

## تأثير التجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية كإحدى طرق الري الناقص في الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء

صلاح الدين عبدالعزيز مصطفى القصاب  
عبدالعزيز عبدالباسط محمد الحامد  
قسم علوم التربة والموارد المائية/كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل  
abdalaziz.hamed@yahoo.com

### الخلاصة

تم زراعة محصول الذرة الصفراء صنف بحوث 106 في مساريب ذات أبعاد  $2 \times 2 \times 1$  م في احد حقول كلية الزراعة والغابات/جامعة الموصل. اختبرت ثلاث معاملات للري المعاملة الأولى الري الكامل (FI) والتي تمت فيها عملية الإرواء إلى 100% من الماء الجاهز بعد استنزاف 50% منه. المعاملة الثانية الري الناقص (DI) والتي تم فيها الإرواء إلى 50% من الماء الجاهز بعد استنزاف 75% منه. المعاملة الثالثة الري بالتجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية (PRD) والتي تم فيها الإرواء إلى 50% من الماء الجاهز بعد استنزاف 75% منه ولنصف المساحة المزروعة. تم قياس الاستهلاك المائي بالطرق المباشرة بواسطة المساريب كما تم تقديره باستخدام المعادلتين: حوض التبخر صنف A وفاو. بنمان للمحصولين المرجعيين القصير والطويل وكانت القيم كالآتي 310.82 ، 264.42 ، 242.26 ، 195.85 ملم. موسم<sup>-1</sup> على التوالي. ظهرت أعلى قيم لكفاءة استخدام الماء المحصولي عند تقدير الاستهلاك المائي بمعادلة فاو- بنمان للمحصول المرجعي الطويل ولجميع معاملات الري المستخدمة بينما انخفضت عند تقدير الاستهلاك المائي بالطرق الأخرى. انخفضت قيم معامل استجابة المحصول إلى 0.48 ، 0.68 عند تقدير الاستهلاك المائي بمعادلة حوض التبخر صنف A ومعادلة فاو- بنمان للمحصولين المرجعيين الطويل والقصير للمعاملتين الثانية والثالثة مقارنة بطريقة المساريب ، ظهر أعلى تركيز لحمض الابسسيك في طريقة الري بالتجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية في مرحلتى النمو الخضري والتزهير إذ بلغ و 29.64 ، 33.14 ملغم/لتر في بينما ظهر أقل تركيز لهذا الحامض في معاملي الري الكامل والناقص.

كلمات دالة : الري الناقص ، التجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية ، كفاءة استخدام الماء

تاريخ تسلم البحث 23 / 4 / 2012 وقبوله 10 / 9 / 2012

### المقدمة

تعد مشكلة نقص المياه من أهم المشاكل التي تواجه القطاع الزراعي ولاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم (Skiklamanov، 1998). فضلا عن الزيادة الحاصلة في سكان العالم والمتوقع أن تبلغ 60% في سنة 2025م الأمر الذي أدى إلى انخفاض في مساحات الأراضي الزراعية وحجم المياه المستخدمة ولذلك فمن الضروري الاهتمام بعمليات إدارة مياه الري وزيادة كفاءة استخدامها (Kirda، 2002). كان تركيز البحوث الزراعية التقليدية في السابق يقتصر على زيادة الإنتاج دون الالتزام بكميات مياه الري المضافة، أما في الوقت الحاضر فقد تم التوجه نحو تحديد عوامل الإنتاج لاسيما كمية المياه المستخدمة بغض النظر عن المساحة المزروعة، لذا لجا المزارعون إلى خيارات عدة لمواجهة نقص المياه منها استغلال جزء من مساحة الأرض الزراعية باستخدام الري الكامل أو استغلال مساحة الحقل بأكمله مع التقنين في كمية المياه المستخدمة أو زراعة محاصيل تتطلب كميات قليلة من المياه ولكن جميع هذه الخيارات لا تضمن الحصول على عائدات اقتصادية جيدة (English، 2002) كما أن نقص مياه الري المتاحة للقطاع الزراعي نتيجة المنافسة الشديدة من قبل القطاعات الأخرى أدى إلى التوجه نحو مفاهيم وتقنيات حديثة في مجال الري فظهرت منذ حوالي العقدين الماضيين تقنيات وطرق حديثة ومبتكرة في تقنين كميات مياه الري واستخدامها وزيادة كفاءتها مع المحافظة على كمية الإنتاج فظهرت تقنيات الري الناقص والتجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية ويتمثل مفهوم الري الناقص بإضافة 50-70% من كمية مياه الري المستخدمة في طريقة الري الكامل (Kirda، 2005). وتتمثل تقنية الري بالتجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية بإضافة 50-70% من كمية مياه الري الناقص مع مراعاة الري بالتناوب حيث يتم ذلك بتقسيم الحقل إلى قسمين حيث يتم ري القسم الأول ويترك القسم الثاني ليجمد خلال فترة زمنية تتراوح بين 7-14 يوم ويعتمد ذلك على نوع التربة ونوع المحصول والظروف المناخية المحيطة (Stoll وآخرون، 2000) لذا يهدف البحث الى استخدام طريقة التجفيف الجزئي

البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني

للمنطقة الجذرية والتي تعد تقنية حديثة ومحورة من الري الناقص ومقارنتها مع طريقتي الري الناقص والكامل وتأثير ذلك في كل من الاستهلاك المائي

#### مواد البحث وطرائقه

نفذت التجربة في احد حقول كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل التي تقع على خط عرض 36.19° شمالاً وخط طول 43.9° وارتفاع 222.6 م عن مستوى سطح البحر في مساريب Lysimeters بأبعاد 2 × 2 × 1م. والمبنية من البلوك الإسمنتي. ملئ كل مسراب بترربة تمثل التربة المحيطة بالحقل وبعمق 1 م وترك 15 سم من الأعلى لتجنب عملية السيح السطحي. قدرت الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة وكما ورد في Klute وآخرون (1986) و Page وآخرون (1982) على التوالي. الجدول (1) يوضح بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة.

الجدول(1): الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة.

Table (1) :Physical and chemical soil characteristic

القيمة Value	الوحدة Unit	الصفة Character	القيمة Value	الوحدة Unit	الصفة Character
26	gm.gm <sup>-1</sup>	Water content at field capacity	192	gm.kg <sup>-1</sup>	Sand
14	gm.gm <sup>-1</sup>	Water content at wilting point	424	gm.kg <sup>-1</sup>	Silt
1.37	Mg.m <sup>-3</sup>	Bulk density	384	gm.kg <sup>-1</sup>	Clay
5.5	gm.kg <sup>-1</sup>	Organic matter	Silty clay loam		Texture
7.9		pH	0.34	ds.m <sup>-1</sup>	Electrical Conductivity

معاملات الري : تم اختيار ثلاث معاملات للري وكالاتي:

- المعاملة الأولى(الري الكامل) (FI) (Full Irrigation) إضافة 50% من الماء الجاهز بعد استنزاف 50% منه وصولاً إلى 100% من الماء الجاهز
- المعاملة الثانية(الري الناقص) (DI<sub>50%</sub>) (Deficit Irrigation) إضافة 25% من الماء الجاهز بعد استنزاف 75% منه وصولاً إلى 50% من الماء الجاهز
- المعاملة الثالثة (الري بالتجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية) (PRD<sub>50%</sub>) (Partial Rootzone Drying) إضافة 25% من الماء الجاهز بعد استنزاف 75% منه وصولاً إلى 50% من الماء الجاهز مع تقسيم الوحدة التجريبية إلى قسمين حيث تمت عملية الري بالتناوب بين الترطيب والتجفيف للقسمين. تم حساب عمق الماء المضاف (d) إلى كل من المعاملة الأولى والثانية حسب المعادلة الآتية:

$$d = \frac{(\theta_{mT} - \theta_{mbi})}{\rho_w} Z_r \times \rho_b \dots\dots\dots -1 -$$

حيث أن:  $\theta_{mT}$ : المحتوى الرطوبي عند 100% من الماء الجاهز الكلي لمعاملة الري الكامل و 50% من الماء الجاهز لمعاملة الري الناقص.

$\theta_{mbi}$ : المحتوى الرطوبي قبل عملية الري (بعد الاستنزاف الرطوبي للماء الجاهز).

$\rho_w$ : كثافة الماء ، غم.سم<sup>-3</sup>

$Z_r$ : عمق الجذر ، سم

$\rho_b$ : الكثافة الظاهرية للماء ، غم.سم<sup>-3</sup>

أما عمق الماء المضاف في المعاملة الثالثة فتم حسابه من المعادلة (1) بعد ضربها في نصف. تم حساب حجم الماء المضاف للمعاملتين الأولى والثانية من المعادلة الآتية :

$$V = d \times A \dots\dots\dots -2 -$$

أما حجم الماء المضاف للمعاملة الثالثة فتم حسابها من المعادلة التالية :

$$V = d \times 0.5A \dots\dots\dots -3 -$$

حيث أن:

V : حجم الماء المضاف ، م<sup>3</sup>

A : مساحة المسراب ، م<sup>2</sup>

0.5A : نصف مساحة المسراب ، م<sup>2</sup>

زرعت بذور الذرة الصفراء بتاريخ 2010/7/15 بوضع 3-4 بذور في كل جوره وتم تخفيفها إلى نبات واحد بعد أسبوع من ظهور البادرات. أضيف سماد اليوريا بمعدل 200 كغم/هكتار عند الزراعة والثانية بعد خمسة أسابيع من الزراعة. وأضيف سماد السوبر فوسفات الثلاثي بمعدل 200 كغم/هكتار دفعة واحدة قبل الزراعة (80 كغم فسفور/هكتار) حسب توصيات وزارة الزراعة. أجريت عملية التعشيب يدويا على طول موسم النمو. استخدم تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) Randomized Complete Block Design تمت عملية الحصاد في 2010/11/10

تم تقدير الاستهلاك المائي بطريقتين هما:

**1- الطريقة المباشرة :** باستخدام المساريب والتي تعتمد على معادلة الموازنة المائية كما جاء في Marshal (1996) بعد إهمال كمية الماء التي تفقد عن طريق كل من السيح السطحي والنضح العميق لعدم حدوثهما فبصبح المعادلة كالآتي :

$$ETa = I - \Delta S \dots\dots\dots - 4 -$$

حيث أن :

I : مياه الري ، ملم

$\Delta S$  : التغير في الخزين الرطوبي ، ملم

**2- الطريقة غير المباشرة :** باستخدام معادلتين لتقدير الاستهلاك المائي هما :  
A : معادلة حوض التبخر صنف A وحسب المعادلة الآتية :

$$ETc = Ep \times Kp \times Kc \dots\dots\dots - 5 -$$

حيث أن :

ETc التبخر-نتح الحقيقي الأعظم ، ملم

Ep التبخر من الحوض ، ملم

Kp معامل الحوض

Kc معامل المحصول

B : معادلة فاو- بينمان مونثيث FAO-PM (1998) المعدلة من قبل Anonymous (2005)

$$EToz = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{C_n}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + C_d U_2)} \dots\dots\dots - 6 -$$

حيث أن :  $ET_{oz}$  : التبخر-نتح للمحصول المرجعي القصير  $ET_{os}$  أو الطويل  $ET_{ot}$  ، ملم

$\Delta$  : ميل منحنى ضغط بخار التشبع ، كيلو باسكال/م<sup>3</sup>

$R_n$  صافي الإشعاع عند سطح النبات ، ميكاجول. م<sup>-2</sup> يوم<sup>-1</sup>

$G$  كثافة تدفق حرارة التربة ، ميكاجول. م<sup>-2</sup> يوم<sup>-1</sup>

$\gamma$  ثابت القياس الرطوبي ، كيلو باسكال/م<sup>3</sup>

$C_d$  و  $C_n$  بسط ومقام ثابتين تعتمد قيمتهما على نوع المحصول المرجعي وطول فترة القياس ويمكن إيجادهما من جداول خاصة كما جاء في Anonymous (2005).

$U_2$  سرعة الرياح على ارتفاع 2 م ، م.ث<sup>-1</sup>

$e_s$  ضغط بخار التشبع ، كيلو باسكال

$e_a$  ضغط البخار الحقيقي ، كيلو باسكال

جمعت البيانات المناخية الخاصة بهذه المعادلة من دائرة الأنواء الجوية/ نينوى التابعة إلى الهيئة العامة للأنواء الجوية والرصد الزلزالي/ وزارة النقل والواقعة في منطقة الرشيدية، أما البيانات غير المتوفرة في هذه المحطة فقد تم تقديرها بواسطة معادلات وجداول خاصة كما جاء في Allen وآخرون (1998) .

تم تقدير التبخر- نتح الحقيقي الأعظم  $ET_c$  لمعاملة الري الكامل حسب المعادلة الآتية :

$$ET_c = ET_o \times K_c \dots\dots\dots -7-$$

تم تقدير التبخر- نتح الحقيقي المصحح  $ET_{adj}$  لمعاملة الري الناقص والتجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية حسب المعادلة الآتية :

$$K_c \times ET_{c\ adj} = ET_o \times K_s \dots\dots\dots-8-$$

حيث أن:  $K_s$  معامل الشد الرطوبي  
تم الحصول على معامل المحصول المرجعي القصير ( $K_{cs}$ ) من Doorenbos و Kassam (1979)، والمحصول المرجعي الطويل ( $K_{cp}$ ) من Allen و Wright (2002) والموصى بها من قبل (Anonymus، 2005). إن قيمة معامل الشد الرطوبي ( $K_s$ ) تساوي واحد قبل استنزاف الماء الجاهز المتيسر ( $RAW$ ) وبعدها تبدأ قيمته بالانخفاض إلى أن تصل إلى الصفر عند نقطة الذبول الدائم وتم تقديره من المعادلة الآتية المقترحة من قبل Allen وآخرون (1998)

$$K_s = TAW - Dr / TAW - RAW = TAW - Dr / (1 - P)TAW \dots\dots\dots-9-$$

حيث أن :

$TAW$  : الماء الجاهز الكلي

$RAW$  : الماء الجاهز المتيسر

$P$  : معامل الاستنزاف

$Dr$  : النسبة المئوية الاستنزاف الرطوبي في المنطقة الجذرية

$$TAW = 1000 ( \theta_{FC} - \theta_{WP} ) Z_r \dots\dots\dots-10-$$

$$RAW = p TAW \dots\dots\dots-11-$$

$$P = P_{table22} + 0.04 (5 - ET_c) \dots\dots\dots-12-$$

تم حساب معامل استجابة المحصول للماء ( $K_Y$ ) باستخدام معادلة نقص الحاصل النسبي حسب المعادلة المقترحة من قبل Stewart وآخرون (1977) والتي تربط الانخفاض النسبي للإنتاج ( $Y / Y_m$ ) بالانخفاض النسبي للتبخر- نتح ( $ET_{adj} / ET_m$ ) .

$$[ 1 - ( Y / Y_m ) ] = K_Y [ 1 - ( ET_{c\ adj} / ET_c ) ] \dots\dots\dots-13-$$

حيث أن :  $Y$  : الحاصل تحت ظروف الشد الرطوبي

$Y_m$  : الحاصل الحقيقي تحت الظروف الطبيعية

$ET_{c\ adj}$  : الاستهلاك المائي المعدل تحت ظروف الشد الرطوبي

قدرت كفاءة استخدام الماء للمحصول ( $WUE_c$ ) حسب المعادلة الآتية كما جاء في Pene و Edi (1996).

$$WUE_c = Y / ET_c \dots\dots\dots-14-$$

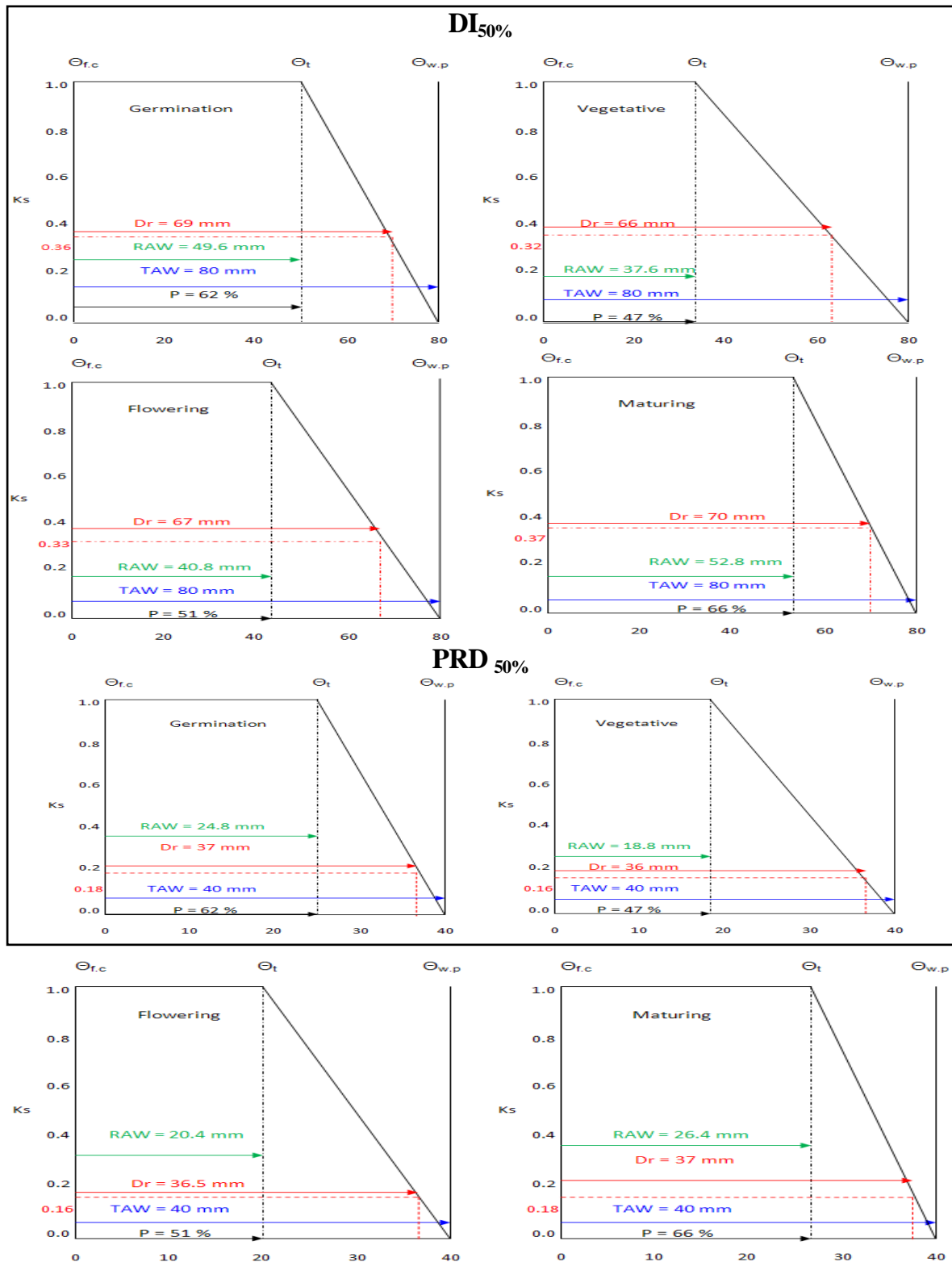
حيث أن :  $Y$  : الإنتاج كغم.هكتار<sup>1</sup>

$ET_c$  : الاستهلاك المائي ملم.موسم<sup>1</sup>

**حامض الأبسيسيك** : تم قياس حامض الأبسيسيك حسب طريقة Kelen وآخرون (2004) باستخلاص هذا الهرمون من أوراق نبات الذرة الصفراء، ذلك باستخدام مادة الميثانول بتركيز 70% وعند درجة حرارة 4°م في مكان مظلم، وتم استخدام خلاص الاثيل لعملية الفصل كما تم استخدام اثيل الايثر الثنائي لإتمام عملية الفصل ثم تم تجفيف العينات باستخدام كبريتات الصوديوم اللامائية وتم تقدير حامض الابسيسيك باستخدام جهاز HPLC بعد تحضير محاليل قياسية لهذا الغرض

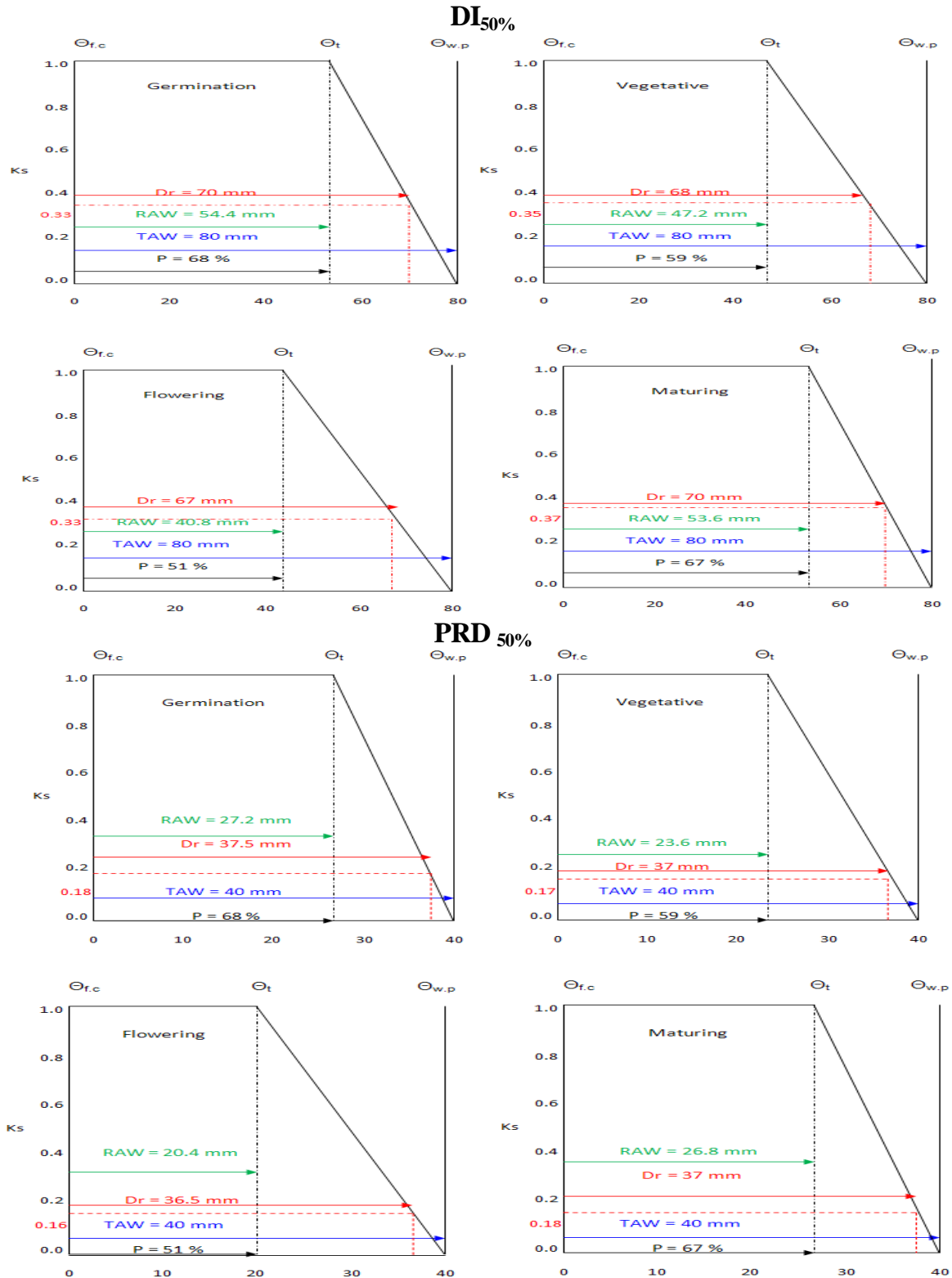
### النتائج والمناقشة

**معادلة حوض التبخر Pan Class A** : يلاحظ من الشكل (1) أن قيم عمق الماء الجاهز المتيسر ( $RAW$ ) بلغت (49.6 ، 37.6 ، 40.8 ، 52.8) (24.8 ، 18.8 ، 20.4 ، 26.4) ملم من عمق الماء الجاهز الكلي ( $TAW$ ) الذي بلغ ( 4 ، 80 ) ملم لمراحل الإنبات ، النمو الخضري ، التزهير وتكوين الحاصل على التوالي وبلغت قيم معامل الشد الرطوبي ( $K_s$ ) ( 0.36 ، 0.32 ، 0.33 ، 0.37 ) (0.18 ، 0.16 ، 0.16 ، 0.18) وبلغت قيم الاستنزاف الرطوبي ( $Dr$ ) (69 ، 66 ، 67 ، 70) (37 ، 36.5 ، 36 ، 37) ملم وقيم معامل الاستنزاف ( $P$ ) (62% ، 47% ، 51% ، 66%) (62% ، 47% ، 51% ، 66%) ملم للمعاملتين نفسها ولمراحل النمو نفسها على التوالي.



الشكل (1): العلاقة بين قيم معامل الشد الرطوبي ( $K_s$ ) والماء الجاهز الكلي ( $TAW$ ) والماء الجاهز المتيسر ( $RAW$ ) والاستنزاف الرطوبي ( $Dr$ ) ومعامل الاستنزاف ( $P$ ) والتي قدرت باستخدام معادلة حوض التبخر صنف A لمعاملي الري الناقص 50% والجزئي 50%.

Fig (1): Relationship among , water stress coefficient ( $K_s$ ), total available water ( $TAW$ ), readily available water ( $RAW$ ), depletion from the root zone ( $Dr$ ), evapotranspiration depletion factor ( $p$ ) values which measured by pan class a equation for both  $DI_{50\%}$  and  $PRD_{50\%}$



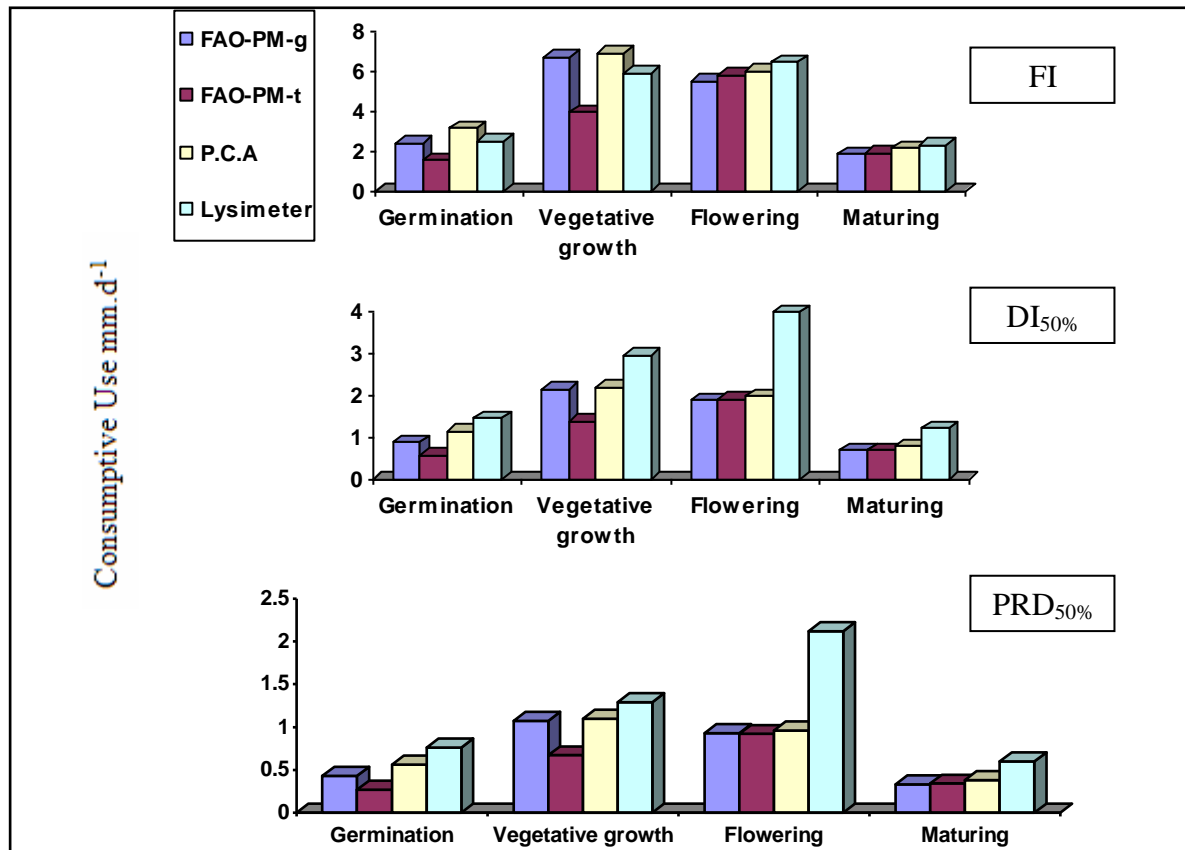
الشكل (2): العلاقة بين قيم معامل الشد الرطوبي ( $K_s$ ) والماء الجاهز الكلي ( $TAW$ ) والماء الجاهز المتيسر ( $RAW$ ) والاستنزاف الرطوبي ( $Dr$ ) ومعامل الاستنزاف ( $P$ ) والتي قدرت باستخدام معادلة فاو-ينمان للمحصول المرجعي الطويل لمعاملي الري الناقص 50% والجزئي 50%.

Fig (2): Relationship among , water stress coefficient ( $K_s$ ), total available water ( $TAW$ ), readily available water ( $RAW$ ), depletion from the root zone ( $Dr$ ), evapotranspiration depletion factor ( $p$ ) values which measured by Penman Monteith for both  $DI_{50\%}$  and  $PRD_{50\%}$

**معادلة فاو\_ بنمان للمحصول المرجعي الطويل FAO-PM<sub>alfalfa</sub>**: يلاحظ من الشكل (2) أن قيم عمق الماء الجاهز المتيسر (RAW) بلغت (53.6 ، 40.8 ، 47.2 ، 54.4) ملم للمعاملتين الثانية والثالثة ولمراحل الإنبات ، النمو الخضري ، التزهير وتكوين الحاصل على التوالي وبلغت قيم معامل الشد الرطوبي (Ks) (0.37 ، 0.35 ، 0.33 ، 0.37) (0.18 ، 0.17 ، 0.16 ، 0.18) وبلغت قيم الاستنزاف الرطوبي (Dr) (70 ، 68 ، 67 ، 67%) (68% ، 59% ، 51% ، 67%) ملم لنفس المعاملتين ونفس مراحل النمو على التوالي. للمعاملتين ونفس مراحل النمو.

**تأثير معاملات الري المختلفة في قيم الاستهلاك المائي اليومي المقدرة بالطرق المستخدمة خلال مراحل النمو.**

**1- مرحلة الإنبات:** أعطت معادلة حوض التبخر في هذه المرحلة أعلى قيم للاستهلاك المائي ولجميع معاملات الري مقارنة بالطرق المستخدمة الأخرى شكل (3). ويعود السبب في ذلك إلى ارتفاع درجة الحرارة وتعرض الحوض إلى أشعة الشمس مما أدى إلى ارتفاع حرارة المعدن المصنوع منه الحوض، وبالتالي زيادة معدل التبخر وهذا يتفق مع ما أشار إليه Roderick و Graham (2002) بينما أعطت معادلة فاو\_ بنمان للمحصول المرجعي الطويل اقل قيم للاستهلاك المائي ويعود السبب في ذلك إلى انخفاض قيمة معامل المحصول والتي بلغت 0.2



الشكل (3): معاملات الري المقدرة بطرق تقدير الاستهلاك المائي لجميع مراحل النمو

Fig (3): Irrigation treatments was measured by consumptive use methods for growth stages

**2- مرحلة النمو الخضري:** يلاحظ من الشكل (3) ارتفاع قيم الاستهلاك المائي المقدرة بطريقة المساريب ومعادلتني حوض التبخر وفاو\_ بنمان للمحصول المرجعي القصير ويعود السبب إلى ارتفاع درجة الحرارة التي أدت إلى زيادة عمليتي التبخر والنتج في هذه المرحلة. إن ارتفاع قيمة معامل المحصول في هذه المرحلة والتي بلغت (1.0) أدت إلى ارتفاع قيم الاستهلاك المائي المقدرة بمعادلة فاو\_ بنمان للمحصول المرجعي القصير أما ارتفاع قيم الاستهلاك المائي المقدرة بمعادلة حوض التبخر فيعود السبب إلى استمرار عملية التبخر من السطح المائي المكشوف من الحوض خلال الليل والنهار فضلا عن الحرارة المضافة من جوانب

وقاع الحوض والتي تشارك في عملية التبخر وهذا ما أكده Fransworth وآخرون، 1982 و Brutsaent، 2006 بينما ظهرت أقل قيم للاستهلاك المائي المقدر بمعادلة فاو- بنمان للمحصول المرجعي الطويل ويعود السبب في ذلك إلى انخفاض قيمة معامل المحصول إذ بلغت 0.34.

**3- مرحلة التزهير:** يلاحظ من الشكل (3) أن طريقة المساريب أعطت أعلى قيم للاستهلاك المائي ولجميع المعاملات مقارنة بالطرق الأخرى، ويعود السبب في ذلك إلى استهلاك النبات للماء بكميات كبيرة في هذه المرحلة إذا ما قورنت بالمراحل السابقة والتي أدت إلى زيادة عملية النتج فضلا عن استمرار عملية الري وزيادة التبخر، أما بقية الطرق فأظهرت قيم متقاربة للاستهلاك المائي.

**4- مرحلة تكوين الحاصل:** يلاحظ من الشكل (3) أن أقل قيم الاستهلاك المائي ظهرت في هذه المرحلة مقارنة مع المراحل الأخرى والمقدرة بجميع طرق القياس، ويعود السبب في ذلك إلى قلة استهلاك الماء من قبل النبات في هذه المرحلة كما يلاحظ أن قيم الاستهلاك المائي المقدر بجميع طرق القياس كانت متقاربة وأظهرت طريقة المساريب أعلى قيمة للاستهلاك المائي في المعاملة الأولى للري الكامل إذ بلغت 2.31 ملم.يوم<sup>-1</sup> كما ظهرت أقل قيمة في المعاملة الخامسة حيث بلغت 0.6 ملم.يوم<sup>-1</sup>

#### كفاءة استخدام الماء المحصولي

**كفاءة استخدام الماء المحصولي حسب قيم الاستهلاك المائي لمعاملات الري المستخدمة:** أظهر التحليل الإحصائي أن هناك فروقات معنوية لكفاءة استخدام الماء المحصولي بين معاملات الري المختلفة عند مستوى احتمال (0.01). يلاحظ من الجدول (2) أن أعلى قيم كفاءة استخدام الماء ظهرت في المعاملة الثانية للري الناقص والمعاملة الخامسة للتجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية ولجميع طرق تقدير الاستهلاك المائي المستخدمة والتي بلغت ( 22.25، 34.54، 37.52، 45.68 ) للمعاملة الثانية و ( 28.15، 44.22، 47.62، 59.33 ) للمعاملة الثالثة على التوالي ويعود السبب في ذلك إلى أن انخفاض قيم الاستهلاك المائي المتحصل عليها في طريقة التجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية مقارنة بطرق الري الأخرى وهذه النتائج اتفقت مع Daives وآخرون، 2002 كما يلاحظ أن معادلة فاو- بنمان للمحصول المرجعي الطويل أعطت أعلى قيم لكفاءة استخدام الماء ولجميع معاملات الري الخمسة مقارنة بالطرق الأخرى المستخدمة في تقدير الاستهلاك المائي حيث بلغت أعلى قيمة لها 59.33 في المعاملة الخامسة لطريقة التجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية والسبب في ذلك يعود إلى انخفاض قيم الاستهلاك المائي المقدر بهذه الطريقة.

الجدول (2): قيم كفاءة الماء المحصولي لمعاملات الري ولجميع طرق تقدير الاستهلاك المائي

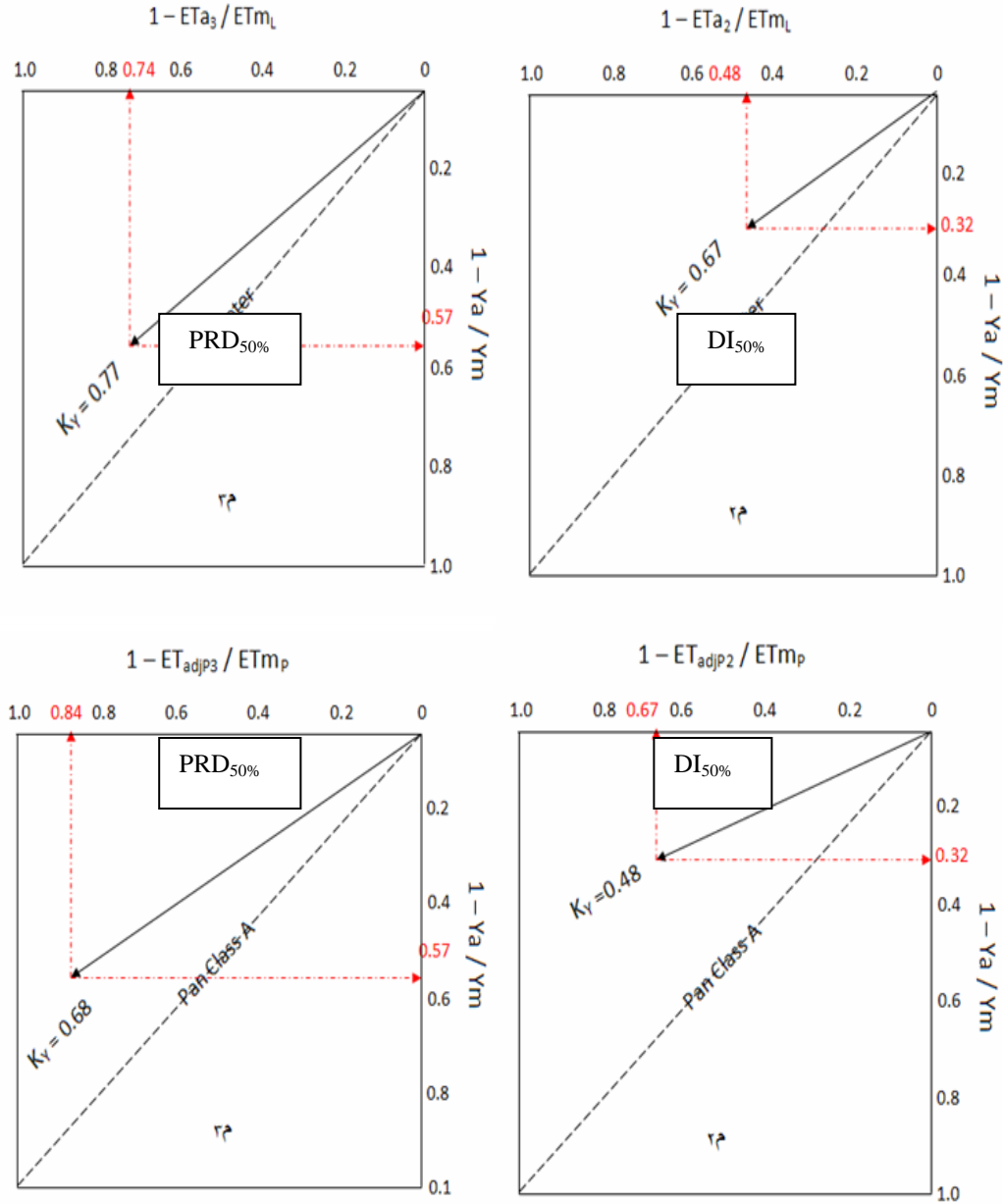
Table (2): values of crop water use efficiency for all irrigation treatments and consumptive use methods.

الطرق Methods				المعاملات Treatments
فاو-بنمان طويل FAO-PM-a	فاو-بنمان قصير FAO-PM-g	مساريب Lysimeter	حوض التبخر A P.C.A	
23.21	18.68	17.32	17.05	FI
45.68	37.52	22.25	34.54	DI <sub>50%</sub>
59.33	47.62	28.15	44.22	PRD <sub>50%</sub>

#### معامل استجابة المحصول للماء (K<sub>y</sub>)

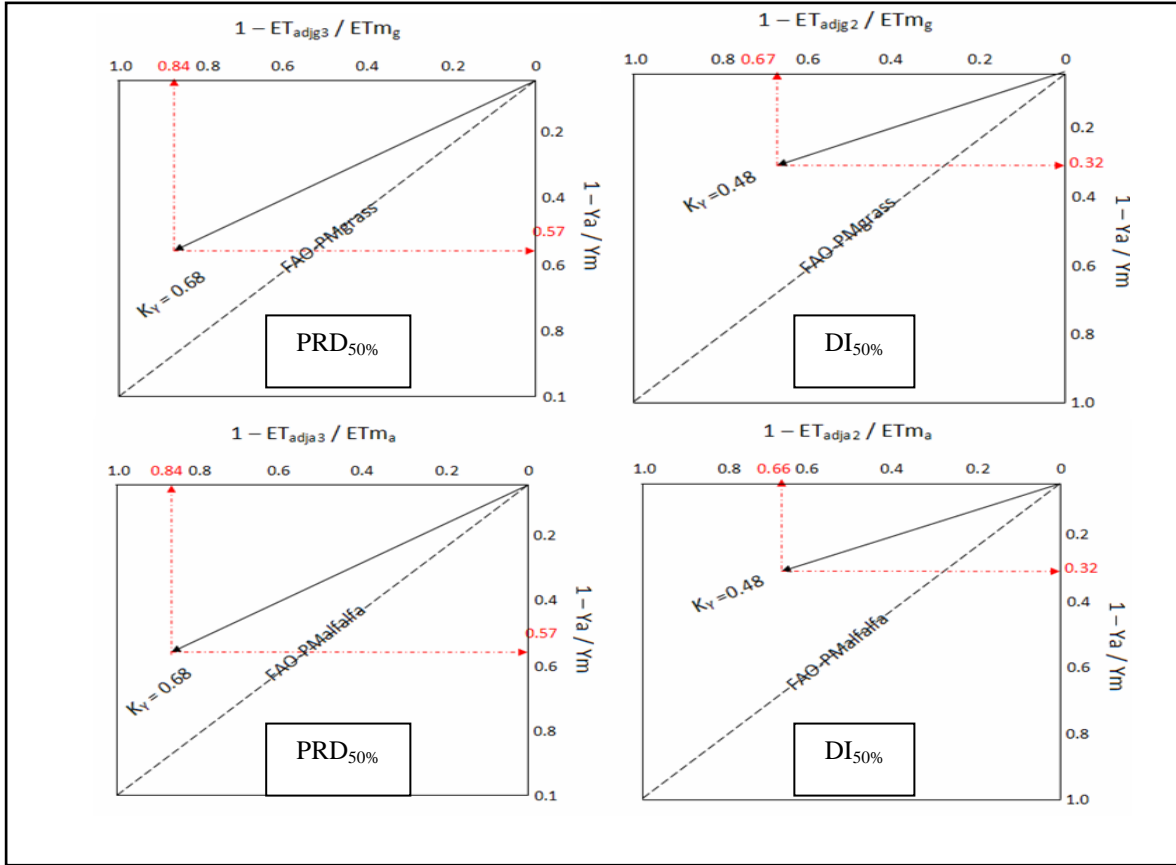
**طريقة المساريب و حوض التبخر صنف A :** بلغت قيم الانخفاض النسبي للاستهلاك المائي المقدر بطريقة المساريب (0.48، 0.74) و المقدر بمعادلة حوض التبخر (0.67، 0.84) على التوالي كما بلغت قيم الانخفاض النسبي للحاصل (0.32، 0.57) لمعاملات الري الثانية والثالثة على التوالي، وعليه فقد بلغت قيم معامل استجابة المحصول K<sub>y</sub> (0.67، 0.77) (0.48، 0.68) للمعاملات الثانية والثالثة على التوالي، ويلاحظ أن قيم معامل استجابة المحصول لمعاملات الري التي تعرضت للشد الرطوبي أقل من واحد وأظهرت المعاملة الثالثة للري بالتجفيف الجزئي والمقدرة بالطرق المذكورة أعلى قيم للانخفاض النسبي في الاستهلاك المائي والتي بلغت 0.74، 0.84 على التوالي وهذا يعني انه بالإمكان توفير 74% و 84% من مياه الري لزيادة رقة المساحات الزراعية وهذا يتفق مع Kirda، 1999





الشكل (4): قيم معامل استجابة المحصول والمقدرة بطريقة المساريب ومعادلة حوض التبخر صنف A  
Fig (4): Yield response parameter values was measured by lysimeter and pan class A methods

معادلة فاو- بنمان للمحصولين المرجعيين القصير والطويل : بلغت قيم الانخفاض النسبي للاستهلاك المائي المقدره بمعادلة فاو- بنمان للمحصول المرجعي القصير (0.67 ، 0.84) والمقدرة بمعادلة فاو- بنمان للمحصول المرجعي الطويل (0.66 ، 0.84) على التوالي كما بلغت قيم الانخفاض النسبي للحاصل ( 0.32 ، 0.57) لمعاملات الري الثانية والثالثة على التوالي، وعليه فقد بلغت قيم معامل استجابة المحصول  $K_Y$  (0.68 ، 0.48) (0.68 ، 0.48) للمعاملات الثانية والثالثة على التوالي، ويلاحظ أن قيم معامل استجابة المحصول لمعاملات الري التي تعرضت للشد الرطوبي أقل من واحد وأظهرت المعاملة الثالثة للري بالتجفيف الجزئي والمقدرة بالطرق المذكورة أعلى قيم للانخفاض النسبي في الاستهلاك المائي والتي بلغت 0.84 وهذا يعني انه بالإمكان توفير 84% من مياه الري لزيادة رقعة المساحات الزراعية وهذا يتفق مع 1999 ،Kirda



الشكل (5): قيم معامل استجابة المحصول والمقدرة بمعادلة فاو- بنمان  
Fig (5): Yield response parameter values was measured by FAO-PM equation

تأثير معاملات الري في تركيز حامض الابسيسيك خلال مرحلة النمو : يبين الجدول (3) تراكيز حامض الابسيسيك في مرحلتي النمو الخضري والتزهير ولجميع معاملات الري، حيث يلاحظ أن اقل تركيز للحامض ظهر في معاملة الري الكامل حيث بلغت 15.5 ، 12.9 ملغم/لتر على التوالي، بينما أظهرت معاملة الري الجزئي أعلى قيم لتركيز الحامض حيث بلغت 29.62 ، 33.14 ملغم/لتر. إن انخفاض تركيز الحامض في معاملة الري الكامل يعود إلى عدم تعرض النبات للشد الرطوبي وبالتالي انخفاض إفراز هذا الحامض من قبل الجذور وهذا يتفق مع (Kang وآخرون، 2002 ؛ Liu وآخرون، 2005) أما ارتفاع تركيز هذا الحامض لكل من معاملي الري الناقص والري بالتجفيف الجزئي للمنطقة الجذرية فيعود إلى تعرض النبات للشد الرطوبي وإفراز الجذر لهذا الهرمون وانتقاله إلى المجموع الخضري أي في معاملي الري الناقص والري الجزئي على التوالي وهذا يتفق مع (Davies وآخرون، 2001 و Buhran وآخرون، 2002)

الجدول (3): تراكيز حامض الابسيسيك ملغم/لتر في العينات النباتية لمعاملات الري  
Table (3) :Irrigation treatments Abscisic acid concentration mg/l in plant samples

المعاملات Treatments	النمو الخضري Vegetative growth	التزهير Flowering
FI	15.5	12.90
DI <sub>50%</sub>	22.36	23.5
PRD <sub>50%</sub>	29.64	33.14

## EFFECT OF PARTIAL ROOT ZONE DRYING AS ONE OF THE DEFICIT IRRIGATION METHODS ON CONSUMPTIVE USE OF MAIZE

Salah AL Deen Abdul Azeez

Abd Al Azeez Abd Al Basit. M.

Soil Sciences and Water Resources Dept. College of Agric. & Forestry

Mosul University / Iraq

abdalaziz.hamed@yahoo.com

### ABSTRACT

This research was conducted at one farm of the Agriculture and Forestry College. Zea maize class 106 was planted in the lysimeters with a dimensions of 2\*2\*1 meters. Three irrigation treatments have been chosen with two replicates. The first one was full irrigation (FI) which irrigated to 100% of available water after consumed 50% of it. The 2<sup>nd</sup> treatment was deficit irrigation (DI) which they were irrigated to 50% of available water after depletion and 75%. The 3<sup>rd</sup> treatment were partial root zone drying (PRD) which was irrigated to 50% of available water after depletion 75%. The consumptive use was measured by a lysimeter method and was estimated by the following equations: Class Pan A ,FAO-PM-<sub>Grass</sub> and FAO-PM-<sub>Alfalfa</sub> and these values were 310.82 , 264.42 , 242.26 , 195.85 mm.sea<sup>-1</sup> respectively. Water use efficiency showed high values when the consumption use was measured by FAO-PM-<sub>Alfalfa</sub> through all irrigation treatments, while these values decreased when the consumptive use was measured by the other methods. The values of yield response parameter were decreased to 0.48 , 0.68 when the consumptive use was measured by the following methods lysimeters , Class Pan A , FAO-PM-<sub>Alfalfa</sub> respectively for the second deficit irrigation treatment, however the values of these parameter were increased in the third PRD treatment where the consumptive use methods. PRD treatments showed high consternation values of Abscisic acid during the vegetative and flowering stages 29.64 , 33.14 mg.L<sup>-1</sup> for the third treatment, however the concentration values of this acid was lower in both full and deficit irrigation treatments.

Key words : Deficit Irrigation , Partial Root Zone Drying , Water Use Efficiency.

Received : 23/4/2012 Accepted 10 / 9 /2012

### المصادر

أحدثي ، سيف الدين عبد الرزاق سالم. [(2002)]. جدول الري الناقص لمحصول الذرة الصفراء لزيادة كفاءة استخدام المياه. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة-جامعة بغداد.  
عيسى ، طالب احمد. 1990. فسيولوجيا نباتات المحاصيل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي-جامعة الموصل. مترجم.

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

Anonymous, (2005). The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. Technical Committee Report To The Environmental and Water Resources Institute of The American Society of Civil Engineers From The Task Committee on Standardization of Reference Evapotranspiration. ASCE-EWRI, 1801 Alexander Bell Drive, Reston, VA 20191-4400, 173 pp.

- Brutsaert, W. (2006). "Indications of increasing land surface evaporation during the second half of the 20th century". *Geophysical Research Letters* , 33 (20): 1410-1411.
- Davies, W.J., Wilkinson, S., B.R., Loveys. (2001). Stomatal control by chemical signaling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. *New Phytologist*, 153: 449-460.
- Doorenbos and A.H. Kassam. (1979). Yield Response To Water. Irrigation and Drainage Paper 33, FAO, Rome.
- Eck, H. V. (1986). Effect of water deficit on yield, yield components, and water use efficiency of irrigation corn. *Agronomy Journal*. 78: 1035-1040.
- English, M.J, Musick, J.T., V.V.N., Murty. (1990). Deficit irrigation. In: Management of Farm Irrigation Systems (Hoffman, G.J., Howell, T.A., and Solomon, K.H., Editors). ASAE Monograph No. 9. American Society of Agricultural Engineers Publisher, 1020p.
- English, M.J., Solomon, K.H., G.J., Hoffman. (2002). A paradigm shift in irrigation management. *Journal Irrigation and Drainage Engineering*. 128, 267-277.
- Farnsworth, R. K., E. S. Thompson, and L. E. Peck. (1982) Pan Coefficients in NOAA Technical Report NWS 33, Evaporation Atlas for the Contiguous 48 United States, National Weather Service, Washington, D.C., NOAA.
- Ghrismer ,ME .(2001) . Regional alfalfa yield . etc , and water value in the western states . *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 127:131-139.
- Hsiao, T.C., (1973). Plant responses to water stress. *Annual Review Of Plant Physiology*. 24, 519-570.
- Huang, M., L. Zhong and J. Gallichand.(2002). Irrigation treatments for corn with limited water supply in the loess Plateau ,China *Canadian Biosystem Engineering*. 44 :129-134.
- Kang, S.Z., Hu, X., Goodwin, I., P., Jerie. (2002). Soil water distribution, water use, and yield response to partial root zone drying under a shallow groundwater table condition in a pear orchard. *Scientia Horticulturae*, 92: 277-291.
- Kelen, M., E.C Demiraloy ; S. Sen and G. Ozkan (2004). Separation of abscisic acid indole acetic acid gibberellic acid in 99 Revtis Berlandivix vitis rupestvis and rose oil (*Rose domascena Mill*) by reversed phase .*Turkey Journal Chemist..* 28: 603-610
- Kirda, C., P. Moutonnet, C. Hera, and D.R. Nielsen, (1999). Crop Yield Response To Deficit Irrigation. Kulwer Academic Publishers.
- Kirda, C., (2002). Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. In: Food and Agricultural Deficit Irrigation Practices. Rome Organization Of The United Nations (FAO) (ed.), Italy, p. 3-10.
- Kirda, C., Topcu, S., Kaman, H., Ulger, A.C., Yazici, A., Cetin, M., M.R., Derici.(2005). Grain yield response and N-fertilizer recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crops Research*, 93: 132- 141.
- Klute, A., (1986). Water retention: laboratory methods. In: Klute, A. (Ed.), Methods Of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods, Second Ed. American Society of Agronomy & Soil

- Liu, F., Andersen, M.N., Jacobsen, S.E., C.R, Jensen, (2005). Stomatal control and water use efficiency of soybean (*Glycine max* L. Merr) during progressive soil drying. *Environment. and Experimental Botany*, 54: 33-40.
- Marshall, T. J. (1996). Soil Physics. Cambridge University Press, Cambridge, 453 p.
- Najy, Aram Sameer .(2009).Response of Corn (*Zea mays L.*)To Deficit Irrigation At Different Growth Stages. A Thesis of Master. College of Agriculture. Al-Suleimania University.
- Page, A.L. R.H. Miller, and D.R. Keeney. (1982). Methods of Soil Analysis. Part 2., Chemical and Microbiological Properties, 2<sup>nd</sup>. Edition, Agronomy 9, American Society Agronomy., Inc, Soil Scince. Society. American Inc., Madison, WI, USA. Science Society of America, USA, (Agronomy; no. 9), pp. 635–662.
- Pene, C.B.G., and G.K. Edi (1996). Sugarcane yield response to deficit irrigation at two growth stages. *In: Nuclear Techniques To Assess Irrigation Schedules For Field Crops*. IAEA, TECDOC 888, pp. 115-129, Vienna.
- Roderick, M. L. and G. D. Farquhar. (2002). "The cause of decreased *pan* evaporation over the past 50 years". *Science* 298 (5597): 1410-1411.
- Shiklomanov I. (1998): Pictures of the future: a review of global water resources projections. In: Gleick P.H.: In the World's Water 2000 – 2001. Island Press, Washington D.C., 53
- Smith, M., Kivumbi, D., and L.K., Heng, (2000). Use of the FAO CROPWA model in deficit irrigation studies. In: Deficit Irrigation Practice. Water Reports. No. 22. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 100pp.
- Stewart, J.I., Cuenca, R.H., Pruitt, W.O., Hagan, R.M. and J. Tosso, (1977). Determination and Utilization Of Water Production Functions For Principal California Crops. W-67 California Contributing Project Report. Davis, United States of America, University of California.
- Stoll, M., Loveys, B., P Dry, (2000). Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Journal. of Experimental Botany*, 51: 1627-1634.
- Wright PR, Morgan JM, RS Jessop (2002) Turgor maintenance by osmoregulation in *Brassica napus* and *B. juncea* under field conditions. *Annals of Botany* 80: 313– 319.