تأثير الماء الأرضي على برمجة الإرواء

إيمان حازم شيت **انتصار محمد غزال**

مدرس **مدرس**

قسم هندسة الموارد المائية /كلية الهندسة/جامعة الموصل / العراق

الخلاصة

تم تطوير نموذج رياضي لبرمجة الإرواء يعتمد على الموازنة المائية اليومية للخزان الجذري لمحصول الحنطة ولفترة 11 سنة لمنطقة الموصل بإدخال تأثير الماء الأرضي ، تم حساب كمية المياه الصاعدة الى الأعلى من الماء الأرضي بالإعتماد على معادلة دارسي،وتم حساب التبخر – نتح الكامن بطريقة التبخر– نتح لإناء صنف A.إعتمد النموذج الرياضي على المعلومات المناخية اليومية لمحطة الموصل لفترة 11 سنة، ومعلومات التربة (الماء المتاح، السعة الحقلية ،الذبول الدائم،نسبة الإستنزاف الرطوبي ، الإيصالية الهيدروليكية المشبعة) ومعلومات المحصول (عمق الجذر،معامل المحصول).

النتائج التي يعطيها النموذج الرياضي هي التبخر– نتح الحقيقي اليومي والموسمي ، المطر الفعال اليومي والموسمي،كميات الإرواء الموسمية والمياه الصاعدة من مستوى الماء الأرضي اليومية والموسمية. تبين من النموذج الرياضي المستخدم أن إدخال تأثير الماء الأرضي يقلل احتياجات الإرواء لمحصول الحنطة بحوالي 40% للتربة المزيجية الغرينية وبحوالي 90% للتربة المزيجية مع افتراض عدم وجود تأثير سلبي للماء الأرضي على نمو المحصول .

الكلمات الدالة

التبخر و النتح ،نموذج الموازنة المائية،الصعود الشعري، الماء الأرضي

الرموز

Matrix Flux Potential = MFLP جهد تدفق الشد.

PET = التبخر– نتح الكامن (ملم).

EPAN=التبخر من إناء صنف A(ملم).

Kp = معامل الإناء.

CPET= التبخر –نتح للمحصول (ملم).

Kc = معامل المحصول.

SKS = معامل رطوبة التربة.

AET= التبخر – نتح الحقيقي (ملم).

PAW =نسبة المياه المتوفرة في الخزان الجذري %.

WHC =قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء (ملم /سم).

D% =نسبة الاستنزاف الرطوبي.

CWo =كمية المياه الصاعدة إلى الأعلى (ملم /ساعة).

KW = الإيصالية الهيدروليكية (ملم/ ساعة).

$\Delta\Psi h$ =الفرق في الجهد الهيدروليكي بين نقطتين الأولى عند نهاية عمق الجذر والثانية عند مستوى الماء الأرضي (سم).

ΔZ =الفرق في المسافة بين عمق الجذر ومستوى الماء الأرضي (سم).

Ψz =جهد الجاذبية الأرضية (سم).

Ψm = جهد الشد السطحي (سم).

Ψp = جهد ضغط ماء التربة (سم).

مقدمة

جدولة الإرواء هي تقنية بواسطتها يمكن أن يحدد مسؤول الإرواء متى يروي وماهي الكمية التي يعطيها من المياه،هناك العديد من البرامج التي وضعت لجدولة الإرواء وجميعها تعتمد على الموازنة المائية للخزان الجذري[1]،[2] ،[3]، [4] ومنها برمجة الإرواء لمنطقة الموصل وربيعة[5] ،[6]، [7] تلك النماذج الرياضية لم تأخذ بنظر الاعتبار تأثير الماء الأرضي على الموازنة المائية للخزان الجذري، ومن المعلوم أن الماء الأرضي القريب من المنطقة الجذرية أو عندما تكون المنطقة الجذرية من

ضمنه يؤثر على كمية المياه التي تدخل الخزان الجذري بسبب ارتفاع المياه من الماء الأرضي حسب الخاصية الشعرية . وقد طور نموذج رياضي[8] للموازنة المائية لمحصول الذرة لتربة فيها ماء على عمق قليل ووجد خلال سنوات البحث (1971-1973) أن الماء الأرضي يجهز حوالي 27% من التبخر -نتح عند قلة الأمطار أو انعدامها.

لقد وضعت طريقة[9] لحساب جهد الشد السطحي من الجريان غير المشبع المستقر من الماء الأرضي وتمت مقارنة الطريقة مع نموذج رياضي لحساب الجريان غير المشبع الأحادي الاتجاه ووجد توافق بين النموذج الرياضي والقياسات المختبرية ويمكن استخدام جهد تدفق الشد(MFLP)في نماذج المياه وتصميم أنظمة الري تحت السطحي.

كما أوضح البحث من قبل Nour El-din, et al [10] تأثير الماء الأرضي باستخدام معادلة دارسي عن طريق استخدم طريقة العناصر المحددة (Finite element) في الحل ومع هذا فإن النموذج الرياضي الذي استخدمه أخذ تأثير حركة الأملاح ولم يدرس تأثير الماء الأرضي على إحتياجات الإرواء،كما أن [11]وضع نموذج رياضي لبرمجة الإرواء لمحصول الحنطة مع إدخال تأثير الماء الأرضي ووجد أن برمجة الإرواء بإدخال تأثير الماء الأرضي يقلل إحتياجات الإرواء الفصلية بحوالي 28%.

في مدينة الموصل لاتوجد أي دراسة عن تأثير الماء الأرضي على برمجة الأرواء ، وقد تم تطوير نموذج برمجة الإرواء[5] للموازنة المائية اليومية لمحصول الحنطة في منطقة الموصل بإضافة تأثير الماء الأرضي على النموذج الرياضي.

وصف النموذج الرياضي

إن جدولة الإرواء تعتمد على الموازنة المائية للخزان الجذري بين مايدخل الى الخزان من أمطار وري وماء أرضي وما يخرج من تبخر –نتح وسيح سطحي وإختراق عميق.

التبخر– نتح

تم حساب التبخر– نتح الكامن PET من المعادلة التالية بعد حساب التبخر من إناء صنفA [12].

$$PET = Kp \times EPAN \quad (1)$$

حيث أن:–

Kp = معامل الإناء.

EPAN =التبخر من إناء صنف A(ملم).

تم حساب معاملات الإناء من نشرة منظمة الزراعة الدولية (FAO) بعد تحديد سرعة الرياح والرطوبة النسبية.

أما التبخر –نتح للمحصول(CPET).

$$CPET = PET \times Kc \quad (2)$$

حيث أن:–

PET = التبخر– نتح الكامن (ملم).

Kc = معامل المحصول.

تم حساب Kc لمحصول الحنطة من جداول خاصة في نشرة منظمة الزراعة الدولية(FAO). إن التبخر – نتح الحقيقي يساوي التبخر–نتح لمحصول معين عندما تكون رطوبة التربة متوفرة أما عند نقص المياه فيقل التبخر – نتح الحقيقيAET عن

التبخر –نتح للمحصول بمعامل رطوبة التربة SKS الذي يمكن إيجاده من المعادلة التالية[13]:-

$$SKS = \frac{\log(1+PAW)}{\log(101)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

حيث أن:- PAW =نسبة المياه المتوفرة في الخزان الجذري %.

$$AET = CPET \times SKS \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

حيث أن:- AET = التبخر – نتح الحقيقي (ملم).

تم حساب رطوبة التربة بمعرفة عمق الجذر لمحصول الحنطة RZ(I) من المعادلة (5) [14].

$$RZ(I) = 10.8566 - 0.46203I + 0.03665I^2 - 0.000362I^3 + 7.72\times10^{-7}I^4 \;.\; (5)$$

حيث (I) ترتيب اليوم من فصل نمو المحصول.

ويمكن حساب الماء المتاح الكلي TAW.

$$TAW = RZ(I)\times WHC \times D\% \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

حيث أن:-

WHC =قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء (ملم /سم).

D% =نسبة الاستنزاف الرطوبي.

الماء الصاعد من مستوى الماء الأرضي

تم فرض أعماق مختلفة لمستوى الماء الأرضي هي(100، 150،200) سم من سطح الأرض، وتم حساب كمية المياه الصاعدة إلى الأعلى بالخاصية

الشعرية(CWo) اعتمادا على معادلة دارسي التي يمكن تطبيقها على فرض أن الجريان مستقر[11].

$$CWo = -KW\left(\frac{\Delta \Psi h}{\Delta Z}\right) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(7)$$

حيث أن:-

KW = الإيصالية الهيدروليكية (ملم/ ساعة).

$\Delta \Psi h$ =الفرق في الجهد الهيدروليكي بين نقطتين الأولى عند نهاية عمق الجذر والثانية عند مستوى الماء الأرضي (سم).

ΔZ =الفرق في المسافة بين عمق الجذر ومستوى الماء الأرضي (سم).

يمكن حساب جهد ماء التربة الكلي Ψh.

$$\Psi h = \Psi z + \Psi m + \Psi p \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(8)$$

حيث أن:-

Ψz =جهد الجاذبية الأرضية (سم).

Ψm = جهد الشد السطحي وهو الجهد الناتج من قوة إمتزاز (Adsorptive Force) حبيبات التربة لجزيئات الماء (سم).

Ψp = جهد ضغط ماء التربة (سم).

إذا نظرنا إلى الشكل (1) لمقطع تربة متجانسة يمتد فيها الجذر إلى العمق عند المستوى (1) والماء الأرضي على عمق عند المستوى (2).عند النقطة (1) جهد الضغط Ψp = صفر أما جهد الجاذبية(Ψz) فيمثل بعد الجذر عن الماء الأرضي . وجهد الشد السطحي(Ψm) يعتمد على المحتوى الرطوبي لمنطقة الجذر لذلك اليوم [15].

تم اختيار نوعين من الترب أحداهما مزيجية والأخرى مزيجية غرينية. تم تحديد السعة الحقلية ،نقطة الذبول وقابلية حفظ التربة للماء لكل تربة اعتمادا على [16] كما مبين في الجدول (1).

النتائج والمناقشة

يبين الشكل(2)احتياجات الإرواء الموسمية الكلية لمحصول الحنطة لفترة 11 سنة لمستويات مختلفة من أعماق الماء الأرضي (100،0 ،150 ،200) سم للتربة المزيجية،إن وجود الماء الأرضي بعمق (100)سم يقلل احتياجات الإرواء الموسمية بنسبة كبيرة وواضحة عما هو عليه عند غياب الماء الأرضي وبزيادة عمق الماء الأرضي إلى (150) و(200) سم تبدأ احتياجات الإرواء الموسمية بالزيادة لأن تأثير الماء الأرضي أقل ولكن هذه الزيادة لا تتعدى الاحتياجات عند غياب الماء الأرضي .يبين الجدول (2) نسبة النقصان في احتياجات الإرواء الموسمية عند وجود الماء الأرضي بعمق (100)سم وعند غيابه للتربتين المزيجية والمزيجية الغرينية،كما يوضح أن وجود الماء الأرضي يقلل احتياجات الإرواء الموسمية للتربة المزيجية بحوالي 90% وللتربة المزيجية الغرينية بحوالي 40% عند احتمالية 75%وذلك لأن التربة المزيجية الغرينية سعة حفظها للماء أكبر مما للتربة المزيجية[16] فاحتياجات اروائها أقل.

أما وجود الماء الأرضي وتأثيره على التبخر –نتح الحقيقي فيمكن ملاحظته من خلال الشكل (3) الذي يوضح العلاقة بين عمق الماء الأرضي والتبخر –نتح الحقيقي الموسمي للتربة المزيجية لفترة 11 سنة.يوضح الشكل زيادة التبخر –نتح الحقيقي الموسمي بوجود الماء الأرضي وتكون الزيادة أكبر كلما كان عمق الماء الأرضي أقرب إلى سطح التربة.

يبين الشكلين (4) و(5) كميات المياه الصاعدة من الماء الأرضي لموسم معين للتربتين المزيجية والمزيجية الغرينية على التوالي لأعماق مختلفة من الماء الأرضي ولفترة 11 سنة لمحصول الحنطة.كلما زاد عمق الماء الأرضي عن سطح التربة تقل كميات المياه الصاعدة إلى الأعلى وهذه تختلف في التربة المزيجية عنها في التربة المزيجية الغرينية بسبب اختلاف سعة حفظهما للماء . التربة المزيجية سعة حفظها للماء اقل مما للتربة المزيجية الغرينية.

تم دراسة تأثير العوامل المختلفة على احتياجات الإرواء الموسمية وكميات المياه الصاعدة من الماء الأرضي باعتماد تحليل التباين لمعيارين Two-way

analysis of variance [17]. يبين الجدول (3) أن عمق الماء الأرضي يؤثر أكثر من نوع التربة على احتياجات الإرواء الموسمية عند مستوى دلالة 5% لأن 0<0.05 وكذلك نوع التربة يؤثر لأن 0.006 <0.05 بينما لم تظهر معنوية حد التفاعل بين العاملين لأن 0.121 > 0.05.

أما بالنسبة للتأثير على المياه الصاعدة من الماء الأرضي فإن للعوامل عمق الماء الأرضي ونوع التربة والتفاعل بين العاملين تأثير واضح عند مستوى دلالة 5% لأن 0<0.05، ولكن عمق الماء الأرضي تأثيره أكبر على المياه الصاعدة من الماء الأرضي كما يلاحظ من قيمة F وقيمة معدل المربعات المبينة في الجدول (4)، يليه نوع التربة ثم التفاعل بين العاملين.وعند مقارنة قيمة F وقيمة معدل المربعات في الجدولين(3)و(4) يظهر أن تأثير عمق الماء الأرضي ونوع التربة أكبر على المياه الصاعدة من الماء الأرضي من تأثيرهما على احتياجات الإرواء الموسمية.

المصادر

1-Jensen, M.E.. Scheduling Irrigations Using Computers. Soil and Water Conservation. J. 24 (8):193-195.(1969).

2- Jensen, M.E. , Wright, J. L. ,and Pratt, B. J. Estimating Soil Moisture Depletion from Climate, Crop and Soil Data. Transactions of the ASAE.14: 954-959. (1971).

3-Tschechcke , P. , et al . Irrigate-a scheduling model . Irr. Eng. 59(1): 45-46. (1978).

4-Lamm, F. R., D. H., Rogers, and Manges, H .L. Irrigation scheduling with planned soil water depletion Transactions of the ASAE. 37 (5):1491-1497. (1994).

5- Sheet, E. H. Modeling Supplemental irrigation Water Requirement for Wheat Crop at Mosul Area. M.sc Thesis. Mosul University .Irrigation And Drainage Department.(1987).

6- Awchi, A .M. Dual Scheduling of Linear Move Irrigation System in Al- Jazera.M.sc Thesis. Mosul University .Irrigation and Drainage Department.(1990).

7- ألنعيمي ، احمد أزهر. نمذجة احتياجات الإرواء لمحصول الذرة الصفراء، العروة الربيعية والخريفية في المنطقة الشمالية.جامعة الموصل.هندسة الري والبزل. (2002) .

8-Stuff, R.G. and R.F. Dale. A Soil Moisture Budget Model Accounting for Shallow Water Table Influences. Soil Sci. Soc. Am. J.42:637-643. (1978).

9- Memon, N.A. et al (1986).A method For Estimating the Steady Upward Flux from A water Table. Transactions of the ASAE. 29(6):1646-1649.(1986).

10- Nour El-din, M.M., et al .Salinity Management Model: I. Development Irrigation Drainage engineering. 113(4):440-453.(1987).

11-Abdulmumin, Salisu. Irrigation Scheduling Model with Groundwater and Limited Rooting. Transactions of the ASAE.115(6):938-953. (1989).

12- FAO, Crop Water Requirement. Irrigation and Drainage Paper, No.24, Rome, Italy.(1975).

13-Hanks, R.J. Model for Predicting Plant Yield as Influenced by Water Use. Agronomy Journal.66: 660-665. (1974).

14- Borg, H. and Grimes, D.W. Depth Development of Roots with Time: An Empirical Description. Transactions of the ASAE . 29(1):194 –197.(1986) .

15- Hanks, R.J. and Ashcroft ,G.L. Physical Properties of Soils.Logan,Utah.127pp.(1976).

16- Rawls, W.J , D.L. Brakensiek. and Saxton, K.E. Estimation of Soil Water Properties. Transactions of the ASAE . 25(5):1316 –1320,&1328.(1982) .

17- Torrie, J.H. and Steel, R.G.D. Principles and Procedures of Statistics. McGraw Hill Book Company. 481pp.(1985).

جدول (1) خصائص الترب المقترحة[16].

نوع التربة	الرطوبة عند السعة الحقلية سم^3 /	الرطوبة عند نقطة الذبول سم^3/ سم^3	سعة حفظ الماء ملم/ سم

مزيجية	0.27	0.117	0.153
مزيجية غرينية	0.35	0.145	0.205

جدول (2) نسبة النقصان %في احتياجات الإرواء عند وجود الماء الأرضي بعمق 100 سم.

السنة	نسبة النقصان % للتربة المزيجية	نسبة النقصان % للتربة المزيجية الغرينية
1	91	44
2	100	100
3	91	88
4	92	69
5	93	28
6	92	41
7	100	100
8	93	43
9	91	64
10	93	27
11	92	61

جدول (3) تحليل التباين لاحتياجات الإرواء الموسمية.

المصدر	مجموع المربعات نوع III	درجة الحرية df	معدل المربعات	اختبار F	التأثير
نوع التربة	48813.263	1	48813.263	7.828	.006
عمق الماء الأرضي	362366.887	3	120788.962	19.369	.000

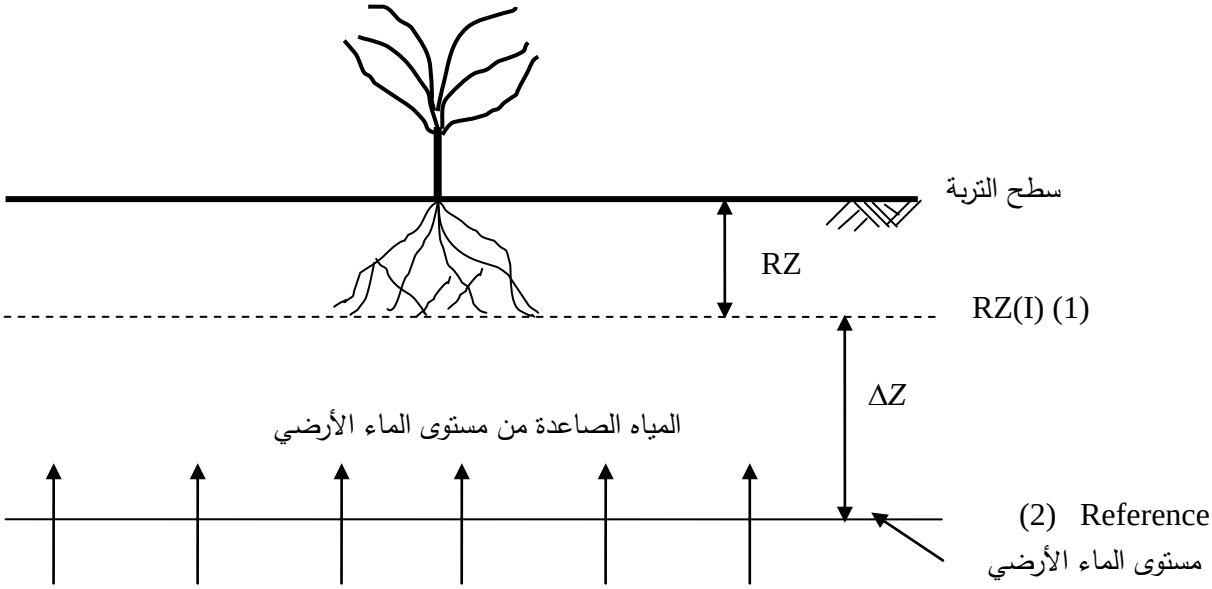
نوع التربة* عمق الماء الأرضي	37405.374	3	12468.458	1.999	.121
الخطأ	498885.248	80	6236.066		
التصحيح الكلي	947470.771	87			

R Squared = .473 (Adjusted R Squared = .427)

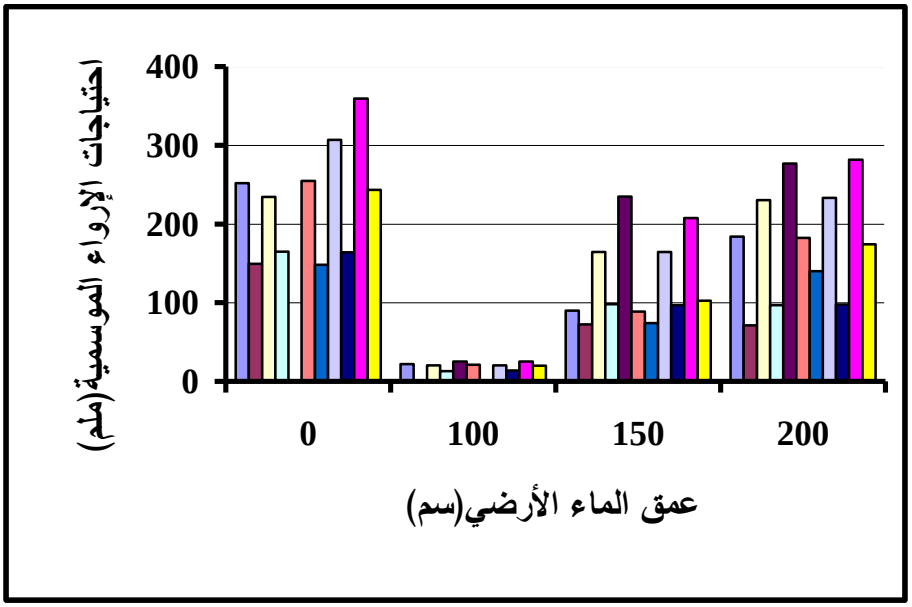
جدول (4) تحليل التباين للمياه الصاعدة من الماء الأرضي.

المصدر	مجموع المربعات نوع III	درجة الحرية df	معدل المربعات	اختبار F	التأثير
نوع التربة	2482450.144	1	2482450.144	729.684	.000
عمق الماء الأرضي	10652481.614	3	3550827.205	1043.720	.000
نوع التربة* عمق الماء الأرضي	4836286.892	3	1612095.631	473.855	.000
الخطأ	272166.996	80	3402.087		
التصحيح الكلي	18243385.647	87			

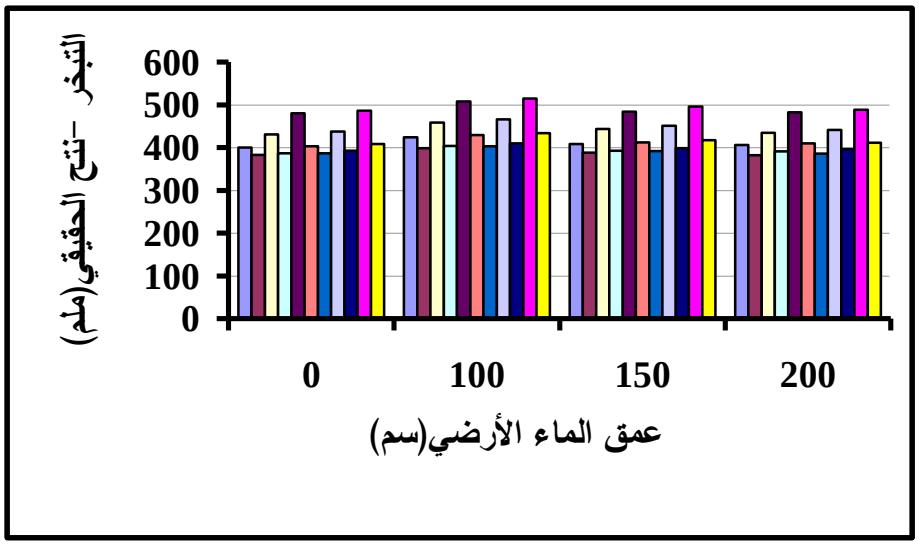
R Squared = .985 (Adjusted R Squared = .984)



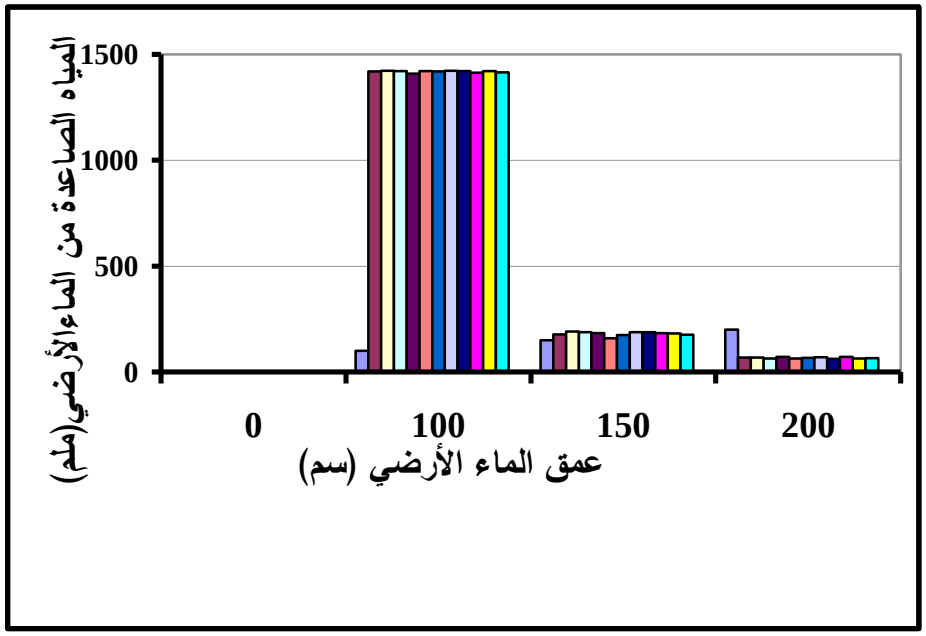
الشكل (1) مقطع عرضي لمقد التربة.



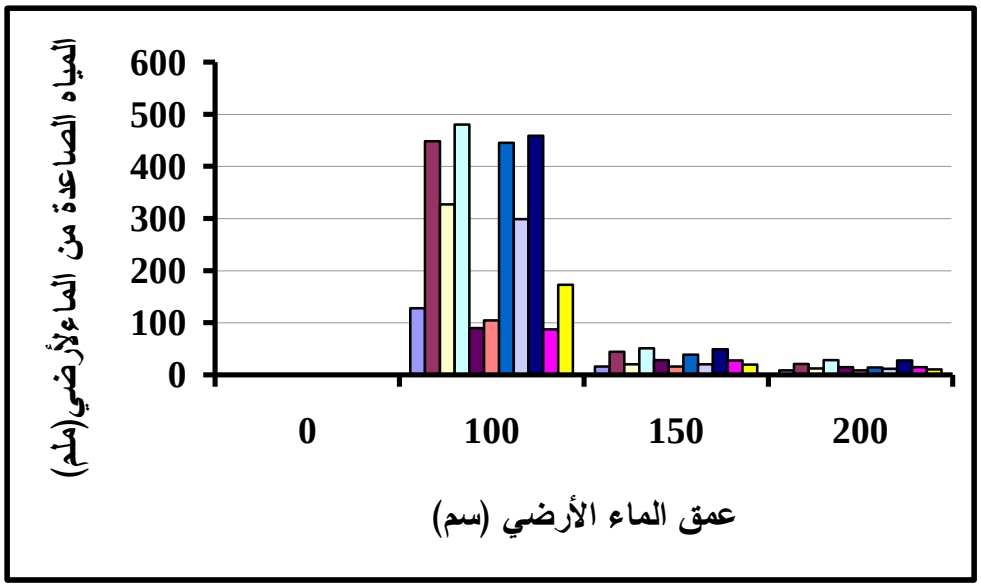
الشكل (2) العلاقة بين عمق الماء الأرضي واحتياجات الإرواء الموسمية لفترة (11) سنة للتربة المزيجية.



الشكل (3) العلاقة بين عمق الماء الأرضي والتبخر– نتح الحقيقي لفترة (11) سنة للتربة المزيجية .



الشكل (4) العلاقة بين عمق الماء الأرضي وكميات المياه الصاعدة منه لفترة (11) سنة للتربة المزيجية.



الشكل (5) العلاقة بين عمق الماء الأرضي وكميات المياه الصاعدة منه لفترة (11) سنة للتربة المزيجية الغرينية.

EFFECT OF GROUND WATERTABLE ON IRRIGATION SCHEDULING MODEL

Eman H. Sheet **Entesar M. Ghazal**
Lecturer **Lecturer**
Water Resources Engineering Dept., Mosul University, Mosul, Iraq.

ABSTRACT

An irrigation scheduling model was developed based on daily soil water balance which takes into account the effect of water table on irrigation water requirement for wheat crop at Mosul area for eleven years. Capillary rise of water table was estimated with Darcy's equation .Crop evapotranspiration was estimated by pan evaporation method. The model inputs are daily climatological data for eleven years at Mosul Station, soil data (total available water, field capacity, permanent wilting point, allowable percent depletion, saturated hydraulic conductivity),and crop data(root depth for wheat crop, crop coefficient).The model estimates daily and seasonal actual evapotranspiration, effective rainfall, irrigation requirement and upward capillary rise from water table. Using the model for wheat, the seasonal irrigation requirements were reduced by 40% for silt loam soil and 90% for loam soil ,avoiding crop water stress or excessive irrigation.

KEYWORDS

Evapo-transpiration, capillary rise, soil moisture extraction, water table , soil water balance model.