعادل ٠,١ و٣١ ضغطاً جوياً, ويزداد محتوى التربة من هذا الماء بزيادة الحبيبات الدقيقة ذات السطح النوعي العالي. ويعد جزء من هذا الماء ميسراً لاستهلاك النبات وهو ما يقع بين قوة شد ٠,١ و١٥ ضغطاً جوياً.

٣- الماء الهِغروسكوبي hygroscopic water: وهو الماء الموجود في صورة أغشية رقيقة حول حبيبات التربة وفي حالة اتزان مع الهواء الجوي. ترتبط جزيئات الماء الهِغروسكوبي بحبيبات التربة بقوة شد تعادل ٣١- ١٠٠٠٠ ضغط جوي، وعلى هذا فإنه غير صالح أو غير ميسر لامتصاص النبات.

وتزداد كمية الماء الهِغروسكوبي بزيادة نسبة الحبيبات الدقيقة في التربة, أي إنه في الترب الرملية أقل من الترب الطينية، وهذا النوع من الماء يتحرك ببطء في التربة وفي صورة بخار ماء.

٤- بخار الماء water vapor: يوجد بخار الماء في مسام التربة، ويخضع في حركته لقوانين الانتشار تبعاً للتدرج في جهد الضغط البخاري. بوجه عام لا يستفيد النبات من هذا النوع من الماء, باستثناء بعض النباتات في ظروف خاصة إذ يمكنها الاستفادة جزئياً من هذا الماء.

ب- التقسيم البيولوجي: يميز في هذا المجال:

١- الماء الفائض excessive water: هو الماء الموجود في التربة والذي يزيد على السعة الحقلية, وهو يتحرك إلى باطن التربة تحت تأثير الجاذبية الأرضية, إن زيادة هذا النوع من الماء يقلل من تهوية التربة ولا يستفيد النبات منه.

٢- الماء المتاح available water: وهو كمية الرطوبة الموجودة في التربة والمحصورة بين السعة الحقلية بوصفها حداً أعلى ونقطة الذبول الدائم بوصفها حداً أدنى (الجدول ١)، والماء المتاح هو الماء القابل للاستفادة منه في النبات، لذا يجب العمل على توفيره باستمرار في منطقة انتشار الجذور.

قوام التربة	(%) السعة الحقلية	(%) نقطة الذبول الدائم	(%) الماء المتاح
sandy رملية	6 - 12(9)	2 – 6 (4)	4 – 6(5)
sandy loam لومية رملية	10 – 18(14)	4 – 8(6)	6 – 10(8)
loam لومية	18 – 26(22)	8 – 12(10)	10 – 14(12)
clay loam لومية طينية	23 – 31(27)	11 – 15(13)	12 – 16(14)
silty clay طينية سلتية	27 – 35(31)	13 – 17(15)	14 – 18(16)
clay طينية	31 – 39(35)	15 – 19(17)	18 – 20(18)

يتأثر هذا الماء بعوامل عديدة، منها خواص التربة ومعدل استهلاك النبات والعوامل النباتية والمناخية المختلفة، وعلى العموم فإن لقوام التربة ومحتواها من المادة العضوية تأثيراً واضحاً في كمية الماء المتاح في التربة.

٣- الماء غير المتاح unavailable water: وهو كمية الرطوبة الموجودة في التربة عند نقطة الذبول الدائم، ويشمل الماء الهِغروسكوبي وجزءاً من الماء الشعري, ومثل هذا الماء لا تستفيد منه النباتات.

كيفية دمج عملية الري مع التقنيات الذكية:(انترنيت الاشياء)

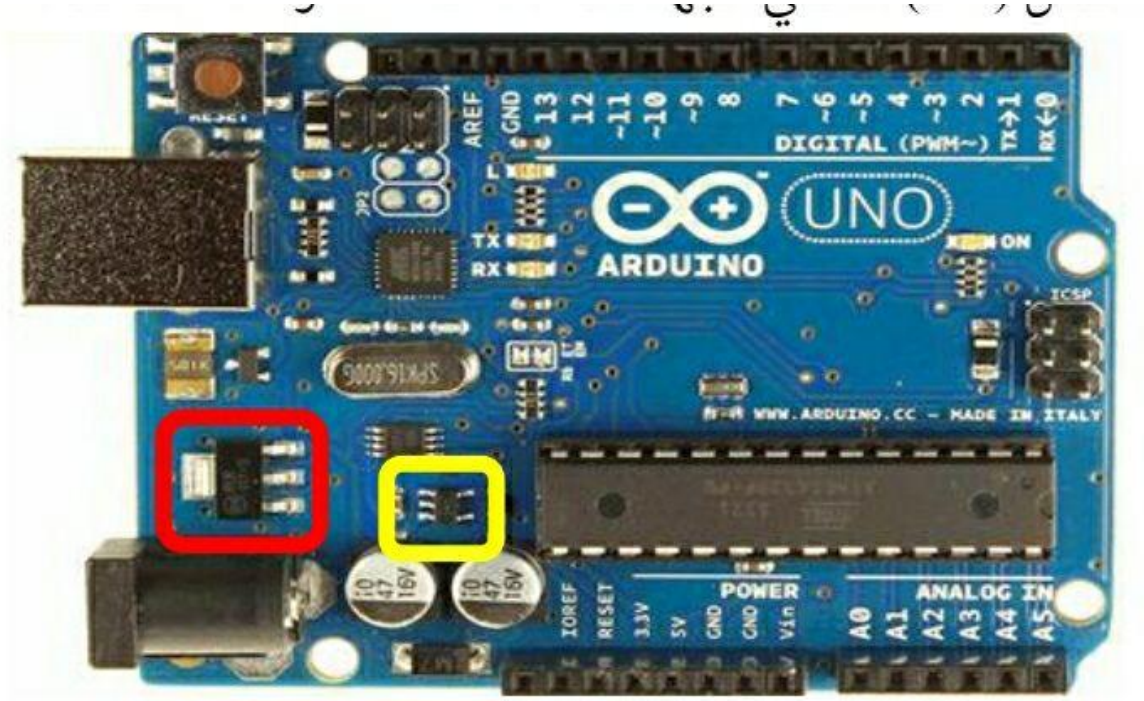
ان الفكرة الرئيسية للموضوع كيفية ربط سنسرات قياس الرطوبة مع مضخات ومتحكمات الري بوسطة شبكة الانترنيت ويكون عملية التحكم بشكل مبرمج وتلقائي وقبل ذلك يجب معرفة مايلي:

حساس رطوبة التربة:Soil sensore

يستخدم لقياس الرطوبة داخل التربة وهنالك مستشعرات متطورة ومناسبة الثمن مثل المستشعر FC-28و يتكون من وحدة استشعار ومتحسس. ويحتوي على ومقارن لقياس فرق الجهد ويحتوي زوج من المجسات تدخل في التربة ومبدا عمل مستشعر الرطوبة على مبدا التوصيل الكهربائي للماء حيث التربة الرطبة ذات قيمة مقاومة اقل من التربة الجافة، وبالتالي يتدفق تيار اكثر خلل التربة ومن هذا نستطيع معرفة رطوبة التربة من خلال فرق الجهد . هذه الحساسات تزرع في التربة وتتميز بقابلية ربطها على نظام ري تلقائي وذلك عن طريق ربطها بجهاز اردينو ويمكن توسيع المشروع باضافات شاشات النظام وتحذير وتنيه وغيرها.

الاوردينو :Arduino

وهو لوحة الكترونية تسهل برمجة المتحكمات Controllers حيث اصبحت تستخدم بكثرة للسيطره على الاشياء وتشغيلها عن بعد وهناك انواع كثيرة من المتحكمات تتناسب مع مشروع الري وعدد المتحسسات في التربة ولاتحتاج الى طاقة كبيرة ويمكن برمجتها لنقل الاشارة من متحسسات الرطوبة الى مضخات الري حسب حاجة الحقل الفعلية.



): المنظم 1117ST50T3G المحاط بالمربع الأحمر، ومنظم الجهد VR المحاط بالمربع الأصفر.

ويمكن اجمال النظام بالمكونات التالية:

١- وحدة قياس المحتوى الرطوبي: وهي مجسات الكترونية تثبت بالتربة على عمق ١٥ سم ويتم تجميع البيانات الخاصة بالرطوبة من طبقات التربة.

٢- ويستقبل البيانات من جميع مجسات قياس الرطوبة المنتشرة في الحقل وينقلها الى برنامج حاسوب يقوم بتحليلها وحسابها وبرمجتها حسب المعطيات المطلوبة مثل كميات المياه الموجودة وفترات الري المطلوبة.

٣- البرنامج التشغيلي: وهو الجزء الرئيسي من المشروع يقوم بتحليل البيانات ويحدد حاجة النبات للري.

(شكل١) متحسس الرطوبة مع الكارت الخاص بارسال البينات.

نظام الري الذكي نظام متطور واقتصادي ويقلل الضائعات المائية بنسبة كبيرة ويختصر الجهود والتكاليف ويتميز بكلف قليلة حيث كلفة الهكتار الواحد لاتتجاوز (١٠٠٠) دولار ويمكن استخدامه لفترة طويلة ، ويمكن تقريب الفكرة ان الهكتار الواحد يستوع ٢٥بيت محمي ويكون مناسب جدا للمحاصيل ذات الجدوى الاقتصادية الكبيرة.

نسجة التربة:Soil texture

يقصد بنسجة التربة التوزيع النسبي لمفصولات التربة الطين Clay والغرين Slit والرمل Sand وهي تحدد خشونة او نعومة التربة حسب النسب لمكوناتها ولها اهمية كبيرة حيث انها تحدد المساحة السطحية النوعية للتربة والتي تعتمد عليها كثير من الخواص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية للتربة فضلا عن حفظ الرطوبة ،تزاد قابلية التربة لحفظ الماء بزيادة نسبة الطين فيها حيث عند برمجة نظام الري لابد من معرفة نسجة التربة وقابلية مسكها للمياه لتصميم برنامج ري علمي وواقعي.

وكذلك يمكن معرفة المعادن الموجودة بالتربة وخاصة مجموعة السمكتايت والكلورايت والمايكا لما لها من دور كبير في عمليات الري وحفظ المياه.

احجام دقائق التربة:

(جدول ١) يوضح احجام دقائق التربة

الطين	اقل من ٠,٠٠٢ملم
الغرين	من ٠,٠٠٢
الرمل	اقل من ٢ ملم

تصنيف نسجات التربة:

(جدول ٢) يوضح تصنيف نسجات التربة

الترب خشنة النسجة	الرملية، الرملية المزيجة
الترب المتوسطة النسجة	المزيجة الرملية،المزيجة الرملية الناعمة، المزيجة،المزيجة الطينية الرملية، المزيجة الطينية، المزيجة الطينية الغرينية
الترب ناعمة النسجة	الطينية الرملية،الطينية الغرينية،الطينية

اهم مميزات الري الذكي:

١-تواكب هذه الانظمة احدث التطورات في التكنولجيا وانترنيت الاشياء والاتصالات وفيها مجال واسع للتطور والابداع.

٢-تؤدي الى تحسين جودة المزروعات وحمايتها من الامراض وزيادة انتاجيتها للدقة في عملية الري بدون اغداق اوجفاف.

٣-تعظم الاستفادة من المياه وزيادة كفائة الري .

٤- تم انتاج وحدات تحكم بالري تعمل بالطاقة الشمسية حيث يمكن استعمالها بسهولة.

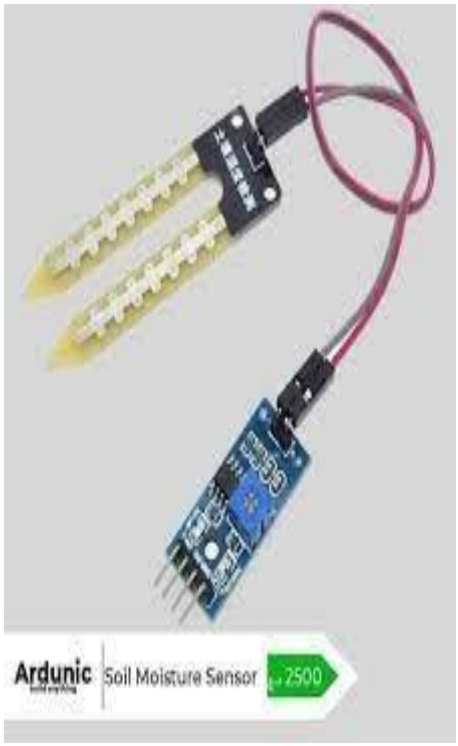
٥- يمكن للمزارع التحكم بعملية الري حسب البيانات التي تصله اما يدويا او اتوماتيكيا.

الاستنتاجات:

١- يمكن انشاء حقول ارشادية وتعليمية تعمل بالتحكم الذكي للري لنشر هذه الطريقة.

٢- يمكن دمجها مع برامج تحلية المياه للري لتحقيق انتاج جيد واقتصادي.

٣- استخدامها مع انظمة الري بالرش والتنقيط لزيادة كفائتها وتحقيق اقصى ترشيد للمياه.



المصادر :

1. A decision support system for managing irrigation in agriculture / H. Navarro-Hellin, J. Martinez-del-Ricon, R. Domingo-Miguel, F. Soto // Computers and Electronics in Agriculture. 2016. Vol. 124. P. 121-131.
2. Beale M., Hagan M., Demuth H. Neural Network Toolbox User's Guide // The MathWorks. Natick. 2015. 846 p.
3. Giusti E., Marsili-Libelli S. Fuzzy decision support system for irrigation and water conservation in agriculture // Environmental Modeling&Software. 2015. Vol. 63. P. 73-86.
4. Improving the efficiency of circular irrigation machines based on models of neural network irrigation control / D. Solovyev, G. Kamyshova, S. Zatinatsky, D. Kolganov, N. Terekhova // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 175. 05007.

5. Modeling spatio-temporal distribution of soil moisture by deep learning-based cellular automata model / X. Song, G. Zhang, F. Liu, D. Li, Y. Zhao, J. Yang // Journal of Arid Land. 2016. № 8. P. 734-748.

6. Schmidhuber J. Deep Learning in neural networks: An overview // Neural Networks. 2015. V. 61. P. 85-117.

7. Raphael, O. D. et al. (2018) 'Field evaluation of gravity-fed surface drip irrigation systems in a sloped greenhouse', International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(10), pp. 536–548.

8. Robert, A. S. (2005) 'Irrigation of vegetable and small fruit crops', Natural Resource Engineering Specialist, University of Missouri Extension.

9. Tyson, T. . and Curtis, L. . (2009) 'Evaluating Water Distribution Uniformity in Micro?Irrigation Systems', Biosystems Engineering.

10. Omran, K. and H. (2016) 'Evaluation the Operation of a Drip Irrigation System in Different Types of Soil', Kufa Journal of Engineering, 7(2), pp. 104–121.

11. Merriam, J. L. and Keller, J.. (1978) Farm Irrigation System Evaluation : A Guide for Management. UTAH State Universty. Logan, Utah, USA.

12. Khalil, T. M. et al. (2020) 'Evaluating hydraulic performance of locally available drip emitters used in Pakistan', Sarhad Journal of Agriculture, 36(1), pp. 185–191. doi: 10.17582/journal.sja/2020/36.1.185.191.

13. Jamrey, P. K. and Nigam, G. K. (2017) 'Performance evaluation of drip irrigation systems', The Pharma Innovation Journal, 7(1), pp. 346–348.