THE
FACULTY OF AGRICULTURE

Minia J. of Agric. Res. & Develop.
Vol. (39), No. 2, pp. 315-342, 2019

تأثير مستويي الري ومحسنات التربة في قيم معامل المحصول Kc لنبات البطاطا

لازم مجيد الجوادي*؛ هشام محمود حسن**

****وزارة الزراعة/دائرة البستنة**

***جامعة الموصل/كلية الزراعة والغابات– قسم علوم التربة والموارد المائية**

Received: 17July (2019) Accepted: 15 September (2019)

الخلاصة

تم دراسة تأثير معامل محصول البطاطا عند مستويي الري (100 % و50 % ماء جاهز) مع اضافة كل من البوليمر ومخلفات الاغنام للتربة. استخدمت معادلة الموازنة المائية لحساب قيم ETaوحسبت قيم ETo بطريقتي قياس حوض التبخر ومعادلة FAO–PM.

1. كانت قيم ETa منخفضة عند مرحلة الانبات والنمو الخضري مقارنة بقيمها خلال مراحل النمو وبالأخص عند مرحلة انتفاخ الدرنات، حيث كانت قيم ETa عند مستوى الري I_1االكبر مقارنة بمستوى الري I_2. واختلفت قيم ETa بين المعاملات بسبب زيادة الحفظ الرطوبي قرب المنطقة الجذرية للمعاملات المضافة لها مستويات البوليمر PAM ومخلفات الاغنام. وكانت قيم ETa لمعاملة المقارنة خلال مراحل النمو ولمستويي الري I_1 و I_2 وللموقعين مقارنة بأقل القيم لبقية المعاملات المضافة اليها المحسنات وبالأخص معاملة التداخل P_3O_2
2. أما قيم التبخر–نتح المرجعي ETo لمعادلة FAO–PM ولحوض التبخر صنفA خلال مرحلتي الانبات والنمو الخضري كانت منخفضة وللموقعين، بينما لوحظ ارتفاع قيمها خلال المراحل الثلاث (مرحلة تكوين الدرنات ومرحلة انتفاخ الدرنات ومرحلة تصلب القشرة) بسبب ارتفاع في درجات الحرارة والرطوبة النسبية وعدد ساعات السطوح الشمسي وسرعة الرياح بالإضافة الى زيادة قيم التبخر اليومي من الحوض وكان هذا الارتفاع اكثر وضوحا في بداية شهر حزيران نتيجة لارتفاع تأثير العوامل المناخية المذكورة اعلاه ، وكانت قيم ETo للموقع الاول اعلى من قيمها للموقع الثاني.

3. في حين كانت قيم معامل المحصول Kc لمعاملة المقارنة P_0O_0 اعلى مقارنة بأقل القيم لمعاملة التداخل P_3O_2 ولمستوي الري I_1 و I_2 على التوالي خلال مراحل النمو المختلفة وللموقعين. بينما لوحظ تقارب قيم معامل المحصول خلال مرحلة الانبات والنمو الخضري، ثم بدا بالارتفاع خلال مرحلة تكوين الدرنات وبلغ ذروته خلال مرحلة انتفاخ الدرنات. كذلك لوحظ انخفاض قيم معامل المحصول خلال مرحلة تصلب القشرة.

المقدمة

معامل المحصول Kc

ان معامل المحصول يعبر عن تأثير الخواص التي تميز المحصول الحقلي عن العشب المرجعي الذي يكون مظهره ثابت ويغطي سطح الأرض بالكامل،وعليه فان المحاصيل المختلفة تكون لها قيم معامل المحصول مختلفة، يمكن الحصول على قيم التبخر–نتح للمحصول من البيانات المناخية باستخدام واحدة من الطرق المعتمدة على العوامل المناخية (معادلة بنمان،معادلة بلاني كريدل وحوض التبخر صنف A).إن معامل المحصول هو معامل يحدد ما إذا كانت قيمة التبخر–نتح المحصولي تساوي أو تزيد عن قيمة التبخر–نتح المرجعي المقدر بوساطة البيانات المناخية (Kisekka وآخرون ،2010).في حين عرف Allen وآخرون (1998) معامل المحصول على انه النسبة بين التبخر–نتح الأعظم ET_m إلى التبخر–نتح المرجعي ET_o وتختلف قيم معامل المحصول K_c باختلاف المحاصيل وباختلاف مراحل نموها،إذ إن التغير المستمر في خواص المحصول طيلة فترة موسم النمو يؤثر أيضا على معامل المحصولK_c.وذلك لان تطور نمو المحصول يتغير معه الغطاء الخضري (ارتفاع المحصول ومساحة أوراقه) والذي يؤدي الى اختلاف في التبخر–نتح خلال مراحل النمو وبالتالي يتغير معامل المحصول طيلة فترة النمو.ان موسم النمو يقسم إلى أربعة مراحل أساسية(Cuenca،1989) (المرحلة البدائية Initial Stage، مرحلة تطور المحصول Crop Development Stage ، مرحلة منتصف الموسم Mid Season Stage ومرحلة نهاية الموسم Late Season Stage) وكما في الشكل ادناه.

الاستهلاك المائي Consumptive Use

يعرف الاستهلاك المائي بأنه مجموع ما يستهلكه النبات من الماء لبناء أنسجته أو ما يبقى بداخلة أو ما ينتح من الأوراق إلى المحيط الخارجي وكذلك ما يفقد بالتبخر من التربة والسطوح المائية المجاورة (Israelson وHansan، 1962). وقد يحسب الاستهلاك المائي يوميا، أسبوعيا، شهريا وموسميا. يختلف الاستهلاك المائي للمحاصيل باختلاف مراحل نموها حيث يبدأ الاستهلاك المائي بمعدل

منخفض في بداية موسم النمو ويكون معظم الاستهلاك المائي في هذه المرحلة على شكل تبخر من سطح التربة ومع تطور نموها يزداد الاستهلاك المائي نتيجة لزيادة كثافة الأوراق ثم يكون معظم الاستهلاك المائي على شكل نتح في مراحل النمو الأعظم للنباتات (النقشبندي،2000).أستخدم قياس التبخر–نتح كأحد طرق التعبير عن الاستهلاك المائي والذي يمثل كمية الماء المستهلكة بالنتح (Transpiration) بواسطة النبات وكمية الماء المفقودة بالتبخر(Evaporation) من سطح التربة لذا نستطيع القول أن الاستهلاك المائي(Cu) عادة مايعبر عنه بالتبخر–نتح(ET) (الطيف والحديثي,1988).

معادلة بنمان–مونتيث FAO 1998

FAOPenman–

MonteithEquation

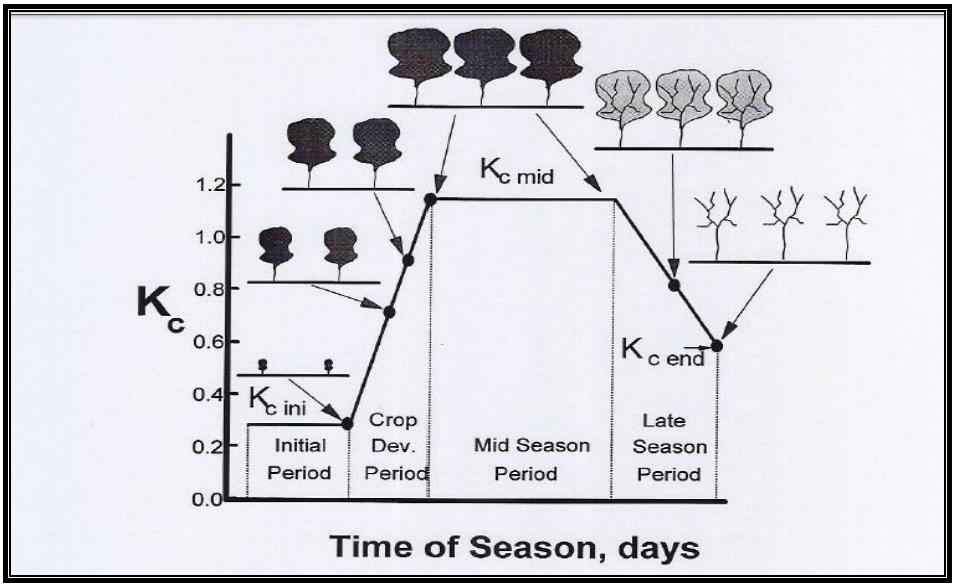
تستخدم معادلة FAO بنمان– مونتيث في تقدير التبخر– نتح المرجعي(ET_o) بالاعتماد على البيانات المناخية .أشارت منظمة الزراعة والاغذية الدولية FAO(1998) أن معادلة FAO–PM هي تمثيل بسيط للعوامل الفيزيائية والفسلجية التي تتحكم بعملية التبخر–نتح خلال ساعة واحدة، يوم، عشرة أيام، شهر أو موسم نمو، وتعد هذه المعادلة من أكثر المعادلات قبولا وتستخدم على نطاق واسع ويمكن تطبيقها على بيانات مناخية كاملة أو ناقصة وفي المناطق الجافة وشبه الجافة والرطبة (Allen وآخرون ،1998) وسرعان ما أوصت منظمة الزراعة والأغذية للأمم المتحدة (FAO) ومنظمة الأنواء الجوية العالمية World Meteorological Organization باستعمالها لقياس التبخر–نتح في برنامج جدولة الري (FAO Cropwat Irrigation Scheduling Software).

طريقة حوض التبخر القياسي (Pan) Evaporation method

يمكن استخدام حوض التبخر صنف (A) في تقدير التبخر– نتح المرجعي (ET_o) وحسب التغاير اليومي للظروف المناخية. تعد هذه الطريقة من الطرق غير المباشرة على الرغم من وجود علاقة بين معدل الاستهلاك المائي للمحاصيل ومعدل التبخر من حوض التبخر. تتأثر قيم التبخر بهذه الطريقة من خلال العوامل المؤثرة في السطح المائي لحوض التبخر بالإشعاع الشمسي، درجة حرارة الهواء الجوي الملامس لسطح التبخر وسرعة الرياح (الطيف والحديثي، 1988). بين De Pauw (1998) أن قيم التبخر لليوم الواحد المقاسة من حوض التبخر صنف(A) تزيد بمقدار25–50% من قيمة التبخر–نتح الفعلي وحسب مرحلة نمو النبات، وجد إن البيانات المسجلة من حوض التبخر صنف A ترتبط معنويا مع الاختلافات المناخية المقاسة من محطة الأنواء الجوية في المنطقة.

مواد وطرق العمل

نفذت تجربة حقلية في موقعين مختلفي النسجة ضمن محافظة نينوى للموسم الربيعي 2012. الموقع الأول يمثل موقع الگبة ذو النسجة الطينية يقع شمال مدينة الموصل عند خط العرض "37 ˉ24 °36 شرقا وعند خط الطول "59 ˉ2 °43 شمالا، أما الموقع الثاني يقع جنوب شرق مدينة الموصل عند خط عرض "59 ˉ19 °36 شرقا وعند خط طول "13 ˉ89 °43 شمالا ذو النسجه المزيجيه يتمثل بموقع المزارع. تميزت طبوغرافية أراضي الحقلين باستوائها. جمعت نماذج من التربة ممثلة للعمق (صفر– 0.3 م) باستخدام مثقاب التربة وأخذت ثلاث عينات لكل موقع وضمن المساحة المستغلة لتنفيذ التجربة وبعد ذلك مزجت وجففت هوائيا طحنت ثم مررت بمنخل قطره فتحته (2) ملم وذلك لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة (جدول 1 و2)



شكل (1) يوضح مراحل نمو المحصول مع قيم معامل المحصول خلال موسم النمو
(Richard وآخرون، 1996)

.

جدول (1) يوضح بعض الصفات لترب الدراسة

الموقع	النسجة	مفصولات التربة غم. كغم$^{-1}$			الكثافة الظاهرية ميكاغرام. م$^{-3}$	المسامية %	الغيض سم. ساعة$^{-1}$	الايصالية المائية سم. ساعة$^{-1}$ falling	PH	Ec µc	O.M غم. كغم$^{-1}$	N جاهز غم. كغم$^{-1}$	P جاهز غم. كغم$^{-1}$	K متبادل سنتي مول. كغم$^{-1}$
		sand	silt	clay										
الاول	طينية	145	365	490	1.40	42.5	2.2	1.20	7.2	246.7	17.24	0.277	0.0073	1.278
الثاني	مزيجية	300	470	230	1.314	47.0	2.62	1.578	7.69	107.5	12.7	0.177	0.0041	0.511

جدول (2) قيم المحتوي الرطوبي الوزني تحت شدود مختلفة للموقعين

الموقع	النسجة	الشد الرطوبي Kpa									الماء الجاهز
		1500	1000	800	600	400	200	100	33	10	
الموقع الاول	طينية	13.175	14.832	15.25	16.28	16.87	17.790	19.00	26.59	30.44	13.415
الموقع الثاني	مزيجية	10.09	10.57	11.24	12.145	12.425	13.496	15.95	22.125	25.48	12.035

استخدم تصميم R.C.B.D القطاعات العشوائية الكاملة احتلت معاملات الري الألواح الرئيسية. عدد الوحدات التجريبية= 72 وحدة تجريبية (2معاملة ري * 4معاملة بوليمر * 3معاملة مخلفات أغنام * 3 مكررات) لكل موقع. مساحة اللوح الواحد=12م^{2}

معاملات الري (مستويان)

1. المعاملة الأولى I_1= معاملة الري الكامل، يتم الري عند فقد 50% من الماء الجاهز ويضاف له 50% للوصول إلى 100 % من الماء الجاهز.

وتم حساب عمق الماء المضاف وفق المعادلة التالية

$$d = \frac{(\theta_{mfc} - \theta_{0.5\,Aw})}{Pw} \quad Z_r * Pb \qquad \ldots\ldots (1)$$

المعاملة الثانية I_2 = معاملة الري الناقص، يتم الري عند فقد 75% من الماء الجاهز ويضاف له 25 % للوصول إلى 50 % من الماء الجاهز

$$d = \frac{(\theta_{0.5\,Aw} - \theta_{0.75\,Aw})}{Pw} \quad Z_r * Pb \qquad \ldots\ldots (2)$$

θ_{mfc} = المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية %

$\theta_{Aw\ 0.5}$= المحتوى الرطوبي عند فقد 50% من الماء الجاهز%

$\theta_{Aw\ 0.75}$= المحتوى الرطوبي عند فقد 75% من الماء الجاهز%

Z_r = عمق المجموعة الجذرية. م. تدرجت قيمها من (0.12–0.32 م) للموقع الاول، وللثاني (0.15–0.35 م)

Pb= الكثافة الظاهرية للتربة ميكاغم. م$^{-3}$. تم تحديدها بعد إضافة المعاملات وقبل الزراعة وكذلك قيست قيمها بعد الزراعة بتاريخ 25–2012/4/30

Pw= كثافة الماء ميكاغم. م$^{-3}$

$$V = A * d \qquad (3)$$

V= حجم الماء المضاف أي كمية ماء الري الواجب إضافتها للتجربة. م^3 أو لتر

A= مساحة المعاملة التي يتطلب إروائها (مساحة الوحدة التجريبية). م^2

d= عمق الماء المضاف. م

تم حساب زمن الري لكل عمق خلال الوحدات التجريبية بالاعتماد على الاستنزاف الرطوبي لكل معاملة من خلال المعادلة الآتية:

$$Qt = V \quad >>> \quad Q = \frac{V}{t} \qquad \ldots\ldots (4)$$

Q = تصريف المضخة (م^3. ساعة$^{-1}$) او (م^3. دقيقة$^{-1}$) أو (لتر.ثا$^{-1}$)

V = حجم الماء المضاف (م^3) أو(لتر)

t = الزمن (ساعة) او (دقيقة) او (ثا)

معاملات البوليمر. تم استخدام أربعة مستويات من البوليمر

1. المعاملة الأولى (control) $P_0 = 0$ بدون أي إضافة للبوليمر
2. المعاملة الثانية $P_1 = 10$ كغم. دونم$^{-1}$ بوليمر (PAM) تضاف عند الزراعة داخل المروز
3. المعاملة الثالثة $P_2 =$ 20كغم. دونم$^{-1}$ بوليمر (PAM) تضاف عند الزراعة داخل المروز
4. المعاملة الرابعة $P_3 = 40$ كغم. دونم$^{-1}$ بوليمر (PAM) تضاف عند الزراعة داخل المروز

معاملات مخلفات الأغنام. تم استخدام ثلاث مستويات من مخلفات الأغنام وكالاتي: –

1. المعاملة الأولى (control) O_0 = بدون أي إضافة لمخلفات الأغنام
2. المعاملة الثانية $O_1 = 4$ طن. دونم$^{-1}$ مخلفات أغنام تضاف قبل الزراعة وتخلط وتقلب مع التربة ويترك الحقل لحين موعد الزراعة. أضيفت بتاريخ 2011/12/16
3. المعاملة الثالثة $O_2 =$[2 طن. دونم$^{-1}$ مخلفات أغنام تضاف قبل الزراعة (2011/12/16) وتخلط وتقلب مع التربة ويترك الحقل لحين موعد الزراعة +2 طن. دونم$^{-1}$ مخلفات أغنام تضاف مع الزراعة (2012/2/20) على شكل خطوط وتخلط مع المروز]

تمت عملية إضافة الماء (جدولة الري) من خلال متابعة قياس المحتوى الرطوبي للتربة بعد استنزاف 50 %من الماء الجاهز وإضافة 50 % منه وصولا إلى 100 % ماء جاهز لمعاملات مستوى الري I_1 (الري الكامل). أما معاملات الري I_2انفذت عند وصول المحتوى الرطوبي إلى 25 % من الماء الجاهز وإضافة 25% منه وصولا إلى 50 % ماء جاهز. وحسبت كميات مياه الري في كل ريه اعتمادا على المحتوى الرطوبي في التربة بالطريقة الوزنية عن طريق اخذ نماذج التربة عند الأعماق (0–20) و(20–40) و(40–60) سم باستعمال مثقاب التربة (الاوكر) وتم الاعتماد على العمق الجذري الفعال من بداية الزراعة ولغاية القلع. حددت كمية الماء المراد إضافته إلى الوحدات التجريبية على أساس ترطيب طبقة التربة لعمق (0–0.2 م) للفترة من بداية الزراعة وحتى مرحلة النمو الخضري، ثم تغيرت حسابات الترطيب الى طبقة التربة (0–0.4 م) للمدة من مرحلة النمو الخضري وانتهاء بمرحلة تصلب ونضوج القشرة وذلك لتغير عمق المجموع الجذري (Z_r)، كذلك تم الأخذ بنظر الاعتبار اختلاف قيم الكثافة الظاهرية من معاملة إلى أخرى ومن مرحلة إلى أخرى. اختلفت كمية الماء المضاف للوحدة التجريبية بحسب اختلاف المعاملات والتي أدت إلى تغير محتوى رطوبة التربة من معاملة إلى أخرى بسبب الاختلاف في مستويات وطريقة إضافة المحسنات (البوليمر+ مخلفات الأغنام) وتم حساب كمية تصريف الماء مع الزمن. تم ملاحظة المحتوى الرطوبي للتربة طيلة موسم النمو لغرض تحديد موعد الرية وكمية الماء المضاف وذلك بأخذ عينات بشكل مستمر قبل كل ريه بواسطة الاوكر وللأعماق المختلفة المشار إليها سابقا والتجفيف في فرن كهربائي على درجة حرارة 105 م ولمدة 24 ساعة. ومن

معرفة قيم المحتوى الرطوبي ألوزني لكل عينة عائدة للوحدة التجريبية وبتطبيق المعادلة رقم (1) لمستوى الري I_1 (100%) والمعادلة (2) لمستوى الري I_2 (50%). تم حساب كمية الماء المضاف عن طريق معرفة تصريف المضخة باستخدام المعادلتين رقم (3) و(4) على التوالي.

المعادلات المستخدمة في حساب الاستهلاك المائي

1.معادلة الموازنة المائية وحساب الاحتياج المائي الفعلي (ET_a)

استخدمت معادلة الموازنة المائية كطريقة مباشرة في حساب الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول وحسب المعادلة الآتية (Dooge،1960):

$$(I+ P+ C) - (ET_a+ D +R) = \pm \Delta S \quad ....(5)$$

$$ET_a = I+ P \pm \Delta S \quad ....(6)$$

I: ماء الري المضاف (مم). (حولت وحدات الري المضاف من لتر إلى مم)

P: كمية المطر (مم). (حسبت كمية المطر الفعال =المطر الساقط– التبخر من الحوض)

C: ارتفاع الماء بالخاصية الشعرية (مم).[تساوي صفر (لأن المياه الأرضية عميقة أكثر من 2 م)] .

ET_a: التبخر– نتح الفعلي (مم. يوم$^{-1}$).

D: البزل العميق (مم). (حيث تم افتراض قيمته مساوية للصفر والذي يمثل عدم حصول بزل كون كمية الماء المضافة ضمن الاحتياج الفعلي للمحصول، ولأن الري يتم بحـدود الاستنزاف 50 – 55 % من الماء الجاهز ولعمق معين من التربة 0 – 0.20 و0 – 0.40 م).

R: الجريان السطحي (مم). (بافتراض عدم حصول جريان سطحي كون كمية الماء المضافة ضمن حاجة المحصول وكذلك لأن الأرض مستوية ونفذت داخل ألواح).

ΔS: خزين التربة الرطوبي عند بداية ونهاية الرية التي قبلها والرية التي تليها (ΔS =الفرق في المحتوى الرطوبي بين رية وأخرى).

2.معادلة بنمان– مونتيث FAOالمعدلة لحساب التبخر– نتح المرجعي (ET_o)

لتقدير قيمة التبخر–نتح المرجعي استخدمت معادلة فاو بينمان مونتيث FAO–PM المعدلة من قبل Allen وآخرون (1998) لدقتها وملائمتها لظروف المنطقة، والموصى بها من قبل منظمة الغذاء والزراعة الدولية (FAO). يرمـز لهذه المعادلة FAO PM وتقدر قيمة ET_o بوحدات مم. يوم$^{-1}$.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)} \quad \ldots\ldots (7)$$

ET_o: التبخر– نتح المرجعي (مم. يوم$^{-1}$).

R_n: صافي الإشعاع الشمسي الساقط على الغطاء النباتي (ميكاجول. م$^{-2}$. يوم$^{-1}$).

G: التدفق الحراري للتربة (ميكاجول. م$^{-2}$. يوم$^{-1}$).

T: متوسط درجة الحرارة اليومية (^{o}م).
U_2: سرعة الرياح على أرتفاع 2 م (م . ثا$^{-1}$).
e_S: ضغط البخار المشبع (كيلوباسكال).
e_a: ضغط البخار الحقيقي (كيلوباسكال).
Δ: ميل منحنى التشبع (كيلوباسكال. $^{-o}$م).
γ: ثابت القياس الرطوبي (كيلوباسكال. $^{-o}$م).

تستخدم في هذه المعادلة بيانات مناخية للإشعاع الشمسي، درجات الحرارة العظمى والصغرى (^{o}م)، سرعة الرياح على ارتفاع (2م)، وبيانات الرطوبة النسبية العظمى والصغرى. واعتمدت معدل البيانات المناخية الخاصة بمحطة الأنواء الجوية في الرشيدية أخذت بياناتها لموقع الكبة (الموقع الاول) بالإضافة إلى محطة الأنواء الجوية في كلية التربية قسم الفيزياء أخذت بياناتها لموقع المزارع (الموقع الثاني) لقربها منه للفترة من 2/1 — 2012 /7/1.

3.حوض التبخر القياسي صنف (Pan A Evaporation class–A))

استخدم في التجربة حوض هيئة أرصاد الولايات المتحدة الأمريكية (حوض التبخر صنف A)، وهو عبارة عن حوض دائري قطره (120.7سم) وارتفاعه (25 سم) مصنوع من الحديد المغلون عيار (22) ذو سمك 0.8 ملم، حيث وضع الحوض فوق قاعدة خشبية ارتفاعها 15سم ويملأ بالماء لارتفاع (20سم). يجب أن يكون الحوض في وضع أفقي ومستوى تماماً. تم نصب حوض لكل موقع وذلك لقياس كمية الماء المتبخرة موقعياً (E_p) باستخدام حوض التبخر صنف (A) (FAO،1993) بحيث لايسمح لمنسوب الماء بالانخفاض لأكثر من7سم عن حافة الحوض. أخذت القياسات صباح كل يوم عند الساعة (9:00) صباحا. تم تجديد الماء بانتظام للتخلص من العكارة والمواد العالقة (كلما دعت الحاجة لذلك). استخدم معامل الحوض الموصى به من قبل Allen وآخرون (1998). بعدها تم حساب التبخر– نتح المرجعي (ET_o) باستخدام المعادلة الآتية:

$$ET_o = E_p * K_p \qquad (8)$$

ET_o: التبخر – نتح المرجعي (مم. يوم$^{-1}$).
E_p: التبخر من حوض التبخر (مم. يوم$^{-1}$).
K_p: معامل الحوض.

معامل المحصول (K_c)

تم حساب معامل محصول البطاطا لكل مرحلة من مراحل النمو بتطبيق المعادلة أدناه وذلك بالاعتماد على ET_a المتحصل عليها من معادلة الموازنة المائية رقم (6) وقيم ET_o المتحصل عليها من طريقة حوض التبخر صنف(A) من المعادلة (8) ولكل مرحلة من مراحل نمو محصول البطاطا على انفراد:

$$K_c = \frac{ET_a}{ET_o} \quad \text{.....(9)}$$

ET_a: التبخر– نتح الفعلي (مم. يوم$^{-1}$).
ET_o: التبخر– نتح المرجعي (مم. يوم$^{-1}$).
K_c: معامل المحصول (بدون وحدات).

النتائج والمناقشة

قيم التبخر–نتح الفعلي (ETa) والتبخر–نتح المرجعي (ETo) لمعادلة FAO–PM وحوض التبخر

ان قيم التبخر–نتح الفعلي (ETa) المحسوب بطريقة الموازنة المائية والتبخر–نتح المرجعي (ETo) المقدر بطريقة FAO–PM المعتمد على بيانات الانواء الجوية وكذلك (ETo) المقدرة بطريقة حوض التبخر عن طريق تقدير التبخر اليومي من حوض التبخر مع الاخذ بنظر الاعتبار معامل الحوض Kp لحقل الموقع الاول موضحة في جدول (3). لوحظ تقارب قيم (ETa) وبلغت (0.815– 0.826) و(0.820–0.834) ملم. يوم$^{-1}$ لمستوي الري I_1 وI_2 وللمعاملات المذكورة خلال مرحلة الانبات والنمو الخضري. يعود سبب ذلك الى عدم اضافة ماء ري الى الحقل بل اقتصرت الاضافة على السواقط خلال هذه الفترة والتي كانت متجانسة في توزيعها على الحقل ككل وتم حساب المطرز الفعال. وعليه لم تظهر اختلافات بقيم(ETa) خلال هذ المرحلة وللمستويين I_1 وI_2 وللموقع الاول.من جهة اخرى كانت قيم(ETo)المحسوبة بواسطة معادلة FAO–PM (1.877 ملم.يوم$^{-1}$)، اما(ETo) المحسوبة من حوض التبخر فكانت قيمتها (2.145 ملم.يوم$^{-1}$).إن ارتفاع قيم(ETo)) خلال مرحلة تكوين الدرنات للموقع الاول ولمستوى الري I_1 وI_2 وذلك كون الماء المضاف عن طريق الري خلال هذه الفترة، فضلاً عن اختلاف كميات الماء المضاف لكلا المستويين، وعليه فأن قيمة (ETa) لمعاملة المقارنة بلغت المقدرة بحوض التبخر مقارنة مع قيم(ETo) المحسوبة لمعادلة FAO–PM ،هو اعتماد التبخر من حوض التبخر على التبخر اليومي Epan الحاصل من الحوض مضروبا في معامل الحوض(Kp)، بينما اعتمدت قيم(ETo) لمعادلة FAO–PM على درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وعدد ساعات سطوع الشمس .

بينما لوحظ تقارب قيم (ETa) خلال مرحلة الانبات والنمو الخضري وتراوحت بين (0.863–0.873) و(0.896–0.882) ملم. يوم$^{-1}$ وللمستويين I_1 وI_2 على التوالي ولجميع معاملات الموقع الثاني (جدول 4)، يرجع سبب ذلك الى تجانس توزيع كمية الامطار الساقطة وكما حصل للموقع الاول. ولكن الاختلاف القليل في sΔ أي الفرق في المحتوى الرطوبي للتربة بين المعاملات دون الاختلاف في قيمة السواقط P. ان تقارب قيم (ETa) خلال هذه المرحلة وللموقعين قد يكون راجعا الى عدم اكتمال نمو النبات وان معظم التبخر قد حصل من التربة خلال هذه الفترة. كذلك وجد ايضا ارتفاع بقيم (ETo) المقدر بحوض التبخر عن قيم (ETo)المحسوبة بواسطة معادلة FAO–PM وكانت (2.12 و1.776) ملم. يوم$^{-1}$ على التوالي (جدول 4). لوحظ الاختلاف الواضح في قيم (ETa

(3.797 ملم. يوم$^{-1}$). يعود سبب ذلك الى ان كمية الماء المضاف لهذه المعاملة أكبر من بقية المعاملات مقارنة بمعاملة P_3O_2 ذات القيمة (2.688ملم. يوم$^{-1}$) التي كانت كمية الماء المضاف لها اقل كمية بسبب احتوائها على

محسنات التربة (البوليمر والمخلفات) فضلا عن ان هذه المعاملة P_3O_2احتوت على حبيبات البوليمر ونسب المادة العضوية التي قللت من قيم (ETa) وذلك لقدرة البوليمر والمخلفات على الاحتفاظ بالماء وتقليل التبخر–نتح. بينما اعطت معاملة المقارنة لمستوي الري I_2 اعلى القيم وكان(1.841 ملم.يوم$^{-1}$)مقارنة بمعاملة P_3O_2 (1.188ملم.يوم$^{-1}$).وعند حساب الفرق في قيم (ETa)بين معاملة المقارنة ومعاملة التداخل P_3O_2 لمستوى الريI_1 كان (1.159) ،أما الفرق عند المستوي I_2 هو (0.653) مما يدل على ان الفرق في قيم (ETa) لمستوي الري I_1 اعلى من مستوي الري I_2 يرجع ذلك الى ان الماء المضاف عند المستوى I_1 اكبر من I_2 مما ساعد على زيادة قيم (ETa).لوحظ انخفاض قيم (ETa) لمستوي الري I_2 بسبب قلة كمية الماء المضاف وان الماء المضاف يمتصه النبات والتربة بسرعة بحيث لايعطي الوقت لتجمع الماء في الطبقة السطحية من التربة(5–10سم).من جهة اخرى كانت قيم(ETo)المحسوبة من حوض التبخر (3.894 ملم.يوم$^{-1}$)بينما كانت لمعادلة FAO–PM (3.492 ملم.يوم$^{-1}$)، اذ لوحظ ارتفاع قيم(ETo) لكلا الطريقتين عن المرحلة التي قبلها وسبب ذلك هو ارتفاع قيم التبخر اليومي من حوض التبخر المقاسة يوميا وكذلك ارتفاع الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح و ساعات السطوع الشمسي.

اما نتائج الموقع الثاني فقد حصل نفس الشيء وعليه ارتفعت قيم (ETa) خلال مرحلة تكوين الدرنات. وكانت قيمة (ETa) لمعاملة المقارنة (3.100 ملم. يوم$^{-1}$) مقارنة بمعاملة P_3O_2(2.180 ملم. يوم$^{-1}$). وانخفضت قيم (ETa) لمستوي الري I_2 في هذه المرحلة عن المرحلة التي قبلها ولجميع المعاملات بسبب الاعتماد على الماء المضاف. وبلغت اعلى قيمة (ETa) في معاملة المقارنة P_0O_0وكانت (1.542 ملم. يوم$^{-1}$) واقل قيمة في معاملة P_3O_2 (0.956 ملم. يوم$^{-1}$) .في حين كانت قيم(ETo) لحوض التبخر (3.237 ملم.يوم$^{-1}$) للموقع الثاني وارتفعت عن المرحلة التي قبلها، بينما كانت قيم (ETo) المقدرة باستعمال المعادلة FAO–PM (3.262 ملم.يوم$^{-1}$).

اما خلال مرحلة انتفاخ الدرنات ولمستوي الري I_1 فأن قيم (ETa) للمعاملات بلغت (5.819–4.493 ملم.يوم$^{-1}$) و (5.415 و4.039 ملم.يوم$^{-1}$)لكل من معاملة المقارنة P_0O_0 ومعاملة التداخلP_3O_2 للموقع الاول والثاني على التوالي(جدول 3 و4)، ولوحظ ايضا اختلافات واضحة في قيم (ETa) وبشكل اكبر في المستويات P_3 وP_2 للبوليمر وال O_2 وO_1 لمستويات مخلفات الاغنام (جدول 3).ويعزى ذلك بسبب الاختلاف في كمية ماء الري الذي سببه اختلافاً في المحتوى الرطوبي لتربة المعاملات نتيجة استخدام البوليمر والمخلفات ،أي ان المعاملة التي تضاف لها كمية ماء ري اعلى سوف تعطي قيمة (ETa)اعلى ، لذلك لوحظ ارتفاع قيم (ETa) نتيجة زيادة كمية ماء الري مقارنة مع انخفاض قيمة (ETa) نتيجة قلة ماء الري المضافة، وهذا ماحصل بالفعل مع معاملة المقارنة التي استخدمت اعلى كمية ماء مقارنة مع

اقل كمية ماء ري مضافة لمعاملة P_3O_2 .وعليه لوحظ ارتفاع قيم (ETa) لجميع المعاملات عن المرحلة التي قبلها وذلك لزيادة حاجة النبات للماء في هذه المرحلة. وتعد هذه المرحلة حساسة لنمو النبات وذلك للاحتياجات المائية العالية التي يحتاجها النبات في هذه المرحلة مقارنة مع المرحلة الاخرى. لذلك لوحظ انخفاض قيم (ETa) لمستوى I_2اعن قيمها في مستوى الري I_1 وذلك بسبب قلة كمية ماء الري المضاف لمستوى الري I_2 مقارنة مع الماء المضاف لمستوى الري I_1 وكانت قيم (ETa) لمستوى الري I_2 (3.001 -- 2.343 ملم. يوم$^{-1}$) و(2.739 -2.026 ملم.يوم$^{-1}$) لكل من معاملتي المقارنة والتداخل P_3O_2على التوالي وللموقعين(جدول 3 و4). اما بالنسبة لقيم التبخر-نتح المرجعي(ETo) لحوض التبخر فكانت(4.885 ملم.يوم$^{-1}$) للموقع الاول و(4.586 ملم.يوم$^{-1}$) للموقع الثاني وارتفعت قيمها عن المرحلة التي قبلها وسبب ذلك هو ارتفاع التبخر اليومي المقاس من حوض التبخر، بينما كانت القيم المقدرة بمعادلة FAO-PM لهذه المرحلة (5.295 ملم.يوم$^{-1}$) و(4.908 ملم.يوم$^{-1}$) للموقعين على التوالي ،وكانت قيم (ETo) لمعادلة FAO-PM اكبر من القيم المقدرة بواسطة حوض التبخر ،وسبب ذلك يعود الى الاختلاف في درجات الحرارة اليومية والرطوبة النسبية وسرعة الرياح وعدد ساعات السطوع الشمسي التي زادت من قيم (ETo) لمعادلة FAO-PM.

اما بالنسبة لمرحلة تصلب القشرة لوحظ انخفاض قيم (ETa) لمستوي الري I_1 عن مرحلة انتفاخ الدرنات وتباينت قيم (ETa) بين المعاملات نتيجة اختلاف مستويات البوليمر ومخلفات الاغنام وكانت القيم (4.664-3.592 ملم. يوم$^{-1}$) و(4.067-3. 128ملم.يوم$^{-1}$) للموقعين وعلى التوالي (جدول 3و4) وقد يعزى انخفاض قيم (ETa) لقلة الماء المضاف في هذه المرحلة بسبب قلة حاجة النبات للماء لانخفاض الفعاليات الحيوية للنبات للقيام بوظائفه مقارنة بالمرحلة التي سبقتها. كذلك انخفضت قيم (ETa) لمستوي الري I_2 خلال هذه المرحلة عن المرحلة التي سبقتها وكانت (2.303- 1.758 ملم. يوم$^{-1}$) و(1.919 -1.499 ملم.يوم$^{-1}$) للموقعين وعلى التوالي(جدول 3و4) ولوحظ تبايناً بين هذه القيم في مستوى الري I_2 مقارنة بمستوى الريI_1 . بينما ارتفعت قيم (ETo) لحوض التبخر عن المرحلة التي سبقتها (6.390 ملم.يوم$^{-1}$) و(5.789 ملم.يوم$^{-1}$) وكذلك قيم (ETo) المقدرة بمعادلة FAO-PM كانت (6.216 ملم.يوم$^{-1}$) و(5.769 ملم.يوم$^{-1}$) للموقعين على التوالي (جدول 3 و4) وذلك بسبب زيادة قيم التبخر اليومي من الحوض المقاس يوميا Epan ملم.يوم$^{-1}$ ويعزى هذا الارتفاع الى التغيرات المناخية وخاصة ارتفاع درجة الحرارة ،عدد ساعات السطوع الشمسي ،سرعة الرياح والرطوبة النسبية التي اثرت بشكل مباشر على تغير قيم (ETo) لهذه المرحلة.

معامل المحصول Kc

يوضح الشكل (2) قيم معامل المحصول خلال مراحل نمو النبات للموقع الاول ولكافة المعاملات لجميع مراحل نمو النبات ابتداء من

مرحلة الانبات والنمو الخضري وانتهاء بمرحلة تصلب القشرة. يشير الشكل (2–1) الى ان قيم معامل المحصول لمعاملة المقارنة P_0O_0 خلال مرحلة الانبات والنمو الخضري كانت (0.377) اذ حصل عليه من قسمة التبخر–نتح الفعلي ETa على التبخر –نتح المرجعي ETo . لوحظ ارتفاع هذه القيم خلال مرحلة تكوين الدرنات لتصل الى (0.968) كون هذه المرحلة حساسة لماء الري أكثر من المرحلة التي سبقتها، ثم تصل بعد ذلك قيمة معامل المحصول خلال مرحلة انتفاخ الدرنات إلى أعلى قيمة (1.201)هذه القيمة تعد اعلى قيمة لمعامل المحصول في جميع مراحل نمو النبات ويستدل من ذلك ان هذه القيمة تتأثر تأثيرا مباشرا بماء الري المضاف وفي حالة نقص الماء المضاف فان ذلك سيؤثر تاثيراً شديداً على نمو النبات، ولوحظ عند وصول النبات لمرحلة تصلب القشرة انخفاض هذه القيمة الى(0.756)نتيجة لقلة حاجة النبات للماء خلال هذه المرحلة مقارنة بمرحلتي تكوين وانتفاخ الدرنات.اما شكل (2–12) لمعاملة P_3O_2 فأن قيمة معامل المحصول Kc خلال مرحلة الانبات والنمو الخضري كانت (0.382) ولمعاملة المقارنة(0.377) اذ كانت القيم متقاربة جدا ويعود سبب ذلك الى الاعتماد على الامطار في عملية الري خلال هذه المرحلة. لوحظ ارتفاع قيم معامل المحصول Kc لمرحلة تكوين الدرنات لتصل (0.687) وهي قيمة مرتفعة عن مرحلة النمو الخضري للمعاملة نفسها وذلك لزيادة حاجة النبات للماء في هذه المرحلة بصورة أكثر من المرحلة السابقة. وعند مقارنة هذه القيمة مع قيمة معاملة المقارنة (0.968) للمرحلة نفسها لوحظ قلة قيم معامل المحصول Kc في معاملة P_3O_2 وهذا يعني ان تأثير التداخل بين البوليمر والمخلفات لعب دورا اساسيا في تقليل كمية ماء الري المضاف عن طريق زيادة الحفظ الرطوبي بفعل المحسنات التي ادت إلى التأثير على كمية الماء المضاف خلال هذه المرحلة من عمر النبات لهذه المعاملة P_3O_2 وانخفاض قيم التبخر–نتح الفعلي ETa وبالتالي التأثير على قيم معامل المحصول. لوحظ أيضا ارتفاع قيم معامل المحصول خلال مرحلة انتفاخ الدرنات عن المرحلة التي سبقتها وكانت (0.927) لمعاملة P_3O_2 وذلك لزيادة حاجة النبات لماء الري خلال هذ المرحلة. وعليه يعد ماء الري المضاف من أكثر العوامل المهمة في هذه المرحلة من عمر النبات. وعند مقارنة هذه القيمة (0.927) مع معاملة المقارنة وللمرحلة نفسها نجدها (1.201) أي ان قيمة معامل المحصول لمعاملة المقارنة وللمرحلة نفسها كان اعلى من قيمه في معاملة التداخلP_3O_2.ويعزى ذلك للدور الايجابي الذي لعبته كل من مستويات البوليمر والمخلفات في التقليل من اضافة ماء الري لسد الاحتياجات المائية خلال هذه المرحلة، عن طريق زيادة الحفظ الرطوبي للتربة مقارنة بمعاملة المقارنة، مما أثر على قيم معامل المحصول للمعاملات ذات الصلة بالمحسنات. ونلاحظ ايضا أن قيمة معامل المحصول Kc لمعاملةP_3O_2 خلال مرحلة تصلب القشرة بلغ (0.582) وهذه القيمة انخفضت عن المرحلة السابقة لها نتيجة لقلة ماء الري المضاف في هذه المرحلة. مقارنة مع قيم معامل المحصول

لمعاملة المقارنة وللمرحلة نفسها كانت (0.756) ويعزى ذلك الى لنفس السبب المذكور انفاً.

من الجدير بالذكر عند مقارنة الفرق بين قيم معامل المحصول لمرحلة الإنبات والنمو الخضري وبقية المراحل الأخرى ولكل معاملة على انفراد، وجد ان الفرق بين قيم Kc لمعاملة المقارنة P_0O_0 خلال مرحلة الانبات والنمو الخضري مع مرحلة تكوين الدرنات كانت (0.377 و0.968) فالفرق بين القرائتين (0.591) . كذلك لوحظ ان الفرق بين مرحلة الانبات ومرحلة انتفاخ الدرنات (0.377 و1.201) هو (0.824) ،واما الفرق بين مرحلة الانبات ومرحلة تصلب القشرة (0.377 و0.756) كان (0.379). ولكن عندما نلاحظ الفرق بين قيم معامل المحصول لمعاملة P_3O_2 نجد ان الفرق كان (0.305، 0.545 و0.200) على التوالي وحسب المراحل. وعليه يمكن الاشارة الى ان الفرق بقيم معامل المحصول لمعاملة المقارنة هو (0.591) يقابله الفرق في معاملة P_3O_2 (0.305)، اما الفرق بين مرحلة الانبات ومرحلة انتفاخ الدرنات هو (0.824) و(0.545)، وكذلك الفرق بين مرحلة الانبات ومرحلة تصلب القشرة (0.374 و0.200) للمعاملتين المذكورتين اعلاه على التوالي. وكان الفرق في قيم Kc لمعاملة المقارنة أعلى من الفرق في معاملةP_3O_2 ولجميع المراحل، يعزى ذلك إلى إن معاملة المقارنة لم تستخدم المحسنات فيها مما أدى إلى زيادة كميات الماء المضافة وذلك لتلبية حاجة النبات من الماء وحسب كل مرحلة من مراحل نمو النبات وان زيادة كمية ماء الري تؤدى إلى زيادة قيم (ETa) للمعاملة وكذلك زيادة قيم Kc لكل مرحلة.

أما بالنسبة لقيم معامل المحصول Kc لمستوى الري I_2 للموقع الأول لوحظ انخفاض قيم معامل المحصول لمعاملة المقارنة P_0O_0 عن مستوي الري I_1 وللمعاملة نفسها ماعدا مرحلة الإنبات والنمو الخضري وكانت متقاربة بين المستويين I_1 وI_2 (0.377 و0.380) على التوالي لنفس المعاملة شكل (2–1). يعود ذلك إن الري خلال مرحلة الانبات اعتمد على الامطار وكان الاختلاف في قيم (ETa) بين المستويين قليلاً للمعاملة نفسها، وتقريبا هذه الحالة متوافقة مع بقية المعاملات الأخرى وبين المستويين I_1 و I_2 لمرحلة الإنبات والنمو الخضري فقط. أما خلال مرحلة تكوين الدرنات لوحظ ارتفاع قيم Kc لمعاملة المقارنة (0.467) عن مرحلة الانبات والنمو الخضري مما يدل على حاجة النبات لماء الري لسد احتياجاته المائية. وكانت قيم معامل المحصول خلال مرحلة انتفاخ الدرنات (0.618) وهذا يؤكد على زيادة كمية ماء الري المضافة خلال هذه المرحلة بينما حصل انخفاض قيم Kc الى (0.373) خلال مرحلة تصلب القشرة. هذا الانخفاض في قيم Kc خلال مراحل النمو لمستوى الري I_2 متماثلاً مع سلوك مستوى الري I_1، وان اعلى قيمة لمعامل المحصول كانت خلال مرحلة انتفاخ الدرنات ولكلا المستويين اذ تعد هذه المرحلة الحرجة من حياة النبات والتي تؤثر بشكل رئيسي على انتاج محصول البطاطا. لوحظ ان قيم Kcعند مستوي الري I_2 لمعاملة P_3O_2في مرحلة الانبات والنمو الخضري كانت (0.387)

والتي كانت متقاربة مع قيمه عند مستوي الري I_1 ولنفس المعاملة والمرحلة (بسبب تساوي كمية ماء الري المضافة عن طريق الامطار لجميع المعاملات مما ادى الى حدوث تقارب بين قيم معامل المحصول). اما عند مرحلة تكوين الدرنات لوحظ انخفاض قيم Kc للمعاملة نفسها اعلاه بلغ (0.302) عن مرحلة الانبات والنمو الخضري بسبب ان قيم معامل المحصول عند المرحلة الاولى كانت قيمته متاثرة بالري بواسطة الامطار وان كمية الماء الداخلة في المعاملة لاتمثل الري I_2 (الري الناقص 50%ماء جاهز) أي ان قيم Kcغير حقيقيه وهذا الاختلاف في طريقة الري هي التي ادت الى حصول هذا الاختلاف بين القيم. لوحظ ارتفاع قيم Kc خلال مرحلة انتفاخ الدرنات عن مرحلة تكوين الدرنات وكانت قيمة Kc (0.482) وذلك لحاجة النبات الى الماء في هذه المرحلة وانخفضت قيمته الى (0.285) خلال مرحلة تصلب القشرة. وعند مقارنة الفرق بين قيم معامل المحصول Kc لمستوي الري I_2 ولمعاملة المقارنة P_0O_0 بين مرحلة الانبات والنمو الخضري ومرحلة تكوين الدرنات (0.380 و0.467) فالفرق كان (0.087) وكذلك الفرق بين مرحلة الانبات ومرحلة انتفاخ الدرنات (0.38 و 0.618) بلغ الفرق (0.238)، اما الفرق بين مرحلة الانبات ومرحلة تصلب القشرة (0.380 و0.373) كان (−0.007). وهذا يعني زيادة او ارتفاع قيم معامل المحصول Kc لمرحلة الانبات والنمو الخضري بسبب ان الري كان بفعل الامطار الساقطة خلال تلك الفترة. كذلك لوحظ ان الفرق في قيم معامل المحصول لمستوي الري I_2 لمعاملة P_3O_2 بين مرحلة واخرى كان الفرق (−0.085، 0.095 و− 0.012) لمرحلة الانبات والنمو الخضري وكل من مرحلة تكوين الدرنات، انتفاخ الدرنات ومرحلة تصلب القشرة على التوالي. لوحظ ان قيم Kc لمرحلة الانبات والنمو الخضري متقاربة ومرتفعة عند مستوى الري I_2 ولجميع المعاملات للموقع الاول وذلك بسبب الاعتماد على الامطار الساقطة في عملية الري

جدول (3) يبين التبخر–نتح(الموازنة المائيةETa+حوض التبخرETo+معادلة ETo FAO–PM) الموقع الأول

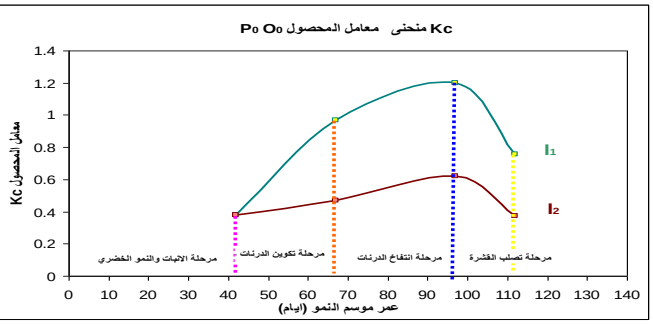
ت	المعاملة	مراحل نمو النبات													
		مرحلة الإنبات والنموالخضري 4/3-2/22 42 يوم				مرحلة تكوين الدرنات 4/28-4/4 25يوم				مرحلة انتفاخ الدرنات 5/28-4/29 30 يوم				مرحلة تصلب القشرة 6/12-5/29 15 يوم			
		الموازنة المائية ETa ملم. يوم$^{-1}$		معادلة حوض التبخر ETo ملم. يوم$^{-1}$	معادلة FAO-PM ETo ملم. يوم$^{-1}$	الموازنة المائية ETa ملم. يوم$^{-1}$		معادلة حوض التبخر ETo ملم. يوم$^{-1}$	معادلة FAO-PM ETo ملم. يوم$^{-1}$	الموازنة المائية ETa ملم. يوم$^{-1}$		معادلة حوض التبخر ETo ملم. يوم$^{-1}$	معادلة FAO-PM ETo ملم. يوم$^{-1}$	الموازنة المائية ETa ملم. يوم$^{-1}$		معادلة حوض التبخر ETo ملم. يوم$^{-1}$	معادلة FAO-PM ETo ملم. يوم$^{-1}$
		I_2	I_1			I_2	I_1			I_2	I_1			I_2	I_1		
1	P_0O_0	0.820	0.815.	2.145	1.877	1.841	3.797	3.894	3.492	3.001	5.819	4.885	5.295	2.303	4.664	6.390	6.216
2	P_0O_1	0.826	0.822	2.145	1.877	1.553	3.212	3.894	3.492	2.606	5.019	4.885	5.295	1.983	4.029	6.390	6.216
3	P_0O_2	0.829	0.82	2.145	1.877	1.522	3.171	3.894	3.492	2.479	4.805	4.885	5.295	1.869	3.775	6.390	6.216
4	P_1O_0	0.820	0.817	2.145	1.877	1.776	3.659	3.894	3.492	2.929	5.670	4.885	5.295	2.227	4.557	6.390	6.216
5	P_1O_1	0.830	0.827	2.145	1.877	1.471	3.088	3.894	3.492	2.559	4.986	4.885	5.295	1.941	3.975	6.390	6.216
6	P_1O_2	0.832	0.826	2.145	1.877	1.443	3.068	3.894	3.492	2.411	4.723	4.885	5.295	1.811	3.72	6.390	6.216
7	P_2O_0	0.829	0.823	2.145	1.877	1.521	3.321	3.894	3.492	2.821	5.483	4.885	5.295	2.168	4.428	6.390	6.216
8	P_2O_1	0.827	0.826	2.145	1.877	1.328	2.912	3.894	3.492	2.517	4.880	4.885	5.295	1.897	3.897	6.390	6.216
9	P_2O_2	0.830	0.823	2.145	1.877	1.298	2.869	3.894	3.492	2.377	4.615	4.885	5.295	1.787	3.673	6.390	6.216
10	P_3O_0	0.831	0.824	2.145	1.877	1.377	3.079	3.894	3.492	2.768	5.311	4.885	5.295	2.110	4.280	6.390	6.216
11	P_3O_1	0.833	0.826	2.145	1.877	1.212	2.715	3.894	3.492	2.493	4.798	4.885	5.295	1.884	3.840	6.390	6.216
12	P_3O_2	0.834	0.823	2.145	1.877	1.188	2.688	3.894	3.492	2.343	4.493	4.885	5.295	1.758	3.592	6.390	6.216

جدول (4) يبين التبخر–نتح (الموازنة المائية ETa+حوض التبخرETo+معادلة FAO–PM ETo) الموقع الثاني

مرحلة تصلب القشرة 6/11-5/28 15 يوم				مرحلة انتفاخ الدرنات 5/27-4/28 30 يوم				مرحلة تكوين الدرنات 4/27-4/3 25يوم				مرحلة الإنبات والنموالخضري 4/2-2/21 42 يوم					
معادلة FAO-PM ETo ملم. يوم$^{-1}$	معادلة حوض التبخر ETo ملم. يوم$^{-1}$	الموازنة المائية ETa ملم. يوم$^{-1}$		معادلة FAO-PM ETo ملم. يوم$^{-1}$	معادلة حوض التبخر ETo ملم. يوم$^{-1}$	الموازنة المائية ETa ملم. يوم$^{-1}$		معادلة FAO-PM ETo ملم. يوم$^{-1}$	معادلة حوض التبخر ETo ملم. يوم$^{-1}$	الموازنة المائية ETa ملم. يوم$^{-1}$		معادلة FAO-PM ETo ملم. يوم$^{-1}$	معادلة حوض التبخر ETo ملم. يوم$^{-1}$	الموازنة المائية ETa ملم. يوم$^{-1}$			
		I_2	I_1			I_2	I_1			I_2	I_1			I_2	I_1		
5.769	5.789	1.919	4.067	4.908	4.586	2.739	5.415	3.262	3.237	1.542	3.100	1.776	2.12	0.875	0.87	P_0O_0	1
5.769	5.789	1.669	3.539	4.908	4.586	2.368	4.808	3.262	3.237	1.332	2.691	1.776	2.12	0.882	0.872	P_0O_1	2
5.769	5.789	1.642	3.438	4.908	4.586	2.330	4.702	3.262	3.237	1.284	2.658	1.776	2.12	0.879	0.873	P_0O_2	3
5.769	5.789	1.895	4.008	4.908	4.586	2.686	5.342	3.262	3.237	1.372	2.844	1.776	2.12	0.869	0.869	P_1O_0	4
5.769	5.789	1.620	3.393	4.908	4.586	2.258	4.593	3.262	3.237	1.185	2.506	1.776	2.12	0.872	0.865	P_1O_1	5
5.769	5.789	1.605	3.310	4.908	4.586	2.214	4.450	3.262	3.237	1.156	2.465	1.776	2.12	0.871	0.865	P_1O_2	6
5.769	5.789	1.863	3.785	4.908	4.586	2.539	5.038	3.262	3.237	1.181	2.607	1.776	2.12	0.872	0.863	P_2O_0	7
5.769	5.789	1.583	3.272	4.908	4.586	2.190	4.357	3.262	3.237	1.054	2.341	1.776	2.12	0.870	0.864	P_2O_1	8
5.769	5.789	1.521	3.216	4.908	4.586	2.141	4.234	3.262	3.237	1.044	2.304	1.776	2.12	0.871	0.868	P_2O_2	9
5.769	5.789	1.813	3.699	4.908	4.586	2.439	4.790	3.262	3.237	1.082	2.468	1.776	2.12	0.869	0.867	P_3O_0	10
5.769	5.789	1.532	3.212	4.908	4.586	2.080	4.126	3.262	3.237	0.97	2.208	1.776	2.12	0.877	0.868	P_3O_1	11
5.769	5.789	1.499	3.128	4.908	4.586	2.026	4.039	3.262	3.237	0.956	2.180	1.776	2.12	0.879	0.866	P_3O_2	*12*

الشكل (2) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملات الموقع الأول

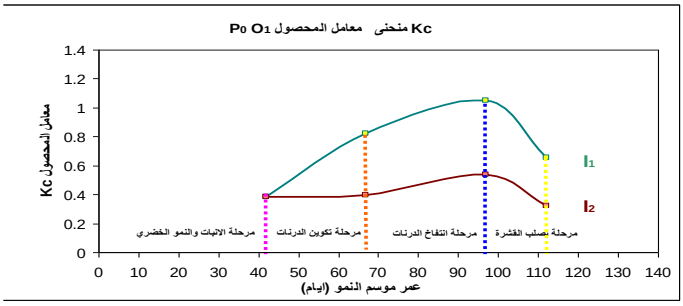
معامل المحصول		مراحل النمو
I1	I2	
0.377	0.38	42
0.968	0.467	67
1.201	0.618	97
0.756	0.373	112



الشكل (2-1) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة المقارنة P_0O_0

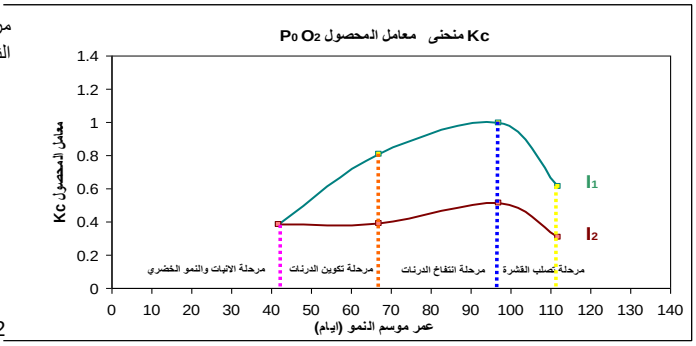
3

معامل المحصول		مراحل النمو
I1	I2	
0.381	0.383	42
0.818	0.394	67
1.05	0.537	97
0.653	0.321	112



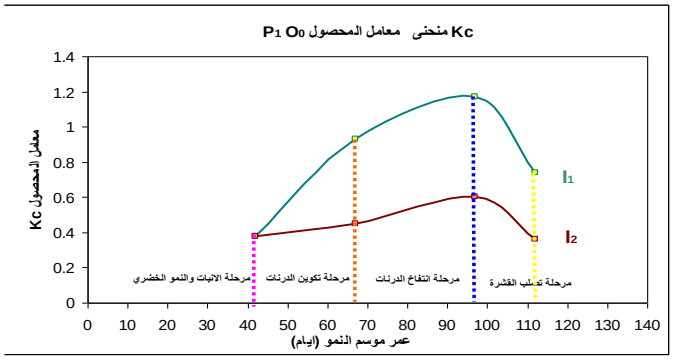
الشكل (2-2) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_0O_1

معامل المحصول		مراحل النمو
I1	I2	
0.380	0.384	42
0.808	0.386	67
0.992	0.511	97
0.611	0.303	112



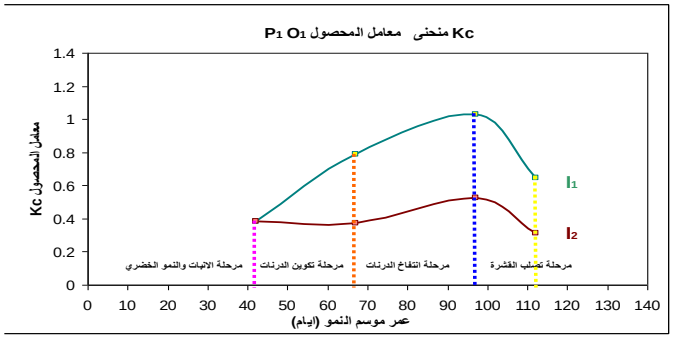
الشكل (2-3) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_0O_2

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.379	0.378
67	0.450	0.932
97	0.603	1.170
112	0.361	0.738



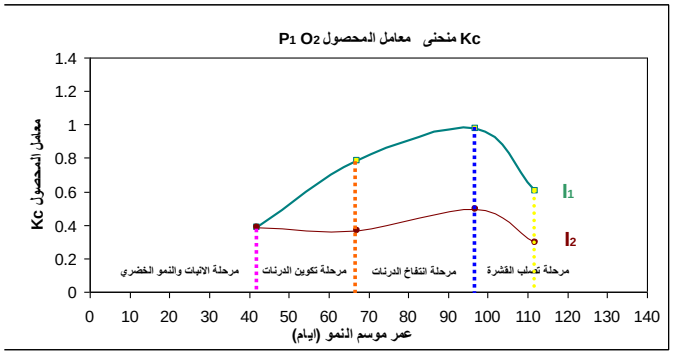
الشكل (2-4) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_1O_0

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.385	0.384
67	0.374	0.787
97	0.527	1.029
112	0.314	0.644



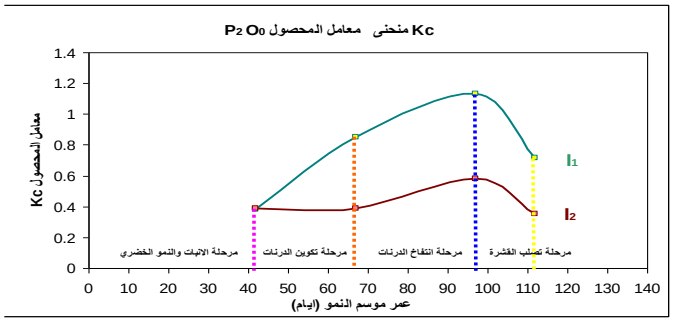
الشكل (2-5) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_1O_1

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.386	0.383
67	0.366	0.782
97	0.496	0.974
112	0.293	0.603



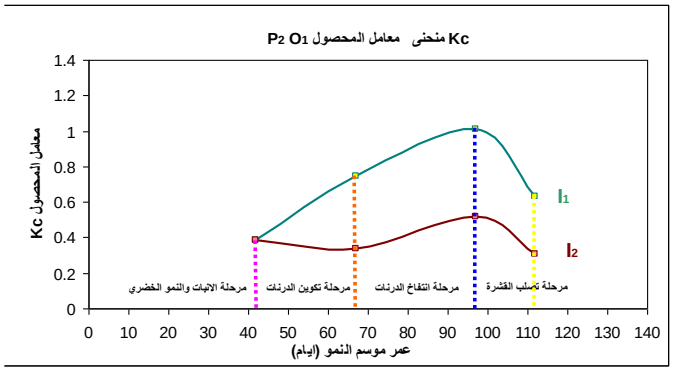
الشكل (2-6) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_1O_2

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.384	0.382
67	0.386	0.847
97	0.580	1.131
112	0.351	0.716



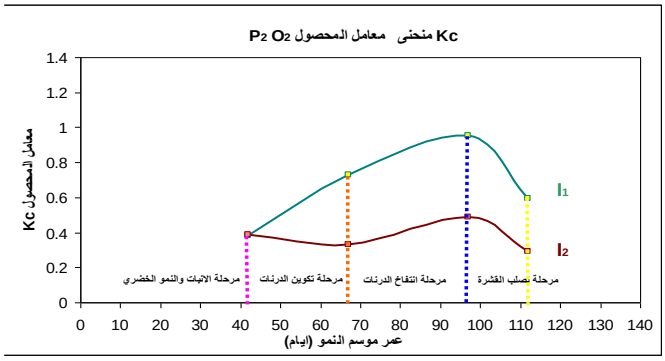
الشكل (2-7) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_2O_0

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.383	0.384
67	0.338	0.743
97	0.518	1.007
112	0.307	0.631



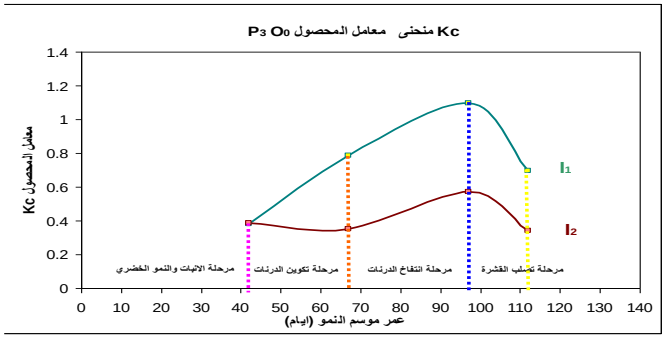
الشكل (2-8) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_2O_1

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.385	0.382
67	0.330	0.730
97	0.489	0.952
112	0.289	0.595



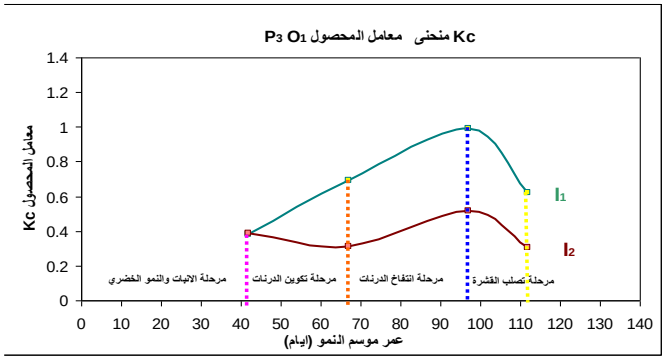
الشكل (2-9) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_2O_2

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.385	0.382
67	0.350	0.786
97	0.569	1.096
112	0.341	0.693



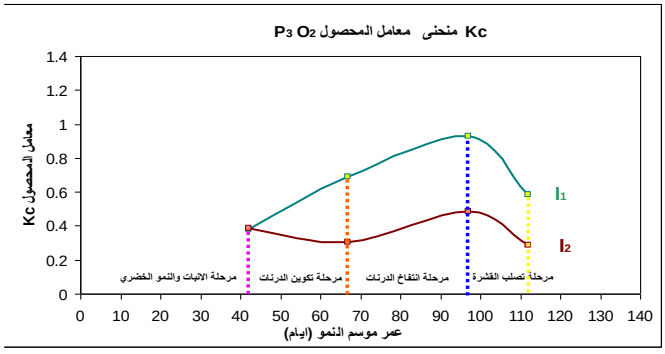
الشكل (2-10) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_3O_0

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.386	0.383
67	0.308	0.694
97	0.513	0.99
112	0.305	0.622



الشكل (2-11) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_3O_1

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.387	0.382
67	0.302	0.687
97	0.482	0.927
112	0.285	0.582



الشكل (2-12) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_3O_2

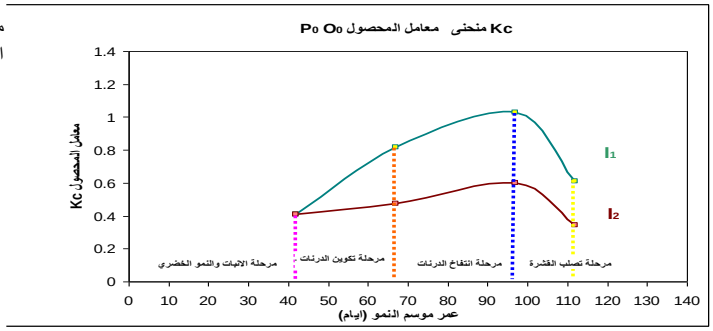
اما بالنسبة للموقع الثاني فان قيم معامل المحصول Kc لمعاملة المقارنة P_0O_0 ولمستوي الري I_1 وI_2 متقاربه خلال مرحلة الانبات والنمو الخضري (0.406 و0.408) على التوالي شكل (3-1). يعود سبب ذلك الى اعتماد الري في هذه المرحلة على السيقط والذي أثر في قيم التبخر-نتح ETa ولمستوى الري I_1 وI_2. في حين ارتفعت واختلفت قيم معامل المحصول لمعاملة المقارنة خلال مرحلة تكوين الدرنات (0.952 و0.471) لمستوي الري I_1 وI_2، وهذا يؤكد ان الاحتياجات المائية خلال هذه المرحلة أكثر من المرحلة الاولى لنمو النبات. في حين كانت قيم Kc لمعاملة المقارنة P_0O_0 خلال مرحلة انتفاخ الدرنات (1.183 و0.599) لمستوي الري I_1 و I_2 .أي حصل ارتفاع لقيم Kc في هذه المرحلة لزيادة الاحتياجات المائية للنبات خلال هذه المرحلة. كانت قيم Kc لمستوي الريI_1 اعلى من مستوي الريI_2 ، ويعود السبب الى ان كمية الماء المضاف في مستوي الريI_1 أكبر من مستوي الري I_2 للمعاملة نفسها، وبالتالي حصول ارتفاع بقيم ETa لمستوى الري I_1 أكثر من I_2 واثر ذلك بارتفاع قيم Kc لمستوي الريI_1 اعلى من قيم Kc لمستوي الري I_2. في حين حصل انخفاض قيم معامل المحصول لمعاملة المقارنة لكل من مستوى الريI_1 وI_2 خلال مرحلة تصلب القشرة وكانت (0.719 و0.340) على التوالي، وذلك لقلة الاحتياجات المائية مقارنة مع الاحتياجات المائية للمرحلة السابقة لها ولكلا مستويي الري، من جهة اخرى كانت قيم معامل المحصول Kc لمعاملة P_3O_2 ولمستوي الريI_1 وI_2 لمراحل نمو النبات كانت (0.405 و0.411)، (0.669 و0.291)، (0.882 و0.444) و(0.552 و0.265) على التوالي خلال مراحل النمو المختلفة (شكل 3-12).

بينما حصل ارتفاع قيم الفرق في معامل المحصول Kc عند مستوى الري I_1المعاملة المقارنة خلال مراحل النمو المختلفة وكانت (0.546، 0.777 و0313) على التوالي،مقارنة بانخفاض الفرق للمراحل نفسها ولكن لمعاملة P_3O_2 اذ كان الفرق (0.264 ، 0.477 و0.147)على التوالي. يعود سبب ذلك التأثير الايجابي للصفات الفيزيائية للتربة بفعل اضافة المحسنات (البوليمر والمخلفات) اذ اثرت على تقليل قيم الكثافة الظاهرية وزيادة مساميتها وتحسين تجمعات التربة وزيادة الحفظ الرطوبي للتربة واثرت هذه الاسباب جميعها على قلة كمية الماء المضاف للمعاملات المضافة لها محسنات التربة مقارنة بكمية الماء المضاف لمعاملة المقارنة، ولاسيما المستوى (P_3 وP_2) للبوليمر و(O_2 وO_1) للأغنام، والمحصلة النهائية التأثير على قيم ETa وKc للمعاملات.

إن انخفاض قيم معامل المحصول Kc خلال مراحل نمو النبات، قد يعني ذلك نقصان الاحتياجات المائية للنبات الناتج بفعل المحسنات المضافة للتربة والتي تعمل على زيادة الحفظ الرطوبي للتربة ضمن نطاق المجموع الجذري ورفع كفاءة استخدام الماء دون التأثير في انتاجية محصول البطاطا خاصة في حالة الري الكامل.

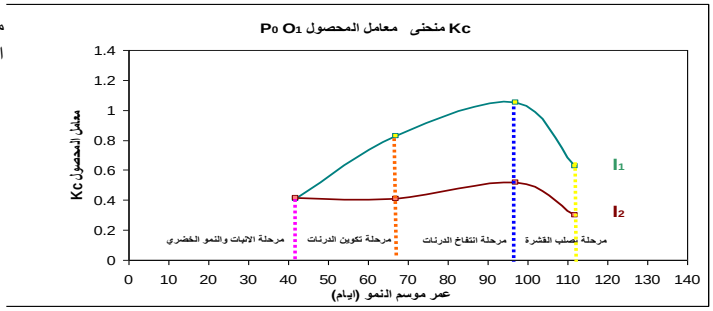
الشكل (3) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملات الموقع الثاني

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.408	0.406
67	0.471	0.952
97	0.599	1.183
112	0.340	0.719



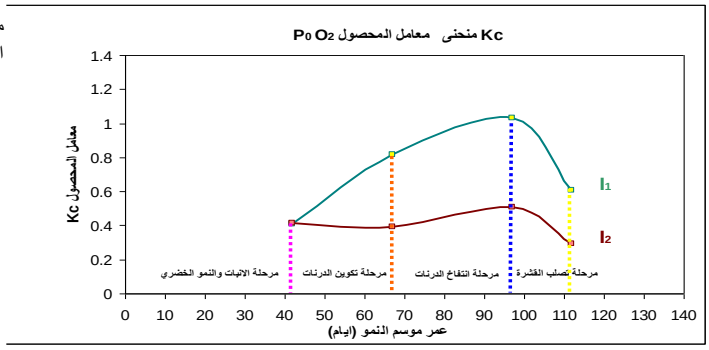
الشكل (3-1) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة المقارنة P_0O_0

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.412	0.408
67	0.407	0.825
97	0.518	1.052
112	0.296	0.626



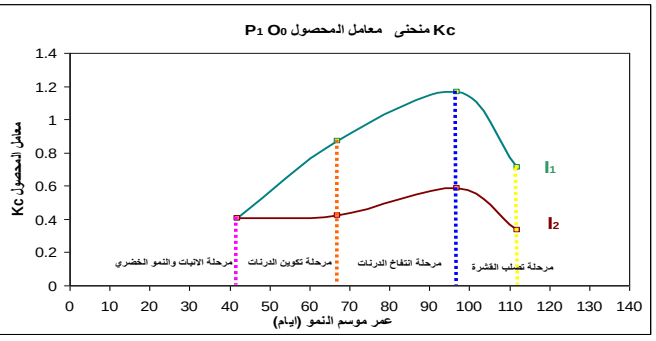
الشكل (3-2) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_0O

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.411	0.408
67	0.392	0.816
97	0.509	1.028
112	0.291	0.608



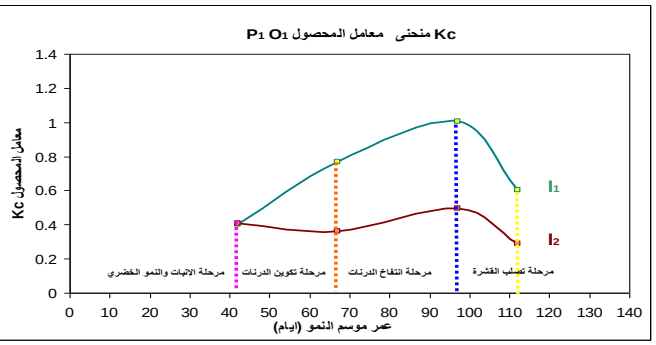
الشكل (3-3) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_0O_2

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.406	0.406
67	0.419	0.872
97	0.587	1.167
112	0.335	0.709



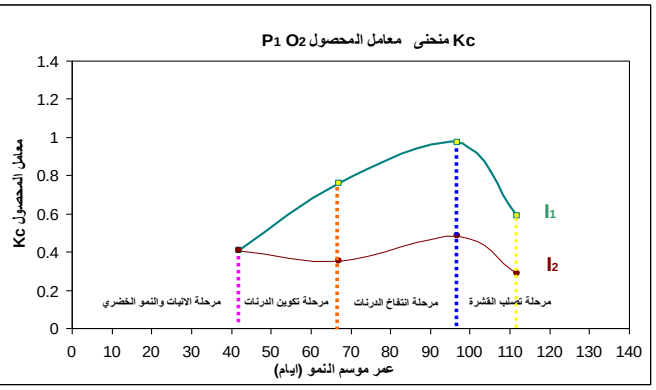
الشكل (3-4) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_1O_0

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.408	0.404
67	0.361	0.768
97	0.494	1.004
112	0.287	0.600



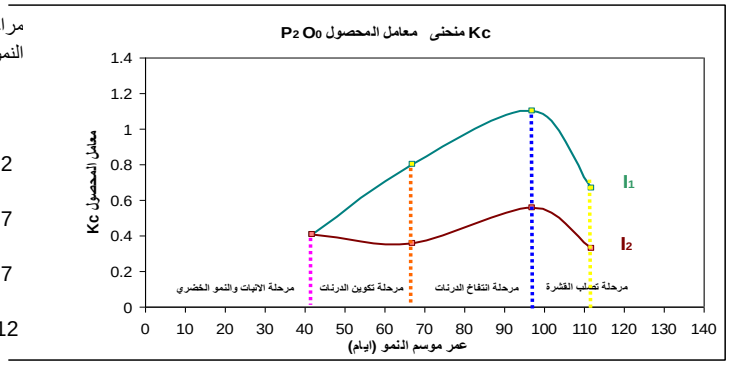
الشكل (3-5) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_1O

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.407	0.405
67	0.351	0.756
97	0.485	0.972
112	0.284	0.585



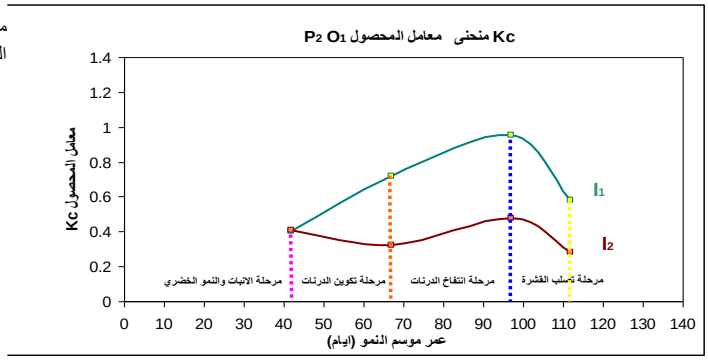
الشكل (3-6) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_1O_2

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.408	0.404
67	0.358	0.800
97	0.555	1.099
112	0.330	0.668



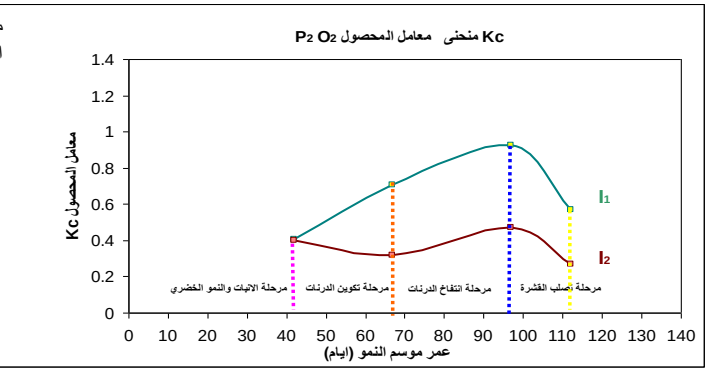
الشكل (3-7) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_2O_0

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.407	0.404
67	0.321	0.719
97	0.479	0.951
112	0.280	0.578



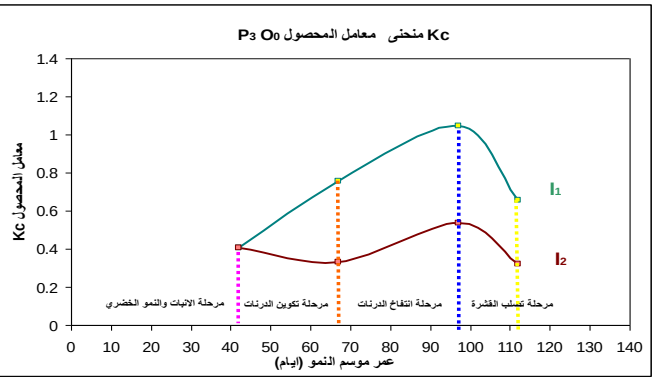
الشكل (3-8) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_2O_1

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.399	0.406
67	0.317	0.707
97	0.468	0.925
112	0.270	0.568



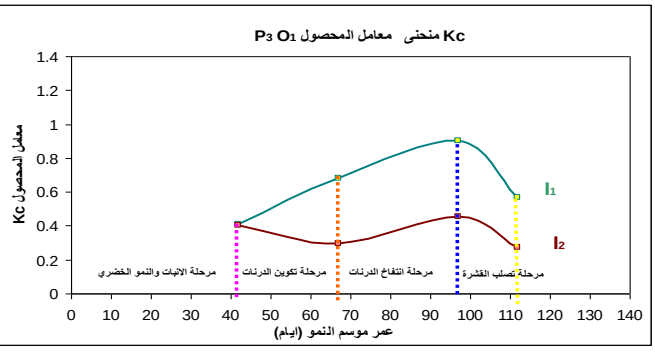
الشكل (3-9) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_2O_2

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.406	0.405
67	0.328	0.756
97	0.533	1.045
112	0.321	0.653



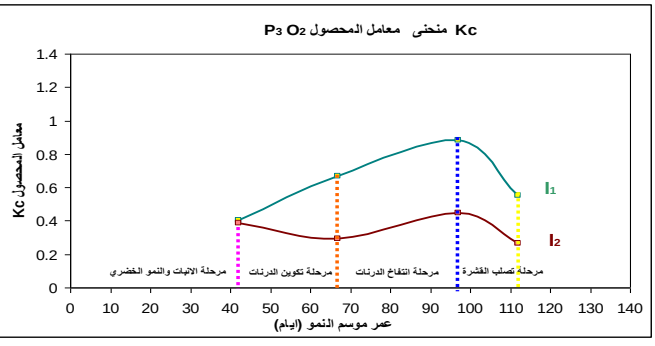
الشكل (3-10) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_3O_0

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.410	0.406
67	0.294	0.679
97	0.455	0.901
112	0.271	0.567



الشكل (3-11) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_3O_1

مراحل النمو	معامل المحصول	
	I2	I1
42	0.411	0.405
67	0.291	0.669
97	0.444	0.882
112	0.265	0.552



الشكل (3-12) يوضح قيم معامل المحصول لمعاملة P_3O_2

المصادر

الطيف، نبيل أبراهيم وعصام خضير الحديثي. (1988). الري أساسياته وتطبيقاته. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.

النقشبندي، غازي احمد (2002). اسس وتقنيات ري الاراضي الزراعية، ابوظبي. الامارات العربية المتحدة.

Allen R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. (1998). Crop Evapotransp - iration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome.

Cuenca, H.H. (1989). Transferabel Simulation Model for Crop Soil Water Depletion.Ph. D. Dissertation, University of California, Davis, California.

De Pauw, E. (1998). Evapotranspiration and crop water requirements. Regional Training course "Improving on–farm water use efficiency " ICARDA, 3 – 14 May, 1998.

Dooge, J. C. I. 1960. Volumetric calibration of neutron moisture Probe. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 30: 541 – 544

El-Hady.O. A and Wanas, Sh.A.(2006). Water and Fertilizer Use Efficiency by Cucumber Grown under Stress on Sandy Soil Treated with Acrylamide Hydrogels, Journal of Applied Sciences Research, 2(12): 1293-1297.

FAO. (1998). Crop Evapotranspiration, Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO, Irrigation and Drainage. Paper No. 56.

FAO. 1993. Irrigation water requirements. FAO, Paper. No. 3. Rome.

Isrealson, O. W., and V. E. Hansen. 1962. Irrigation Principles and Practices. 3rd ed. John Wiley and Sons, Inc. New York

Kisekka, I., K.W. Migliaccio, M.D. Dukes, B. Schaffer, J.C. Crane and K. Morgan. (2010). Evaportranspiration-based irrigation for agriculture: sources of evaportranspiration data for irrigation scheduling in Florida. University of Florida. Gainesville. AE 455.P. 4.

Richard, G. A., Martin, S., Luis, S. P., William, O. P. (1996). Proposed Revision to the FAO Procepure for Estimating crop water Requirments.Presented at the 2nd international Symp.on Irrigation of Horticultural Crops, ISHS, Chania. Additional Index word: Evaportanspiration, Evaporation, Crop-Water use, Guidelines.

Yangyuorul. M , E. Boateng , S.G.K. Adiku , Acquahl. D, T. A. Adjadeh and F. Mawunyal.2006. Effects of Natural and Synthetic Soil Conditioners on Soil Moisture Retention and Maize Yield, West Africa Journal of Applied Ecology (WAJAE) – ISSN:0855-4307.

Effect of Irrigation Levels and application of Soil improvements on Crop factors of Potato

M. AL-Jawad [*] ***and H. M. Hassan*** [**]

[*]Mins. of Agric. Office of Agric. and Forestry
[**]Soil and Water Science Dept., College of Agric. and Forestry, Univ. of Mosul

ABSTRAT

The Effect of two Irrigation levels (100 and 50 % A. W) with the application polymer and animal amendments on Kc factors of Potato Plant. Water balance equation was used to calculated ETa and ETo was calculated by using Pan Evaporation and FAO–PM equation.

The Values of ETa were lower at the emergence and vegetative stages compared with blub stage and these values were greater at I_1 the I_2. The values of ETa were variable between treatment due to the moisture content storage near the root zone of both PAM and animal amendment. The values of ETa were higher for the content compared with the other treatments especially for P_3O_2.

while the values of ETo for both FAO-PM equation and Pan Evap. Class A were lower at both location for both emergence and growth stage. This value was higher for the other growing stage as a result of increasing both temperature, relative humidity sun shine hours and wind speed .as well as increasing daily water evaporation from Pan Evap.at June and this value were higher of the first location than second one.

The values of crop factor Coefficient were high for the control P_0O_0 compared with the lower values for P_3O_2 treatment, for both irrigation levels during the different growth stage at both location .The values of Kc were closed at both emergence and growth stage and then started to increase at blub stage and reach the peak at stage of bloating or growth stage tuber and lowered at the hard or ripening stage.