

## دراسة العوامل المؤثرة على المسافة بين المبازل المحسوبة بطرائق مختلفة

علي محمد ياسين  
باحث

انتصار محمد غزال  
استاذ مساعد  
قسم الموارد المائية/ كلية الهندسة/ جامعة الموصل

د. عبد الستار الدباغ  
استاذ

### ملخص

تم تطوير نموذج حاسوبي لايجاد المسافة بين المبازل باستخدام الموازنة الديناميكية وفترة الري القصوى والحالة المستقرة. ثم إجراء تحليل الحساسية لدراسة تأثير عمق المبزل ونوع المحصول ونوع التربة وملوحة ماء الري وجدولة الإرواء، على المسافة بين المبازل باستخدام الموازنة الديناميكية. تم تحديد ثلاثة أنواع من الترب واختيار ثلاثة محاصيل هي الحنطة والبطاطا والذرة وللري السحي.

بينت النتائج إن المسافة بين المبازل تتأثر بنوع المحصول ونوع التربة وعلى نحو عام، المسافة بين المبازل المحسوبة باستخدام الموازنة الديناميكية اكبر منها لحالة فترة الري القصوى ، وأقل مما للحالة المستقرة. كما تبين إن أكثر العوامل تأثيراً على المسافة بين المبازل المحسوبة باستخدام الموازنة الديناميكية هي ضائعات التخلل العميق لكل رية وتليها الإيصالية المائية للتربة وعمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة وعمق الماء الأرضي المسموح به وعمق المبزل وملوحة ماء الري. كما إن المسافة بين المبازل لمحصول الحنطة أكثر تحسناً للتغير في عمق المبزل وعمق الماء الأرضي المسموح به وعمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة وملوحة ماء الري والإيصالية المائية للتربة بينما لمحصول البطاطا أكثر تحسناً لضائعات التخلل العميق.

الكلمات الدالة: المسافة بين المبازل ، الموازنة الديناميكية ، فترة الري القصوى ، تحليل الحساسية.

## A Study of Factors Affecting Drain Spacing Calculated with Different Methods

Dr.Abdul\_Sattar Aldabagh

Entesar M.Ghazal

Ali M.Yaseen

A computer model is developed to find the drain spacing using dynamic equilibrium and peak irrigation period and steady state concepts. Then sensitivity analysis is done to study the impact of drain depth, soil and crop type, salinity of irrigation water and irrigation scheduling on the drain spacing calculated with the dynamic equilibrium .Three different soil textures and three crops, wheat, potato, corn are chosen with surface irrigation.

The drain spacing is influenced by the crop and soil type. In general, the drain spacing with the dynamic equilibrium is higher than that of the peak irrigation period and, less than the steady state concept. The most influential factor on the drain spacing, is deep percolation losses for each irrigation, followed by hydraulic conductivity of soil, depth of impermeable layer, permissible water table depth, drain depth and salinity of irrigation water. The drain spacing for wheat is more sensitive to the change in drain depth, permissible water table depth, depth of impermeable layer, salinity of irrigation water and hydraulic conductivity of the soil, while that for potato is more sensitive to the change in deep percolation losses .

## مقدمة

إن الغرض الرئيس من عملية البزل هو الحصول على أقصى إنتاج زراعي، إذ تساعد نظم البزل الصحيحة على تحسين إنتاجية المحاصيل عن طريق تخفيض منسوب المياه الجوفية وتقليل الملوحة في منطقة الجذور. ومن أهم عناصر تصميم نظم البزل هو تحديد المسافة بين المياز. ولتصميم المياز اشتقت معادلات الحالة المستقرة بافتراض أن شدة التغذية تعادل تصريف المبزول ويبقى الماء الأرضي بنفس المستوى. ومن المعادلات المعتمدة للحالة المستقرة هي معادلة هوغاوت [1].

ومن الملاحظ في بعض الأحيان أن المعايير المعتمدة على حالة الجريان المستقر قد لا تكون صحيحة في المناطق المعتمدة على عمليات الري الدورية أو المناطق التي يمكن أن يحدث فيها أمطار ذات شدة عالية بفترات متقطعة. وتحت مثل هذه الظروف عادة ما تستخدم التصاميم المعتمدة على حالة الجريان غير المستقر والتي أهمها معادلة كلوفر-دوم [1] ولحالتين مختلفتين يمكن المقارنة بينهما. الحالة الأولى هي فترة الري القصوى والتي تكون فيها فاصلة الإرواء قصيرة وأن الماء الأرضي سيصل أعلى مستوى له خلال هذه الفترة. وبافتراض أن ماء التغذية لكل رية سيتم بزله قبل الري المقبلة، فإن مستوى الماء الأرضي سيصل المستوى المسموح به بعد كل رية. الحالة الثانية هي أن تكون المياز موضوعاً على عمق بحيث أن الضائعات الناتجة من إضافة الماء إلى التربة لا تسبب رفع مستوى الماء الأرضي إلى الحد المسموح به، وبتابع مفهوم الموازنة الديناميكية لكل الموسم [2]، حيث يسمح للماء الأرضي بالارتفاع تدريجياً خلال موسم الري بحيث يصل أعلى مستوى مسموح به في نهاية موسم الري.

كما إن تحليل الحساسية يمثل إحدى الأفكار الجيدة في معرفة الأهمية النسبية للعوامل المتغيرة المؤثرة والمتحكم في إيجاد المسافة بين المياز [3] مثل (عمق المبزول، عمق الماء الأرضي المسموح به، عمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة، ملوحة ماء الري، الإيصالية المائية وضائعات التخلل العميق لكل رية) إذ يتم تغيير كل عامل من هذه العوامل وملاحظة تأثيره على المسافة بين المياز.

استخدم [4] نموذجاً حاسوبياً لإيجاد المسافة بين المياز باستخدام الموازنة الديناميكية لترب مختلفة ولأعماق متعددة، ولمحصولين إنتاجيين هما الذرة والقطن، واستنتج أن المسافة بين المياز لحالة الموازنة الديناميكية أكبر من تلك لحالة فترة الري القصوى كما أن لنوع المحصول ونوع التربة تأثيراً على هذه المسافات.

استخدم [5] البرنامج الحاسوبي (Agriculture Drainage Planning Program, ADPP) لحساب المسافة بين المياز في الحالة غير المستقرة وباستخدام الموازنة الديناميكية، إذ يعد هذا البرنامج من أهم البرامج المستخدمة والمساعدة في تصميم أنظمة البزل وتحليلها.

استخدم [6] برنامج (Subsurface Drainage Design Program, SDDP) لحساب المسافة بين المياز للحالتين المستقرة وغير المستقرة واستنتج أن الحالة غير المستقرة أكثر ممارسة وأقرب إلى مفاهيم تصميم الإدارة العامة لمشاريع البزل المصرية.

أجرى [7] تحليل الحساسية لدراسة تأثير العوامل المؤثرة على ملوحة المنطقة الجذرية التي تشمل (عمق المبزول، المسافة بين المياز، كمية ماء الري المعطى وعمق الماء الأرضي). واستنتج أن تقليل المسافة بين المياز عن القيمة الفعلية أو زيادة عمق المبزول الفعلي لن يقلل ملوحة المنطقة الجذرية، ولكن تجهيز (80%) من كمية ماء الري سوف يقلل من مشكلتي التغدق والملوحة.

قام [8] بتحليل حساسية المتغيرات الداخلة إلى الانموذج الحاسوبي (SALTMOD) التي تشمل (المساحة، التبخر-نتج الكامن، المطر، التصريف الطبيعي، كفاءة الغسل، ملوحة المنطقة الجذرية، ملوحة المنطقة الانتقالية، ملوحة مكن الماء الجوفي، عمق الماء الأرضي، المسامية الكلية، المسامية المبرولة)، وذلك بزيادة القيمة الفعلية لكل متغير من هذه المتغيرات بنسبة (10%) و(20%) وكذلك تقليلها بالنسبة نفسها وملاحظة تأثير هذا التغير على ملوحة المنطقة الجذرية.

استهدف البحث الحالي دراسة العوامل المؤثرة على المسافة بين المياز وهي 1- نوع التربة 2- نوع المحصول 3- عمق الميازول 4- ملوحة ماء الري 5- جدولة الإرواء من خلال تطوير انموذج حاسوبي لإيجاد المسافة بين المياز باستخدام الموازنة الديناميكية ومقارنتها مع تلك المحسوبة لحالة فترة الري القصوى والحالة المستقرة ومقارنة هذا الانموذج الحاسوبي مع برنامج ADPP المذكور في [5]. ثم إجراء تحليل الحساسية، لدراسة تأثير العوامل المختلفة على المسافة بين المياز.

## منهج البحث

تم تطوير انموذج حاسوبي باستخدام لغة (MATLAB)، مع الاستعانة ببرنامج EXECL لحساب المسافة بين المياز باستخدام معادلة كلوفر-دوم، لحالتين الموازنة الديناميكية وفترة الري القصوى. ومعادلة هوكاوت للحالة المستقرة. فضلاً عن استخدامه في تحليل حساسية المسافة بين المياز للعوامل المختلفة وباستخدام الموازنة الديناميكية وللتربة المزيجية.

الدباغ: دراسة العوامل المؤثرة على المسافة بين المبازل المحسوبة بطرائق مختلفة

تم اختيار ثلاثة محاصيل من مشروع ري الجزيرة الشمالي ، هي: الحنطة الشتوي والبطاطا الربيعي والذرة الصيفي وكفاءة ري 60%. تم جمع البيانات اللازمة ، التبخر-نتج الكامن والأمطار الفعالة ومعامل المحصول وعمق الجذر [9]. وموعد الزراعة [10] وطول فصل النمو [11] وعدد الأيام لكي يصل الجذر إلى أقصى عمق في مرحلة النضج [12] و [13] كما في الجدول (1).

الجدول(1) بيانات عن المحاصيل [10] و [11] و [9] و [12] و [13].

المحصول	موعد الزراعة	طول فصل النمو (يوم)	أقصى عمق للجذر(سم)	عدد الأيام لكي يصل الجذر إلى أقصى عمق Dm
حنطة	10/1	244	100	108
بطاطا	2/1	121	40	50
ذرة	6/1	153	100	61

تم اعتماد ثلاثة أنواع من الترب من مشروع ري الجزيرة الشمالي (مزيجية رملية، مزيجية، مزيجية طينية)، تم تحديد الصفات الفيزيائية لكل نوع وتضمنت الرطوبة عند السعة الحقلية والأيسالية المائية المشبعة وسعة حفظ الماء للتربة [14] والمسامية الميزولة حسب منظمة الغذاء الدولية [15]، وقيمة كفاءة الغسل [16] ونسبة التشبع للتربة من حاصل ضرب الرطوبة عند السعة الحقلية في (2) [16] ونسبة استنزاف رطوبة التربة متساوية لان الترب الثلاثة تشترك بصفة مزيجية [17] ومقاربة لما مستعمل في مشروع ري الجزيرة الشمالي وكما في الجدول (2).

الجدول(2): بيانات عن الترب [14] و [15] و [16] و [17].

نسجة التربة	الرطوبة عند السعة الحقلية %	نسبة التشبع %	الايسالية المائية المشبعة (سم/ساعة)	المسامية الميزولة %	سعة حفظ الماء WHC سم/م	كفاءة الغسل % f	نسبة الاستنزاف % PD
مزيجية رملية	14	28	2.5	9.5	12	60	50
مزيجية	22	44	1.3	6.9	17	50	50
مزيجية طينية	27	54	0.8	5.2	19	45	50

تم حساب التبخر-النتج الكامن للمحصول  $ET_c$  من حاصل ضرب التبخر-النتج الكامن  $ET_o$  في معامل المحصول  $K_c$  وكما مبين في الجدول (3) وكالاتي:

$$ET_c = ET_o * K_c \quad \dots\dots(1)$$

الجدول (3): التبخر-نتج الكامن (ملم / شهر) للمحاصيل المقترحة ولمشروع ري الجزيرة الشمالي .

المحصول	الشهر	محصول الحنطة	محصول البطاطا	محصول الذرة
كانون الثاني	32.8	—	—	—
شباط	66	—	26.4	—
آذار	108	—	86.4	—
نيسان	128	—	160	—
أيار	197.6	—	222.3	—
حزيران	—	—	—	177
تموز	—	—	—	232.5
أب	—	—	—	288
أيلول	—	—	—	196
تشرين الأول	59.2	—	—	133.2
تشرين الثاني	43	—	—	—
كانون الأول	26.65	—	—	—

إن عمق الخزان المائي الفعلي للتربة يعتمد على عمق المنطقة الجذرية. هذا العمق يزداد مع التقدم في مراحل نمو المحصول، ويصل إلى قيمته القصوى عند مرحلة التزهير في اغلب المحاصيل. إن المعادلة العامة للجذر التي تم اعتمادها في البحث هي [18].

$$RZD(I) = MRD \left[ 0.5 + 0.5 \sin \left\{ 3.03 \left( \frac{I}{Dm} \right) - 1.47 \right\} \right] \quad \dots\dots(2)$$

إذ أن:

$RZD$ : عمق الجذر (ملم). ،  $I$ : تسلسل اليوم من فترة نمو المحصول.  
 $MRD$ : أقصى قيمة لعمق الجذر (ملم). ،  $Dm$ : عدد الأيام لكي يصل النبات إلى أقصى عمق للجذر.  
 تم استخدام عمق المنطقة الجذرية في بداية موسم النمو للمحاصيل المختلفة تساوي 20 سم [19].

أما صافي عمق الري  $NDI$ ، والمعدل اليومي لصافي عمق الري  $(NDI)d$ ، والمعدل اليومي لإجمالي عمق الري  $(GDI)d$ ، وفاصلة الري  $t$  فيمكن حسابها من المعادلات الآتية:

$$NDI = (WHC * \frac{RZD}{1000} * PD) * 10 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$(NDI)d = \frac{(ETc - Re)}{Z} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$(GDI)d = \frac{(NDI)d}{Ea} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$t = \frac{NDI}{(NDI)d} \quad \dots\dots\dots(6)$$

إذ أن:  $Re$ : المطر الفعال (ملم/شهر). ،  $Z$ : عدد أيام الشهر. ،  $Ea$ : كفاءة الإرواء .  
 • تم استثناء السيج السطحي من الضائعات في حساب المعدل اليومي لضائعات التخلل العميق.

تم حساب المعدل اليومي لضائعات التخلل العميق  $ri$  وضائعات التخلل العميق لكل رية  $Ri$  من المعادلتين الآتيتين:

$$ri = ((GDI)d - (NDI)d) = q \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$Ri = ri * t \quad \dots\dots\dots(8)$$

تم حساب متطلبات الغسل من المعادلة الآتية: [16]

$$LR = \frac{(ETc - Re) ECw}{f \left( \frac{We}{Wfc} ECe - ECw \right)} \quad \dots\dots\dots(9)$$

## الدباغ: دراسة العوامل المؤثرة على المسافة بين المبالز المحسوبة بطرائق مختلفة

لغرض مقارنة متطلبات الغسل لكل رية مع ضائعات التخلل العميق لكل رية واختيار القيمة الأكبر منهما، يتم حساب متطلبات الغسل لكل رية من المعادلة الآتية:

$$Lr = \left( \frac{LR}{Z} \right) * t \quad \dots\dots\dots(10)$$

إذ أن :

$LR$  : متطلبات الغسل (ملم/ شهر).

$f$  : كفاءة الغسل.

$We$  : نسبة تشبع التربة.

$Wfc$  : رطوبة التربة عند السعة الحقلية.

$Lr$  : متطلبات الغسل لكل رية (ملم).

وقد تم اعتماد ضائعات التخلل العميق لكل رية  $Ri$  المبينة في الجداول (4-6)، لأنها أكبر من متطلبات الغسل لكل رية  $Lr$ .

تم تحديد أعماق المبالز (1.5-3.0) م حسب منظمة الغذاء الدولية [15] مع الأخذ بنظر الاعتبار أعماق المبالز الملائمة لظروف العراق، وعمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة (5) م ونصف قطر المبالز ( $r = 0.1$ ) م [19]، عمق الماء الأرضي المسموح به = 1 م [16]. تم اعتماد الايصالية الكهربائية لمستخلص العجينة المشبعة للتربة التي لايتجاوز عندها انخفاض انتاجية المحاصيل عن 50% وهي (5.86, 5.86, 13.1) دسيمنز/م لمحاصيل الحنطة والبطاطا والذرة على التوالي [20] وملوحة ماء الري في منطقة الدراسة ( $ECw=0.47$  دسيمنز/م [21] والمستخدم في حساب متطلبات الغسل للترب المختلفة.

الجدول (4): فاصلة الإرواء وضائعات التخلل العميق / رية لمحصول الحنطة ولترب مختلفة.

المزيجية الطينية			التربة المزيجية			التربة المزيجية الرملية		
التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر	التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر	التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر
9.5	9	10/1	10.6	10	10/1	7.4	7	10/1
11.6	11	10/10	10.6	10	10/11	7.4	7	10/8
11.6	11	10/21	11.6	11	10/21	8.5	8	10/15
22.0	30	11/1	22.0	30	11/1	9.5	9	10/23
9.0	30	12/1	9.0	30	12/1	7.3	10	11/1
3.4	31	12/31	3.4	31	12/31	14.7	20	11/11
23.1	31	1/31	23.1	31	1/31	9.0	30	12/1
50.3	30	3/2	50.3	30	3/2	3.4	31	12/31
62.0	30	4/1	62.0	30	4/1	23.1	31	1/31
64.7	16	5/1	60.6	15	5/1	50.3	30	3/2
60.6	15	5/17	60.6	15	5/15	31.0	15	4/1
						31.0	15	4/16
						44.5	11	5/1
						40.4	10	5/12
						40.4	10	5/22

لجدول (5): فاصلة الإرواء وضمانات التخلل العميق/ رية لمحصول البطاطا ولترب مختلفة.

المزيجية الطينية			التربة المزيجية			التربة المزيجية الرملية		
التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر	التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر	التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر
-	-	2/28-1	-	13	2/28-1	-	-	2/28-1
18.2	15	3/1	15.8	18	3/1	10.9	9	3/1
19.4	16	3/16	21.8	8	3/14	13.3	11	3/10
27.8	10	4/1	22.2	8	4/1	13.3	11	3/21
27.8	10	4/11	22.2	7	4/9	16.7	6	4/1
27.8	10	4/21	19.4	7	4/17	16.7	6	4/7
27.4	6	5/1	19.4	5	4/24	16.7	6	4/13
27.4	6	5/7	22.8	5	5/1	16.7	6	4/19
27.4	6	5/13	22.8	5	5/6	16.7	6	4/25
27.4	6	5/19	22.8	5	5/11	18.3	4	5/1
27.4	6	5/25	22.8	5	5/16	18.3	4	5/5
			22.8	5	5/21	18.3	4	5/9
			22.8		5/26	18.3	4	5/13
						18.3	4	5/17
						18.3	4	5/21
						18.3	4	5/25

تم حساب المسافة بين المبالز في الحالة المستقرة باستخدام معادلة هوكاوت [16] وكالاتي:

$$L^2 = \frac{4 * K * h}{q} (2 * d + h) \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$d = \frac{D}{1 + \left[ \frac{8 * D}{\pi * L} \ln \frac{D}{u} \right]} \quad \dots\dots\dots(12)$$

لإيجاد المسافة بين المبالز في الحالة غير المستقرة، استخدمت الموازنة الديناميكية وحالة فترة الري القصوى باستعمال معادلة كلوفر-دوم [16]:

$$L^2 = \frac{\pi^2 Kdt}{\mu \ln \left( 1.16 \frac{ho}{ht} \right)} \quad \dots\dots\dots(13)$$

إذ أن:

$L$ : المسافة بين المبالز (م). ،  $K$ : الأيصالية المائية المشبعة (م/يوم).

$q$ : معدل التغذية (م/يوم). ،  $t$  = فاصلة الإرواء (يوم).

$h$ : معدل الشحنة الهيدروليكية عند منتصف المسافة بين مبالزين (م).

$d$ : العمق المكافئ لهوكاوت (م). ،  $D$ : عمق الطبقة غير النفاذة عن منسوب الميزل (م).

$u$ : المحيط المبطل للميزل (م) =  $\pi * r$  ،  $r$ : نصف قطر الميزل (م).

$ho$ : الشحنة الهيدروليكية بعد الإرواء عند منتصف المسافة بين مبالزين (م).

$ht$ : الشحنة الهيدروليكية قبل الإرواء ( عند منتصف المسافة بين مبالزين (م).

$\mu$ : المسامية المبزولة للترب

الجدول (6): فاصلة الإرواء وضائعات التخلل العميق/ رية لمحصول الذرة ولترب مختلفة.

المزيجية الطينية			التربة المزيجية			التربة المزيجية الرملية		
التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر	التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر	التخلل العميق ملم	فاصلة الري يوم	تاريخ الري يوم/شهر
11.8	3	6/1	7.9	2	6/1	7.9	2	6/1
11.8	3	6/4	7.9	2	6/3	7.9	2	6/3
11.8	3	6/7	7.9	2	6/5	7.9	2	6/5
11.8	3	6/10	7.9	2	6/7	7.9	2	6/7
15.7	4	6/13	7.9	2	6/9	7.9	2	6/9
19.7	5	6/17	7.9	2	6/11	7.9	2	6/11
23.6	6	6/22	7.9	2	6/13	7.9	2	6/13
31.8	7	6/28	11.8	3	6/15	7.9	2	6/15
40.0	8	7/5	11.8	3	6/18	7.9	2	6/17
45.0	9	7/13	15.7	4	6/21	11.8	3	6/19
50.0	10	7/22	23.6	6	6/25	15.7	4	6/22
61.9	10	8/1	50.0	10	7/1	19.7	5	6/26
61.9	10	8/11	50.0	10	7/11	25.0	5	7/1
68.1	11	8/21	50.0	10	7/21	30.0	6	7/6
65.3	15	9/1	60.7	10	7/31	30.0	6	7/12
65.3	15	9/16	68.1	11	8/10	35.0	7	7/18
63.6	24	10/1	68.1	11	8/21	35.0	7	7/25
			65.3	15	9/1	37.2	6	8/1
			65.3	15	9/16	37.2	6	8/7
			55.6	21	10/1	37.2	6	8/13
						37.2	6	8/19
						43.4	7	8/25
						43.6	10	9/1
						43.6	10	9/11
						43.6	10	9/21
						39.7	15	10/1
						39.7	15	10/16

يتم إيجاد المسافة بين المبالز باستخدام الموازنة الديناميكية باعتماد طريقة المحاولة والخطأ بافتراض قيمة معينة للمسافة بين المبالز ثم حساب منسوب الماء الأرضي خلال موسم نمو المحصول بعد معرفة عمق الطبقة غير النفاذة، فاصلة الإرواء، المسامية الميزولة، مقنن البزل وعمق الماء الأرضي قبل وبعد كل رية لكل الموسم. وإذا أظهرت النتائج أن منسوب الماء الأرضي هو فوق المستوى المسموح به، تعاد الحسابات بقيمة أقل للمسافة بين المبالز. أما حساب المسافة بين المبالز باستخدام فترة الري القصوى فقد تم باختيار أقصى مقنن بزل وأقصر فاصلة إرواء خلال الموسم.

### تحليل الحساسية

للتعرف على تأثير العوامل المختلفة، التي تشمل (عمق الميزل وعمق الماء الأرضي المسموح به وعمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة والأيصالية المائية وملوحة ماء الري وضائعات التخلل العميق لكل رية)، على المسافة بين المبالز المحسوبة باستخدام الموازنة الديناميكية، تم تطبيق تحليل الحساسية على المحاصيل المختلفة وللتربة المزيجية. إذ تم تغيير قيم تلك العوامل ضمن مدى مقبول يمكن من خلاله تحديد تأثير كل عامل منها على المسافة بين المبالز وكما موضح في الجدول (7). تم تغيير ضائعات التخلل العميق لكل رية بحيث يتلاءم مع الضائعات الفعلية لطريقة الري المقترحة دون التقيد بعدد الريات لكل محصول ولكامل موسم النمو وكما مبين في الجدول (8).

الجدول (7): تغير عمق المبزل وعمق الماء الأرضي المسموح به و عمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة والإيطالية المائية وملوحة ماء الري وحسب تحليل الحساسية.

الإيصالية المائية سم/ساعة	ملوحة ماء الري دسيمنز/م	عمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة (م)	عمق الماء الأرضي المسموح به (م)	عمق المبزل (م)
0.5	0.47	3	0.8	2.1
0.8	2.0	5*	1.0	2.3
1.3*	2.2*	10	1.2*	2.5*
2.5	2.4	15	1.4	2.7
3.0	2.6	20	1.6	2.9
—	2.8	—	—	—

\* يمثل هذا الرمز القيم الفعلية للعوامل المختلفة التي تتم المقارنة معها في تحليل الحساسية.

الجدول (8): تغير ضائعات التخلل العميق (ملم) لكل رية وفاصلة الإرواء (يوم) للمحاصيل المختلفة وحسب تحليل الحساسية.

محصول الذرة		محصول البطاطا		محصول الحنطة	
التخلل العميق	فاصلة الري	التخلل العميق	فاصلة الري	التخلل العميق	فاصلة الري
7.0	2	15	13	3.0	31
10.0	3	18	15	11.0	11
20.0	5	20	17	15	17
30.0	7	22	6	20	26
40.0	8	25	5	30	30
50.0	10	—	—	40	30
60.0	10	—	—	65	15
70.0	10	—	—	—	—

## النتائج والمناقشة

بعد إدخال البيانات في برنامج ADPP تبين أن البرنامج يمكن تطبيقه على محصول البطاطا فقط ولا يمكن تطبيقه على محصولي الحنطة والذرة لأن موسم نمو محصول البطاطا قصير وفيه عدد الريات أقل مما لمحصولي الحنطة والذرة. بينما يمكن تطبيق النموذج الحالي لأي محصول و لأي عدد من الريات.

يبين الشكل (1) ان المسافة بين المبالز تتغير بتغير المحصول نتيجة الاختلاف في الاحتياج المائي خلال موسم النمو وفاصلة الإرواء وعدد الريات ومن ثم الاختلاف في ضائعات التخلل العميق لكل رية، إذ تزيد المسافة بين المبالز لمحصول الحنطة عنها لمحصول الذرة في التربة المزيجية الرملية، بسبب قلة الاستهلاك المائي و ضائعات التخلل العميق لكل رية للحنطة. أما في الترتين المزيجية والمزيجية الطينية فأن المسافة بين المبالز لمحصول البطاطا أكبر منها لبقية المحاصيل عند أعماق المبالز القليلة وبعدها تصبح المسافة بين المبالز لمحصول الحنطة، أكبر من المسافة بين المبالز لبقية المحاصيل وعند أعماق المبالز الكبيرة.

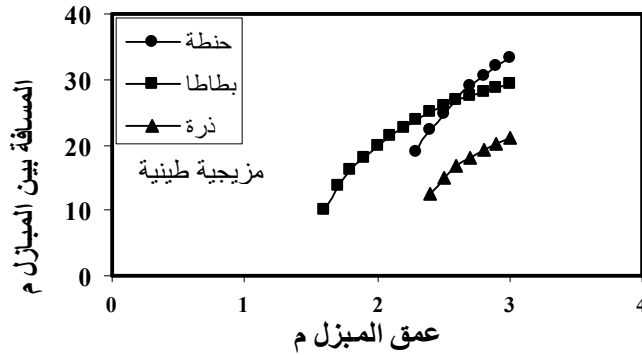
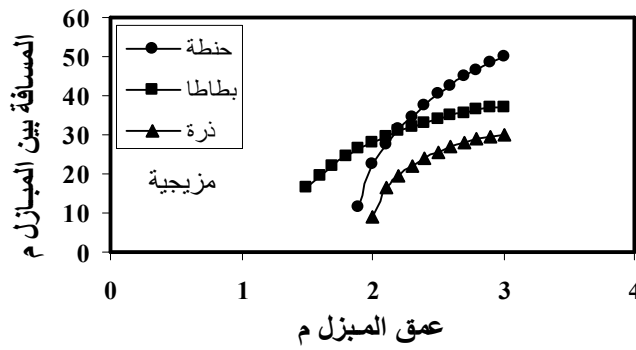
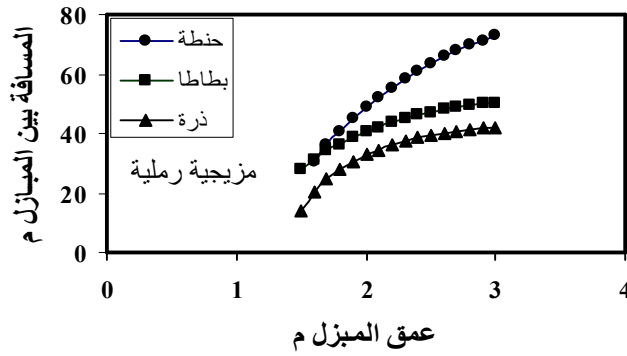
أن المسافة بين المبالز المحسوبة باستخدام الموازنة الديناميكية أكبر من المسافة بين المبالز لحالة فترة الري القصوى وأقل مما للحالة المستقرة لمحصول البطاطا وللترب الثلاثة (المزيجية الرملية والمزيجية والطينية)، ويزيد الفرق مع زيادة عمق المبزل وكما موضح في الشكل (2).

كما ان لنوع المحصول ونوع التربة تأثيرهما على المسافة بين المبالز إذ يلاحظ من الأشكال (3) و(4) و(5) أن المسافة المحسوبة بالموازنة الديناميكية لمحصول الحنطة أقل من تلك للجريان المستقر في الترتين المزيجية الرملية والمزيجية الطينية، بينما تتجاوزها قليلا بعد زيادة عمق المبزل في التربة المزيجية، بسبب قلة ضائعات الحنطة فضلاً عن اختيار المعدل اليومي لفاصلة الإرواء تبعاً لتغير عمق الجذر اليومي للحنطة. بينما يلاحظ من الأشكال (6) و(7) و(8)، أن المسافة المحسوبة بالموازنة الديناميكية لمحصول الذرة أقل من تلك، لحالة فترة الري القصوى لأعماق المبالز القليلة في التربة المزيجية الرملية ولكل أعماق المبالز في الترتين المزيجية والمزيجية الطينية وذلك بسبب تغير المعدل اليومي لفاصلة الإرواء الذي يزداد تدريجياً بازدياد عمق الجذر اليومي إلى أن يصل إلى حد معين أي قبل وصول الجذر إلى

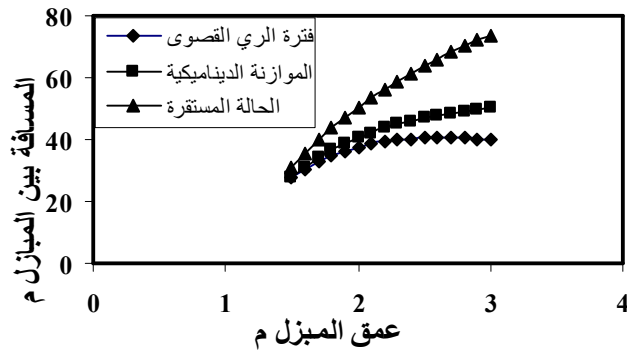


## ألدباغ: دراسة العوامل المؤثرة على المسافة بين المبازل المحسوبة بطرائق مختلفة

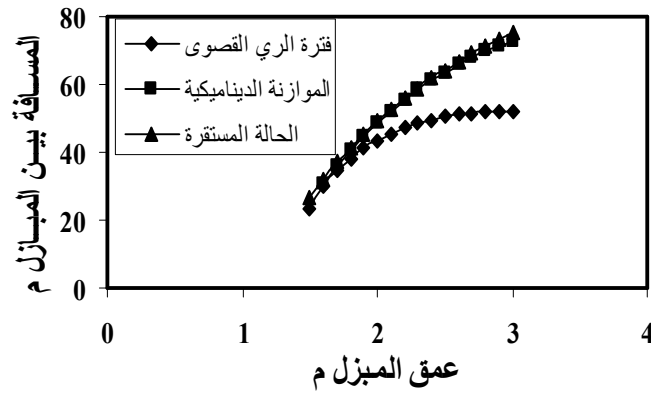
أقصى عمق له وبعدها يبدأ المعدل اليومي لفاصلة الإرواء بالنقصان تدريجيا إلى أن يصل إلى أقل قيمة له عندما يصل الاستهلاك المائي لهذا المحصول إلى أعلى قيمة عند الشهر الثامن.



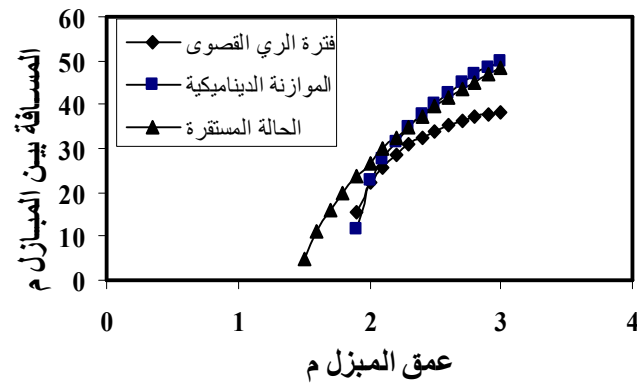
الشكل (1): تغير المسافة بين المبازل بالموازنة الديناميكية مع عمق المبازل للمحاصيل والترب المختلفة.



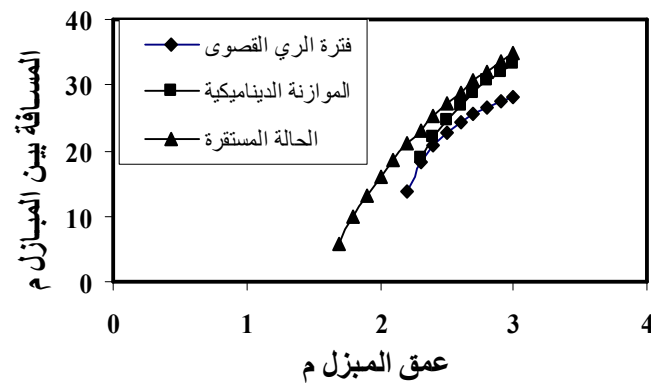
الشكل (2): تغير المسافة بين المبازل المحسوبة بالطرائق المختلفة مع عمق المبازل لمحصول البطاطا للتربة المزيجية الرملية.



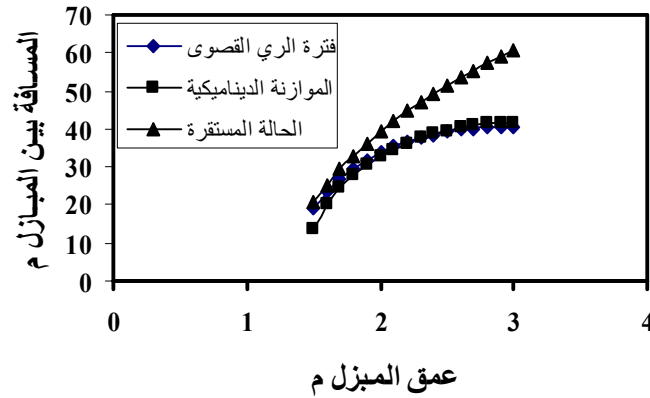
الشكل(3): تغير المسافة بين الميازل المحسوبة بالطرائق المختلفة مع عمق الميازل لمحصول الحنطة للتربة المزيجية الرملية.



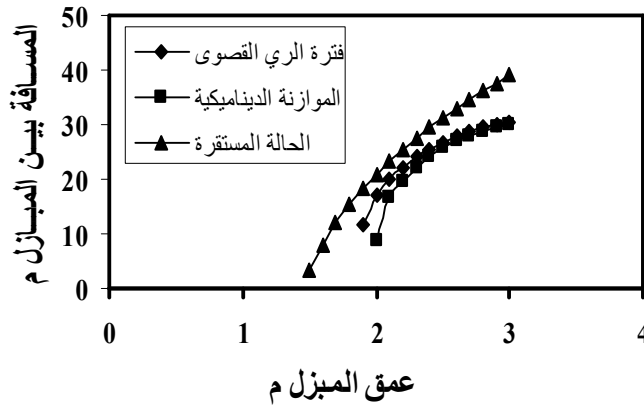
الشكل(4): تغير المسافة بين الميازل المحسوبة بالطرائق المختلفة مع عمق الميازل لمحصول الحنطة للتربة المزيجية.



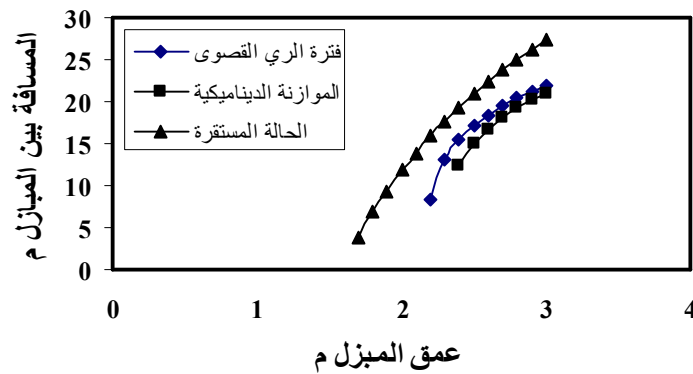
الشكل(5): تغير المسافة بين الميازل المحسوبة بالطرائق المختلفة مع عمق الميازل لمحصول الحنطة للتربة المزيجية الطينية.



الشكل(6): تغير المسافة بين الميازل المحسوبة بالطرائق المختلفة مع عمق الميزل لمحصول الذرة للتربة المزيجية الرملية.



الشكل(7): تغير المسافة بين الميازل المحسوبة بالطرائق المختلفة مع عمق الميزل لمحصول الذرة للتربة المزيجية.



الشكل(8): تغير المسافة بين الميازل المحسوبة بالطرائق المختلفة مع عمق الميزل لمحصول الذرة للتربة المزيجية الطينية.

يبين الجدول (9) تغير المسافة بين الميازل المحسوبة بالموازنة الديناميكية مع عمق الميزل للمحاصيل المختلفة. يبين الجدول(10) ان تأثير عمق الميزل على المسافة بين الميازل يكون اكبر للأعماق الأقل من القيمة الفعلية إذ

أن الإشارة السالبة تدل على نقصان المسافة بين الميازل عن تلك عند القيمة الفعلية. كما إن محصول الحنطة أكثر تحسسا للتغير في عمق الميازل.

الجدول (9): تغير المسافة بين الميازل المحسوبة بالموازنة الديناميكية مع عمق الميازل للمحاصيل المختلفة وحسب تحليل الحساسية.

المسافة بين الميازل (م)			عمق الميازل (م)
محصول الذرة	محصول البطاطا	محصول الحنطة	
16.50	29.60	27.40	2.1
22.10	32.10	34.70	2.3
25.70	34.10	40.30	2.5*
28.00	35.70	44.80	2.7
29.60	36.80	48.40	2.9

الجدول (10): مقارنة حساسية المسافة بين الميازل للتغير في عمق الميازل وللمحاصيل المختلفة.

التغير في المسافة بين الميازل			التغير في عمق الميازل (م)
محصول الذرة	محصول البطاطا	محصول الحنطة	
-36%	-13%	-32%	-0.4
-14%	-6%	-14%	-0.2
+9%	+5%	+11%	+0.2
+15%	+8%	+20%	+0.4

أن المسافة بين الميازل تقل مع زيادة عمق الماء الأرضي المسموح به وذلك لزيادة كمية المياه المطلوب بزلها من التربة وذلك لارتفاع الماء الأرضي أكثر من المسموح به. إذ يظهر من الجدول (11) أن النقصان في المسافة بين الميازل عند زيادة عمق الماء الأرضي المسموح به عن القيمة الفعلية كان أكبر من الزيادة في تلك المسافة عند نقصان ذلك العمق، كما أن التغير بالمسافة بين الميازل لمحصول الحنطة، أكبر مما لبقية المحاصيل مما يدل على أنه أكثر حساسية لتغير عمق الماء الأرضي المسموح به.

الجدول (11): حساسية المسافة بين الميازل للتغير في عمق الماء الأرضي المسموح به للمحاصيل المختلفة.

التغير في المسافة بين الميازل وعند العمق 2.5 م			التغير في عمق الماء الأرضي المسموح به (م)
الذرة	البطاطا	الحنطة	
+32%	+17.5%	+37%	-0.4
+18%	+9%	+19%	-0.2
-26%	-9.6%	-22%	+0.2
—	-20%	-69%	+0.4

عند تغيير عمق الطبقة غير النفاذة وجد ان المسافة بين الميازل تزداد كلما يزداد عمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة لأنه يؤدي إلى زيادة العمق المكافئ لهوكاوت ، ولكن عند وصول عمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة إلى حد (10) م تزداد المسافة بين الميازل قليلا وبعدها تثبت تقريبا مما يدل على أن الطبقة غير النفاذة أصبحت غير مؤثرة على المسافة بين الميازل. يبين الجدول (12) أن نقصان عمق الطبقة غير النفاذة عن القيمة الفعلية أكثر تأثيرا على المسافة بين الميازل من زيادته، كما أن محصول الحنطة أكثر تحسسا لتغير عمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة.

الجدول (12): مقارنة حساسية المسافة بين المبالز للتغير في عمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة وللمحاصيل المختلفة.

التغير في المسافة بين المبالز (م) وعند العمق 2.5 م			التغير في عمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة (م)
محصول الذرة	محصول البطاطا	محصول الحنطة	
-46%	-48%	-49%	-2
+25%	+34%	+38%	+5
+29%	+43%	+50%	+10
+28%	+45%	+55%	+15

تم ملاحظة تغير ملوحة ماء الري وتأثيرها على المسافة بين المبالز المحسوبة بالموازنة الديناميكية وللمحاصيل المختلفة، إذ وجد أنه مع زيادة ملوحة ماء الري تقل المسافة بين المبالز لأن زيادة ملوحة ماء الري تعمل على تراكم الأملاح في التربة مما يتطلب زيادة متطلبات الغسل. كما أن المسافة بين المبالز تختلف من محصول لآخر حسب تغير ضائعات التخلل العميق لكل محصول. ولوحظ أن زيادة الملوحة إلى حد (2.0، 2.0، 2.2) دسيمنز/ م لمحاصيل الحنطة والبطاطا والذرة على التوالي غير مؤثرة على المسافة بين المبالز لتجاوز ضائعات التخلل العميق متطلبات الغسل. لذلك لمحصول فقد تم اعتماد ملوحة ماء الري 2.2 دسيمنز/ م كقيمة فعلية للمقارنة حيث لا تتأثر عندها المسافة بين المبالز الحنطة، بينما زيادة ملوحة ماء الري 0.2 دسيمنز/ م عن 2.0 دسيمنز/ م تؤدي إلى تقليل المسافة بين المبالز بنسبة 10% و 22% لمحصولي البطاطا والذرة على التوالي. كما تقل المسافة بين المبالز لمحصول الحنطة مع زيادة ملوحة ماء الري بنسبة أكبر مما لمحصولي البطاطا والذرة وكما مبين في الجدول (13).

الجدول (13): مقارنة حساسية المسافة بين المبالز للتغير في ملوحة ماء الري وللمحاصيل المختلفة.

التغير في المسافة بين المبالز (م) وعند العمق 2.5 م			التغير في ملوحة ماء الري (دسيمنز/ م)
محصول الذرة	محصول البطاطا	محصول الحنطة	
+22%	+10%	0	-1.73
+22%	+10%	0	-0.2
-3%	-1%	-18%	+0.2
-5%	-2%	-20%	+0.4
-8%	-3%	-22%	+0.6

يتبين من الجدول (14) أن المسافة بين المبالز تتناسب طردياً مع الإيصالية المائية للتربة لأن سعة حفظ الماء للتربة تقل مع زيادة الإيصالية المائية ومن ثم تقل ضائعات التخلل العميق لكل رية. كما أن زيادة الإيصالية المائية يكون تأثيره على المسافة بين المبالز أقل من تأثير نقصانها. كما أن الحنطة أكثر تحسناً لتغير الإيصالية المائية للتربة من باقي المحاصيل.

الجدول (14): مقارنة حساسية المسافة بين المبالز للتغير في الإيصالية المائية للتربة وللمحاصيل المختلفة.

التغير في المسافة بين المبالز (م) وعند العمق 2.5 م			التغير في الإيصالية المائية (سم / ساعة)
محصول الذرة	محصول البطاطا	محصول الحنطة	
—	-46%	—	-0.8
-42%	-24%	-38%	-0.5
+54%	+38%	+58%	+1.2
+69%	+35%	+81%	+1.7

لملاحظة حساسية المسافة بين المبالز للتغير في ضائعات التخلل العميق، تم مقارنة المسافة بين المبالز مع تلك قبل التغير لاعماق المبالز 2- 2.5 م. إذ يبين الجدول (15) ازدياد المسافة بين المبالز بعد تغيير الضائعات لمحصول

البطاطا اكبر مما للحنطة بينما قلت المسافة بين المبالز بنسبة قليلة عن القيمة الفعلية لأعماق المبالز المختلفة لمحصول الذرة. مما يدل على أن محصول البطاطا كثر تحسنا للتغير في ضائعات التخلل العميق لكل رية.

الجدول (15):تغير المسافة بين المبالز مع تغير ضائعات التخلل العميق لكل رية للمحاصيل المختلفة حسب تحليل الحساسية.

المسافة بين المبالز (م)						عمق المبالز (م)
محصول الذرة		محصول البطاطا		محصول الحنطة		
قبل التغير	بعد التغير	قبل التغير	بعد التغير	قبل التغير	بعد التغير	
—	8.9	52.5	28.1	30.9	22.7	2
15.3	16.5	58.5	29.6	40.3	27.4	2.1
18.9	19.7	65.1	30.9	46.7	31.3	2.2
21.5	22.1	72.5	32.1	51.8	34.7	2.3
23.5	24.1	81.2	33.2	56.3	37.6	2.4
25.2	25.7	92.3	34.1	60.3	40.3	2.5

## خاتمة

بينت النتائج إن المسافة بين المبالز تتأثر بنوع المحصول ونوع التربة وعلى نحو عام، المسافة بين المبالز المحسوبة باستخدام الموازنة الديناميكية اكبر منها لحالة فترة الري القصوى ، وأقل مما للحالة المستقرة. وتبين من مقارنة التغير في المسافة بين المبالز تبعا لتغير العوامل المؤثرة عليها في تحليل الحساسية، أن أكثر العوامل تأثيراً على هذه المسافة هي ضائعات التخلل العميق لكل رية لمحصول البطاطا وتليها الإيصالية المائية للتربة وعمق الطبقة غير النفاذة عن سطح التربة وعمق الماء الأرضي المسموح به وعمق المبالز وملوحة ماء الري لمحصول الحنطة.

## المصادر

1. اللامي، محسن محارب، والجنابي، علاء صالح، (1992). "البزل". دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل. 334 صفحة.
2. Dumm, L.D., and Winger R.J., (1963). "Subsurface Drainage System Designed for Irrigated Areas Using Transient Flow Concept". ASAE Vol. 7, No. 2, PP 147-151.
3. Van beers, W. F. J., (1976). "Computing Drain Spacings". International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, the Netherlands, PP. 1-18.
4. الدباغ، عبد الستار يونس و غزال، انتصار محمد، (2005). "الموازنة الديناميكية لإيجاد المسافة بين المبالز لترتب مختلفة". مجلة هندسة الرافدين، مجلد 13، العدد 2، (1-11) صفحة.
5. Bureau of Reclamation, (2006). "Agricultural Drainage Planning Program". U.S. Department of the Interior, 37 P.
6. Nasralla, M. R., (2007). "Recommended Supportive Tool for The Design of The Subsurface Drainage System in Egypt". Eleventh International Water Technology Conference, IWTC11 2007 Sharm EL-Sheikh, Egypt.
7. Srinivasulu, A., Sujanirao, CH., Lakshmi, G. V., Satyanarayana, T. V. and Boonstra, J., (2004). "Model Studies on Salt and Water Balances at Konanki Pilot Area, Andhra Pradesh, India". Journal of Irrigation and Drainage Systems, Vol. 18, PP. 1-17.
8. Madyaka, M., (2008). "Spatial Modelling and Prediction of Soil Salinization Using SALTMOD in a GIS Environment". M.Sc. Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede, the Netherlands.

9. الطالب، أنمار عبد العزيز، (1999). " النموذج الإروائي الأمثل لمشروع ري الجزيرة الشمالي". أطروحة دكتوراه، جامعة الموصل، كلية الهندسة، 105 صفحة.
10. Awchi, T. A., (1990). "Dual Scheduling of Linear Move Irrigation System in AL-Jezera Project". M.Sc. thesis, College of Engineering, University of Mosul, Iraq, P. 128.
11. اليوزبكي، مزاحم محمود، (2008). "الإدارة المثلى للمياه في قطاع فرعي ضمن مشروع ري الجزيرة الشمالي - ربيعة". أطروحة دكتوراه، جامعة الموصل، كلية الهندسة.
12. Sheet, E. H. (1987). "Modeling Supplemental Irrigation Water Requirements for Wheat Crop at Mosul Area". M.Sc. thesis submitted to the College of Engineering, University of Mosul.
13. المولى، علي محمد ياسين، (2009). " دراسة العوامل المؤثرة على المسافة بين المبازل المحسوبة بطرائق مختلفة ". اطروحة ماجستير جامعة الموصل ، كلية الهندسة.
14. Israelsen, O. W. and Hansen, V. E., (1962). "Irrigation Principles and Practices". Wiley International Edition, 447 P.
15. FAO, (1980). "Drainage Design Factors". FAO Irrigation and Drainage Paper No. 38, FAO, Rome .
16. Kessler, J., (1979). "Field Drainage Criteria. In: Drainage Principles and Applications", Publication 16, Vol. 2, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
17. حاجم، أحمد يوسف و ياسين، حقي إسماعيل، (1992). "هندسة نظم الري الحقلية". دار ابن الأثير للطباعة والنشر، جامعة الموصل، 484 صفحة.
18. Borg, H. and Grimes, D.W., (1986). "Depth Development of Roots with Time: An empirical description". Transactions of the ASAE, Vol. 29, No. 1, PP. 194-197.
19. الرديني، عبد القادر عبد الصمد، عباس، أياد حميد، جعفر، محمد حسن ومصطفى، نبيل صادق، (2002). " تحريات الأيصالية المائية للتربة وحساب المسافات بين المبازل الحقلية لمشروع ري الجزيرة الشمالي محافظة نينوى". وزارة الري الشركة العامة لبحوث الموارد المائية والتربة قسم تحريات التربة، 20 صفحة.
20. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M., (1998). "Crop Evapotranspiration-guide Lines for Computing Crop Water Requirements". Irrigation and Drainage Paper No. 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
21. الجبوري، أحمد خلف والموصلي، مظفر أحمد، (2008). "تأثير نوعية ومستويات مياه الري على حاصل بذور النرة الصفراء النامية في ترب مسمدة وغير مسمدة". مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، المجلد 8، العدد 3، (235-239) صفحة.