

تأثير الري بالتنقيط ونظام الري تحت السطحي في حاصل الذرة الصفراء ومكوناته

محمد مبارك علي عبدالرزاق* مكية كاظم علك* عبدالرزاق عبداللطيف الزبيدي** زينة علاوي الرويشدي**

استاذ مساعد استاذ مساعد استاذ مهندس زراعي

قسم المحاصيل الحقلية – كلية الزراعة – جامعة بغداد* قسم المكنان والآلات الزراعية – كلية الزراعة – جامعة بغداد**

المستخلص

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الخريفي 2013 في حقل تجارب قسم المحاصيل الحقلية كلية الزراعة (ابو غريب) – جامعة بغداد بهدف معرفة تأثير استعمال نظامي الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي مع ضغوط تشغيلية لماء الري بمستويات متعددة في الحاصل ومكوناته وكفاءة استعمال الماء في محصول الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) صنف بحوث 5018. نفذت التجربة بترتيب الالواح المنشقة على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة (RCBD) بثلاثة مكررات. اشتملت على الالواح الرئيسية تحت ضغوط ماء الري بمستويات 30 و50 و70 كيلو باسكال والتي رمز لها (P_1 و P_2 و P_3) بالتتابع ومثلت الالواح الثانوية بطرائق الري بالتنقيط السطحي (DI) وتحت السطحي (SDI). حققت طريقة الري تحت السطحي (SDI) اعلى حاصل حبوب في وحدة المساحة (8.88 طن متري. ه⁻¹) بزيادة مقدارها 2.3% مقارنة بطريقة التنقيط السطحي (DI). وحققت زيادة في صفات المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة بنسبة 2% وطول العرنوص 11.4% وارتفاع العرنوص 7.9%، وكذلك زادت من عدد الحبوب في الصف بنسبة 11.7% ووزن 100 حبة 3.5%. ادت زيادة الضغط التشغيلي الى زيادة في كل من صفة الحاصل بنسبة بلغت 6.5% مقارنة بالضغط الواطئ وفي صفات المحتوى الرطوبي الحجمي 5.5% وتجانس التوزيع لماء الري 2.5% ليصل الى 97.62% وطول العرنوص 11.7% وارتفاع العرنوص 41.6% وعدد صفوفه 17.2% وعدد الحبوب بالصف 123.4% ووزن 100 حبة بزيادة 19.3%. وزادت كفاءة استعمال الماء بنسبة 2.2% باستعمال الري تحت السطحي، في حين زاد ضغط الماء من كفاءة استعماله بنسبة 6.8% مما يجعل استعمال الري تحت السطحي بضغط 70 كيلو باسكال على عمق 0.20م يمكن ان يوصى به في حقول الذرة الصفراء في المنطقة الوسطى من العراق.

الكلمات المفتاحية: نظام الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي، كفاءة استعمال الماء، الحاصل، الذرة الصفراء.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 47(1): 238-245, 2016

Abdul-Razak & et al.

EFFECT OF DRIP IRRIGATION AND SUBSURFACE DRIP IRRIGATION SYSTEM ON YIELD AND YIELD COMPONENTS OF CORN

M. A. Abdul-Razak*
Assist. Prof.M. K. Alag*
Assist. Prof.A. A. J. Alzubaidi**
Prof.Z. A. Alrawshdie**
Ag. Engineer

*Department of Field Crops

**Department of Agricultural Machinery

Abstract

A field experiment was conducted at the experimental farm of Field Crops Sciences Department, College of Agriculture, University of Baghdad, during the spring season of 2013, to investigate the effect of Irrigation method {Drip Irrigation (DI) and subsurface Drip Irrigation (SDI)} and system operational pressure on yield and yield' components and on water use efficiency (WUE) of corn (*Zea mays L.*) Var. Buhoth 5018. The experiment was laid out as a split plot in randomized complete block design (RCBD) with three replication. The system operational pressure (P) of 3 levels (30, 50, and 70 kpa) were used as main plots called as P_1 , P_2 and P_3 respectively, and Irrigation methods (DI and SDI) were used as sub plots. Data showed that the use of SDI resulted in a highest yield rate per unit area (8.88m ton.ha⁻¹) with 2.3% comparing with surface drip Irrigation (DI), It's also caused a significant increase in number of studied traits such as; soil volumetric moisture content by 2%, ear length by 11.4%, ear high 7.9%, number of seeds per row by 11.7%, and wt. of 100 seeds by 3.5%. However, data showed a significant increase caused by rising the system Operational pressure (P) on yield, as highest (P_3) increase yield by 6.5% in comparison with 30 kpa, and on all of the following measured characteristics such as volumetric moisture content by 5.5%, water uniformity distribution 2.5% (reaching 97.62%), Ear length by 11.7%, Ear high by 41.6%, number of seed rows by 17.2%, number of seeds per row by 123.4%, and wt. of 100 seeds by 19.3%. Water Use Efficiency (WUE) was improved by 2.2% by using the SDI with 70 kpa by 6.8%, concluding that using SDI with 70Kpa in a system pipe lines pleased at 0.20m below soil surface can be recommended in corn fields at central

Key words: Drip Irrigation, Subsurface Drip Irrigation, WUE, Yield, Corn.

المقدمة

لصفات طول العرنوص وارتفاعه عن سطح الارض وعدد صفوف الحبوب بالعرنوص وعدد الحبوب بالصف ووزن 100 حبة ارتباطاً معنوياً موجباً مع صفة حاصل الذرة الصفراء من الحبوب بأستعمال Path Analysis Method. وقد اقترح بعض الباحثين (31) اعتماد صفتي عدد الحبوب بالعرنوص وعدد الحبوب بالصف اساساً لعملية تحسين اصناف من الذرة الصفراء، كما اشار باحثون آخرون (12 و15) الى اهمية اعتماد قطر العرنوص وعدد العرائص في النبات، وطول العرنوص في برامج التربية لارتباطهما بالحاصل. يهدف هذا البحث الى معرفة تأثير اضافة الماء بالتتقيط السطحي وتحت السطحي وبضغوط مختلفة من ماء الري في حاصل الذرة الصفراء ومكوناته في ظروف المنطقة الوسطى من العراق.

المواد والطرائق

نفذت تجربة حقلية في الموسم الخريفي لعام 2013 في تربة مزيجة غرينية طينية (جدول 1) في حقول تجارب قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة (ابو غريب) جامعة بغداد.

جدول 1. بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة قبل الزراعة.

القيمة	الصفة	
160	رمل	مفصولات التربة
460	غرين	
350	طين	
مزيجة غرينية طينية		صنف النسجة
1.54	الكثافة الظاهرية (ميكاجرام.م ⁻³)	
42.08	المسامية الكلية (%)	
16.25	المحتوى الرطوبي للتربة	
5.12	الإيصالية الكهربائية (ديسي سمنز.م ⁻²)	

حرثت أرض التجربة حراثتين اولية وثانوية قبل تنصيب الانابيب الشريطية T-tape تحت السطحية، ومن ثم تنصيب انابيب الري بالتتقيط باستعمال الآلة المركبة (محراث حفار وآلة تنصيب) (7). وكانت المسافة بين الخطوط 70سم وبين منقط وآخر 20 سم. وتم تنصيب الانابيب بعمق 20سم وزرعت حبوب الذرة الصفراء صنف بحث 5018 في 17/8/2013 ووضعت 3 - 4 حبوب في الجورة بعمق 4 - 5 سم ثم خفت الى نبات واحد بعد اسبوعين من الزراعة. تمت الزراعة على مواقع المنقطات المثبتة في أنابيب الري

شهد العالم في العقود الاخيرة نقصاً كبيراً في كميات الماء الصالح للاستعمال مما جعله تحدياً واقعياً لأصحاب الاختصاص في ايجاد الوسائل الناجعة لمعالجة هذه المعضلة، لقد بلغت نسبة الماء المالح وغير القابل للاستهلاك البشري الاستعمال الزراعي ما تريبو على 97% مما يجعل 1% من الماء فقط عذباً صالحاً للاستهلاك بعد خصم نسبة المياه الجوفية (10)، حتى ان المعهد الدولي لإدارة المياه وضع في توقعاته بأن ثلث سكان العالم سيعيشون في مناطق ندرة المياه بحلول عام 2025 (9)، ولا شك فإن مناطق المناخات الجافة وشبه الجافة ستكون الاكثر تأثراً بهذا النقص، فضلاً عن ارتفاع معدلات النمو السكاني فيها (23 و40). سلك الباحثون طرائق متعددة لإيجاد الحلول لمعضلة قلة الماء ولاستمرار المحافظة على انتاجية لمحاصيل الزراعية فقد استعمل الري الناقص بأنواعه (6)، كما طبقت طرائق الري ذات الكفاءة العالية في استعمال مياه الري ومنها الري بالتتقيط وقد وصلت كفاءة استعمال الماء فيه الى اكثر من 60% مقارنةً بغيرها من الطرائق التقليدية (السيح والرش) في ظروف وسط العراق (1) والى 35-55% في ظروف الولايات الامريكية الوسطى (26). سلك عدد آخر منهم نظاماً اخرى كالري بالتتقيط بنوعيه السطحي وتحت السطحي للوصول الى معالجات لهذه المشكلة. يعد الري تحت السطحي (Sub surface Drip Irrigation (SDI مفيداً إذ انه يتمثل في اضافة الماء إلى منطقة الجذور Root Zone مباشرة (33)، كما انه يوفر توزيعاً منتظماً للماء على مستوى عموم الحقل المروي مما يؤدي الى زيادة كفاءة استعمال الماء والسماذ النيتروجيني ومقاومة المحصول للإجهاد المائي (35)، ومن ثم يقلل من فقدانه بعملية التبخر والرشح الى اعماق التربة فضلاً عن انه يمنع نمو الادغال (27 و16). ولقد اشارت الاحصائيات الى زيادة مضطربة في المساحات المزروعة بالذرة الصفراء في الولايات الوسطى من الولايات المتحدة الامريكية والتي استعمل فيها SDI الى 59% خلال ست سنوات (2003 - 2008). نفذت عدة دراسات في مدى ارتباط بعض الصفات الكمية مع حاصل حبوب الذرة الصفراء، وصولاً الى معرفة اهمية هذه الصفات من اجل اعتمادها في برامج التربية والانتخاب لتحسينها وقد وجد بأن

حدد موعد الري باستعمال الطريقة الوزنية للتربة وعلى عمق 0-30 سم بتجفيف نماذج التربة على درجة حرارة 105 م[°] لمدة 24 ساعة، وحُسب المحتوى الرطوبي الحجمي باستعمال معادلة Hillel (20):

$$\theta = \frac{Pw}{100} * \frac{Pp}{\ell w}$$

اذ ان :

$$\theta = \frac{Pp}{\ell w} = \frac{\text{المحتوى الرطوبي الحجمي (سم}^3\text{)}^3}{\text{كثافة الظاهرية للتربة (ميكاغرام.م}^{-3}\text{)}} = \frac{\text{كثافة الماء (ميكاغرام.م}^{-3}\text{)}}{\text{النسبة المئوية الوزنية للرطوبة (\%)}}$$

تم حساب تجانس توزيع الماء للمنظومة السقي باستخدام معادلة Christiansen (11)

$$CU = \left(1 - \frac{\sum |X|}{M \times n} \right) \times 100$$

اذ ان :

CU = معامل التجانس (نسبة مئوية).

$|X|$ = مقدار الانحراف العددي لعمق المياه في اي موقع عن متوسط اعماق المياه ضمن مساحة الخدمة المرورية.
n = عدد المنقطات.

M = متوسط تصريف المنقطات (مم).

اشتمل حجم العينة في كل وحدة تجريبية على 10 نباتات تم اختيارها عشوائياً من الخط الوسطي وحسبت صفات الحاصل على اساس 15.5% رطوبة الحبوب (9). اجري التحليل الاحصائي باستعمال برنامج Genstat (18) واستخدام اختبار اقل فرق معنوي (LSD) عند مستوى احتمال 5% لمقارنة المتوسطات الحسابية.

النتائج والمناقشة

أظهرت النتائج بأن لضغط الماء التشغيلي لمنظومة الري (P) ولطريقة الري (DI وSDI) والتداخل بينهما اثراً معنوياً في مقدار المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة (جدول 3)، اذ ان زيادة الضغط التشغيلي من 30 (P₁) الى 70 (P₃) كيلو باسكال ادت الى زيادة المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة معنوياً من 20.72 الى 21.86 (سم³.سم⁻³) بالتتابع، وربما يعود السبب الى ان زيادة الضغط ادت الى زيادة حجم المنطقة المبتلة من التربة كما كان للري تحت السطحي (SDI) زيادة معنوية في المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة إذ بلغ 21.54 (سم³.سم⁻³) مقارنة بالري السطحي (DI) الذي

السطحية وتحت السطحية. سمدت التجربة بإضافة 260 كغم.ه⁻¹ من سماد السوبر فوسفات الثلاثي (P₂O₅) عند الزراعة وسماد النيتروجين بمعدل 400 كغم.ه⁻¹ يوريا (N) 46% على دفعتين متساويتين الاولى عند بلوغ النبات مرحلة 6 أوراق والثانية بعد مرور 5 أسابيع من الزراعة (36) أحثلت معاملات الري باستعمال ضغوط مقدارها 30 و50 و70 كيلو باسكال الالواح الرئيسية وطريقة اضافة الماء بالتقريط (السطحي وتحت السطحي) الالواح الثانوية Sub plots باستعمال توزيع Split plot design بتصميم RCBD في ثلاثة مكررات وبوحدة تجريبية مساحتها (2.1م×10م) = 21م² اضيف مبيد الاترازين Atrazine بمعدل 3.6 كغم مادة فعالة للهكتار قبل بزوغ البادرات لمكافحة الادغال، ومبيد الدايزينون السائل (60%) رشاً بعد 20 يوماً من الزراعة ولثلاث مرات، بواقع رشة كل 10 أيام، وبمعدل 400 سم³.ه⁻¹، للوقاية من حفار ساق لذرة الصفراء (28). تم قياس متوسط تصريف الماء وتجانس توزيعه بحسابه من منقطات انابيب ال T tape عند كل ضغط ولكل وحدة تجريبية باستعمال اسطوانة مدرجة سعة 1000 لتر لقياس التصريف خلال 20 دقيقة وفق المعادلة الآتية (19).

$$q = \frac{V}{t} \text{ إذ ان: } = \text{تصريف المنقط (لتر.ساعة}^{-1}\text{).}$$

T = زمن التشغيل (ساعة). v = حجم الماء المستلم في العلبه (لتر).كمية مياه الري (مم)، حسبت كميات مياه الري في كل رية اعتماداً على قياسات المحتوى الرطوبي في التربة بالطريقة الوزنية بعد تحويلها الى رطوبة حجمية. يبين جدول 2 كمية الماء المضاف في كل رية حيث تم حساب عمق الماء المضاف بتطبيق المعادلة الآتية (24):

$$d = (\Theta_{FC} - \Theta_w) D$$

إذ أن:

d = عمق الماء المضاف (سم).

Θ_{FC} = الرطوبة الحجمية عند السعة الحقلية (سم³.سم⁻³).

Θ_w = الرطوبة الحجمية قبل إجراء الري وبعد استنزاف 50-

60 % من الماء الجاهز (سم³.سم⁻³).

D = عمق المنطقة الجذرية المرورية (سم).

جدول 2. كمية المياه المضافة خلال الموسم.

عدد الريات	عمق الماء المضاف مم. موسم ¹	كمية الأمطار مم. موسم ¹	كمية الماء الكلية مم. موسم ¹
14	480	163.8	643.8

(P₂) أثر إيجابي في هذه الصفة بلغ عندها 28.03 سم وقد اعطت طريقة الري تحت السطحي (SDI) عرناً طولاً 27.99 سم أي بزيادة مقدارها 11.4% مقارنة بري التنقيط السطحي (DI) (جدول 5).

جدول 5. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل

بينهما في طول العرنوص (سم).

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
24.40	25.40	23.40	P ₁
28.03	30.07	26.00	P ₂
27.25	28.50	26.00	P ₃
1.12	N.S		LSD 5%
	27.99	25.13	المتوسط
	1.96		5% LSD

تكمن أهمية صفة ارتفاع العرنوص على الساق في أن ارتفاعه يزيد من احتمالية اضطجاع النبات وانخفاضه سيعرضه إلى تظليل الأوراق مما قد يؤدي إلى خفض نسبة الاخصاب في حبوبه، وترتبط صفة ارتفاع العرنوص بصفة الحاصل.

جدول 6. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل

بينهما في ارتفاع العرنوص (سم).

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
64.77	67.50	62.03	P ₁
73.77	77.73	69.80	P ₂
91.70	93.73	89.67	P ₃
9.16	N.S		LSD 5%
	79.66	73.83	المتوسط
	4.65		5% LSD

يبين الجدول 6 وجود فرق معنوي لارتفاع العرنوص عن سطح الأرض حيث بلغ 79.66 سم عند استعمال الري (SDI) وكان ارتفاعه 73.83 سم باستعمال DI، كما أن لضغط ماء الري العالي (70 كيلو باسكال) تأثيراً معنوياً في هذه الصفة بلغ 91.70 سم مقارنة بالضغط 30 كيلو باسكال حيث بلغ 64.77 سم بزيادة مقدارها 41.6% وقد يعود ذلك إلى الزيادة في صفات نمو النبات (21) الناتج من ارتفاع الضغط الازموزي لخلايا أنسجة النبات وانتفاخها المتأني من توافر الماء في منطقة المجموع الجذري وانتظام

بلغ المحتوى الرطوبي فيه 21.13 (سم³.سم⁻³) وقد يعود السبب إلى أن SDI يجعل من توزيع الرطوبة داخل التربة في أفضل أشكالها، يتفق ذلك مع ما توصل إليه Lamm (27) أن شمول المجموع الجذري بالرطوبة الكافية ويتوزع جيداً قد يؤدي إلى توافر الماء لكامل المجموع الجذري وإلى إذابة العناصر الغذائية وزيادة جاهزيتها للامتصاص من قبل النبات.

جدول 3. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل

بينهما في المحتوى الرطوبي الحجمي (سم³.سم⁻³).

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
20.72	21.07	20.37	P ₁
21.42	21.58	21.26	P ₂
21.86	21.97	21.75	P ₃
0.14	0.19		5% LSD
	21.54	21.13	المتوسط
	0.12		5% LSD

لقد زاد تجانس توزيع ماء الري مع زيادة الضغط التشغيلي له وبلغ أعلى نسبة مع الضغط P₃ (97.62%) مقارنة بالضغط P₁ الذي كانت نسبة التجانس في توزيع الماء فيه 95.23% ولقد حققت طريقة الري تحت السطحي أعلى نسبة لتجانس التوزيع بلغت 97.65% مع ضغط P₃ في حين كانت نسبة التجانس 95.23% باستعمال P₁ بطريقتي الري DI و SDI (جدول 4) ويعود السبب إلى أن زيادة الضغط يؤدي إلى زيادة معامل التجانس Uniformity Coefficient، ويتفق ذلك مع ما توصل إليه Al Muhammadi (5).

جدول 4. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل بينهما

في تجانس توزيع (UC) منظومة الري بالتنقيط (%)

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
95.23	95.23	95.23	P ₁
96.80	96.64	96.96	P ₂
97.62	97.65	97.60	P ₃
0.22	0.55		5% LSD
	96.50	96.60	المتوسط
	N.S		5% LSD

لقد كان للضغط التشغيلي وطريقة الري تأثير معنوي في صفة طول العرنوص إذ كان لاستعمال 50 كيلو باسكال

ادت معاملة الري تحت السطحي (SDI) الى زيادة معنوية في صفة وزن حبة (جدول 9) إذ سجلت 28.03 غم مقارنة بالري DI الذي اعطى 27.08 غم بنسبة زيادة مقدارها 3.5% في حين اعطى الضغط العالي لماء المنظومة (70 كيلو باسكال) وزن 30.22 غم بنسبة زيادة مقدارها 19.30%. يتفق ذلك مع ما توصل اليه Boujelben و B.Douh (8). يمكن ان يعزى السبب في زيادة الصفات المدروسة آنفاً الى زيادة قابلية النبات على امتصاص الماء المتوافر في منطقة المجموع الجذري وما يحمله من مغذيات مذابة وتشارك في انقسام زيادة الضغط الانتقائي للخلايا (14) وانتقاهم الثغور مما يؤدي الى استمرار تدفق CO₂ الى انسجة النبات والذي بالنتيجة ينشط من عملية البناء الكاربوني (13) ومن ثم نقل وتوزيع النواتج الايضية التي تمت بها الحبة (المصب) في هذه المرحلة، فضلاً عن زيادة عدد الحبوب (42) وهذا يتفق مع ما توصل اليه Nezam وآخرون (32).

جدول 9. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل

بينهما في وزن 100 حبة (غم).

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
25.34	25.93	24.75	P ₁
27.11	27.41	26.81	P ₂
30.22	30.74	29.69	P ₃
1.30	N.S		LSD 5%
	28.03	27.08	المتوسط
	0.86		5% LSD

جدول 10. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل

بينهما في الحاصل (ط. هـ⁻¹).

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
8.50	8.55	8.44	P ₁
8.79	8.90	8.68	P ₂
9.05	9.18	8.91	P ₃
0.18	N.S		LSD 5%
	8.88	8.68	المتوسط
	0.16		5% LSD

تمثل صفة الحاصل خلاصة الفعاليات الايضية في النبات والتي تعد الهدف الاساس من العملية الانتاجية. تأثرت هذه الصفة معنوياً بكل من ضغط ماء الري وطريقة الري فقد اعطت طريقة الري تحت السطحي SDI زيادة في حاصل

توزيعه فيها (3) والذي ادى بدوره الى ارتفاع موقع العرنوص عن سطح الارض وكذلك طول العرنوص. لقد كان لضغط ماء الري تأثير معنوي في صفة عدد الصفوف بالعرنوص (جدول 7) إذ بلغ 24.30 صف باستعمال الضغط العالي (70 كيلو باسكال) وانخفض عدد الصفوف كلما انخفض ضغط الماء حتى وصل الى 20.73 صف باستعمال الضغط 30 كيلو باسكال. في حين لم يكن لطريقة الري اثر معنوي في هذه الصفة على الرغم من الارتفاع في عددها عند استعمال الري تحت السطحي (SDI).

جدول 7. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل

بينهما في عدد الصفوف. عرنوص⁻¹.

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
20.73	20.93	20.53	P ₁
23.47	24.13	22.80	P ₂
24.30	24.87	23.73	P ₃
2.09	N.S		LSD 5%
	23.31	22.36	المتوسط
	N.S		LSD 5%

أثر عاملاً الدراسة (ضغط الماء وطريقة الري) معنوياً في صفة عدد الحبوب. بالصف⁻¹، فقد سجل الضغط المرتفع زيادة في عدد الحبوب. بالصف⁻¹ مقارنة بالضغط الواطئ P₁ (30 كيلو باسكال) الذي اعطى 20.73 حبة. صف⁻¹، اما طريقة الري تحت السطحي (SDI) فقد اعطت 40.20 حبة. بالصف⁻¹ مقارنة بالري DI الذي اعطى 35.99 حبة. صف⁻¹ وذلك بزيادة مقدارها 11.7% وكان للتداخل بين العاملين اثر معنوي في هذه الصفة (جدول 8) فقد اعطى الري تحت السطحي مع ضغط الماء المتوسط (P₂) اكثر عدد من الحبوب بالصف وصل الى 51.73. في حين سجل الري السطحي مع الضغط الواطئ (P₁) اقل عدد من الحبوب. بالصف⁻¹ بلغ 20.53.

جدول 8. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل بينهما في

عدد الحبوب. بالصف⁻¹.

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
20.73	20.93	20.53	P ₁
47.23	51.73	42.73	P ₂
46.32	47.93	44.70	P ₃
4.10	4.19		LSD 5%
	40.20	35.99	المتوسط
	2.05		5% LSD

العلاقة عكسية حيث بلغت 26.85 مع ضغط 70 كيلو باسكال. بينما كانت النسبة 32.23 مع 30 كيلو باسكال وكون هذه الصفة هي نسبة حسابية بين وزن الحبوب الى الوزن الجاف الكلي TDM للنبات فأن ذلك يحدث مع زيادة الوزن الجاف الذي يزيد بزيادة ضغط الماء وبذلك ادى الى هذه النتيجة العكسية. إن نسبة حاصل الحبوب المستحصل عليها من اضافة كمية محددة من الماء تمثل كفاءة استعمال الماء، فكلما زاد حاصل الحبوب باستعمال نفس كمية الماء تزيد كفاءة استعمال الماء. لقد حققت كفاءة استعمال الماء (WUE) ارتفاعاً معنوياً يتناسب طردياً مع زيادة ضغط الماء في منظومة الري (جدول 13) بلغت 1.41 (كغم. م⁻³) عند الضغط 70 كيلو باسكال و 1.32 عند 30 كيلو باسكال وبذا فأن كفاءة استعمال الماء قد تحسنت نتيجة لهذا العامل بنسبة 6.8% وهذا ناتج عن زيادة المحتوى الرطوبي الحجمي في التربة (جدول 3) ولزيادة تجانس توزيع ماء الري بتأثير زيادة الضغط التشغيلي للمنظومة (جدول 4) واللذين اديا الى زيادة في حاصل الحبوب ومن ثم زادت كفاءة استعمال الماء بالنتيجة.

جدول 13. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل

بينهما في كفاءة استعمال الماء (WUE).

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
1.32	1.33	1.31	P ₁
1.37	1.38	1.35	P ₂
1.41	1.43	1.38	P ₃
0.03	N.S		LSD 5%
	1.38	1.35	المتوسط
	0.02		5% LSD

اما طريقة الري تحت السطحي فقد رفعت من كفاءة استعمال ماء الري بنسبة 2.2% مقارنة بالري السطحي ويعود ذلك الى قلة الماء المتبخر والمتسرب من منطقة المجموع الجذري والاستفادة الكاملة من الماء المضاف في استهلاك النبات. وهذا يتفق مع ما وجدته عدد من الباحثين، إذ وجد Boujelben و B. Douh (8) أن الري تحت السطحي بعمق 0.35 م حقق نتيجة متفوقة في كفاءة استعمال الماء تصل الى 33.8% مقارنة بري التنقيط السطحي في محصول الذرة الصفراء ويتفق ذلك مع ما وجدته باحثون آخرون (21 و 37). وبالخلاصة فإن استعمال الضغط

الذرة الصفراء مقدارها 2.3% مقارنة بري التنقيط السطحي DI إذ وصل الحاصل الى 8.88 ط.هـ¹ في الري SDI (جدول 10). كان لضغط الماء اثر معنوي إذ زاد من الحاصل بنسبة 6.5% باستعمال الضغط العالي (70 كيلو باسكال) مقارنة بالضغط الواطئ (30 كيلو باسكال) وبلغا 9.05 و 8.50 ط.هـ¹ بالتتابع. ويعزى سبب هذه الزيادة الى زيادة تصنيع الكاربوهيدرات المتأتي من تنشيط العمليات الايضية في النبات بوجود الماء والمغذيات الذائبة فيه بدرجة كافية في منطقة المجموع الجذري للنبات وهذا يتفق مع ما توصل اليه عدد من الباحثين (2 و 4 و 22 و 29 و 39)، لاسيما وان لصفة الحاصل علاقة ارتباط Correlation موجبة معنوية باحتمال 0.01 بكل مع صفات ارتفاع العرنوص وعدد الحبوب. بالصف¹ ووزن 100 حبة وارتباطاً معنوياً موجباً باحتمال 0.05 بصفة طول العرنوص وقد بلغت قيمة معامل الارتباط (r²) فيها 0.67 و 0.69 و 0.66 و 0.52 بالتتابع (جدول 11). يتفق ذلك مع ما توصل اليه باحثون آخرون (30 و 34 و 38).

جدول 11. قيم الارتباط بين صفات الحاصل ومكوناته تحت ظروف استعمال مستويات من ضغط ماء الري ونظمه.

ارتفاع العرنوص	عدد الحبوب بالصف	وزن 100 حبة	طول العرنوص	الحاصل
0.67**	0.69**	0.66**	0.52*	

جدول 12. تأثير ضغط ماء الري وطريقة الري والتداخل

بينهما في دليل الحصاد (H.I.).

المتوسط	طريقة الري (I)		ضغط ماء الري (P)
	تحت السطحي (SDI)	سطحي (DI)	
32.23	31.92	32.55	P ₁
30.47	29.55	31.39	P ₂
26.85	25.29	28.42	P ₃
2.11	N.S		LSD 5%
	28.92	30.79	المتوسط
	N.S		5% LSD

تعد صفة دليل الحصاد صفة وراثية معقدة تتأثر كثيراً بالبيئة (41) وهي احدى الادلة المستعملة لتقدير كفاءة تجزئة نبات المحصول ويوضح دليل الحصاد العالي كفاءة تحويل الحاصل الحيوي الى حاصل اقتصادي (25). بينت النتائج (جدول 12) تأثير صفة دليل الحصاد (H.I) معنوياً بضغط ماء الري إذ انخفض دليل الحصاد بارتفاع الضغط وكانت

9. Bartels, D. and F. Salamini, 2001. Desiccation tolerance in the resurrection plant *Craterostigma plantagineum*. A contribution to the study of drought tolerance at the molecular level. *Plant Physiol.* 127: 1346-1353.

10. Bouwer, H. 2002. Integrated water management for the 21st century: - problems and solutions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE.* 128(4): 193-202.

11. Christiansen, J. E. 1942. Irrigation by sprinkling, *California agric., Exp. Bull.*, No. 570, University of California, Berkeley, p 94.

12. Devi, I.S., S. Muhammad and S. Muhammad. 2001. Character association and path co-efficient analysis of grain yield and yield components in double crosses of maize. *Crop Res. Hisar.* 21:355-359.

13. Elsahooki, M.M., 2007. Dimensions of SCC theory in a maize hybrid-inbred comparison. *The Iraqi J. Agric. Sci.* 38(1): 128-137.

14. Elsahookie, M.M. 2013. Breeding Crops for Abiotic stress, A Molecular Approach and Epigenetics. *Field Crops Sciences*, college of Agriculture, University of Baghdad. P.94.

15. El-Shouny, K.A., O.H. El-Baguory, K.I.M. Ibrahim and S.A. Al-Ahmad. 2005. Correlation and path coefficient analysis in four yellow maize crosses under two planting dates. *Arab-Univ. J. Agric. Sci.* 13 (2):327-339.

16. G. P. Arbat, F. R. Lamm, A. A. Abou Kheira. 2010. Subsurface drip irrigation emitter spacing effects on soil water redistribution, corn yield, and water productivity. *Applied Engineering in Agriculture Vol.* 26(3): 391-399.

17. Gary, W. Knox. 2002. Drought tolerant plants for North and Central Florida. Univ. of Florida Institute of food and Agricultural science EDIS website <http://edis.ifas.ufl.edu>.

18. Gen Stat Release 10.3DE (PC/Windows) 08 August 2012 00:34:52 Copyright 2011, VSN International Ltd. (Rothamsted Experimental Station).

19. Hachim, A.Y., and H.E. Yassin. 1992. Engineering of fields Irrigation Systems. College of Engineering, University of Mosul, Ministry of Higher Education, Iraq.

التشغيلي لمنظومة الري العالي (70 كيلو باسكال) والري تحت السطحي اديا الى رفع المحتوى الرطوبي الحجمي وتجانس توزيع الماء في التربة مما ادى الى تحسين حاصل الذرة الصفراء ومكونات الحاصل، فضلاً عن زيادة كفاءة استعمال الماء.

REFERENCES

1. Abdul-Razak, M. M. A., I. A. Hamzah, M. K. Alag and Sh. A.H. Ahmed. 2014. Influence of Irrigation method, weed, and splitting nitrogen fertilizers on water use efficiency and productivity of sunflower. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences.* 7(3). P136-141.
2. Abdul-Razak, M.M.A. 2015. Effect of IBA and kinetin on oats (*Avena sativa* L.) yield and yield components under water stress. *Jordan Journal of Agriculture Sciences.*
3. Abou Kheira, A.A. 2009. Comparison among different Irrigation system for deficit irrigated corn in the Nile valley. *Agricultural Engineering International; the CIGR E journal.* Manuscript LW 08010.vol. XI .February, 2009.
4. Ahmed, Sh. A. 2012. Effect of water stress and hill spacing on seed yield and some growth traits of sunflower. *The Iraqi Journal of Agricultural sciences* 43(4):14-27.
5. Al Muhammadi, Sh.M.H. 2011. Effect of Emitters Discharges and Irrigation Water Salinity on Soil Physical Properties, Salinity Distribution, and Potato Growth and Yield. Ph.D. Dissertation, College of Agriculture, Univ. of Anbar, Iraq.
6. Al-Muttalibi, S.M., and M.M. Elsahookie. 1989. Impact of irrigation Interval and Planting depth on growth and yield of maize IV. yield of plant, field efficiency and water use efficiency. *The Iraqi Journal of Agric. Sci.* 20(1): 279-310.
7. Alrawshdie, Z. A., and A.A. J. Alzubaidi. 2014. Manufacturing a Combine Implement Used for Tillage and Subsurface Irrigation Tubes Installation and Evaluate Its Effect on some Implement.
8. B., Douh, and A. Boujelben. 2011. Effect of surface and subsurface drip irrigation on agronomic parameters of maize (*Zea mays* L.) under tunisian climatic condition. *J. Nat. Prod. Plant Resour.*, 1 (3):8-14.

- 20.Hillel, D. 1980. Application of Soil Physics, Academic press, New York. Pp: 116-126.
- 21.Kassab, D.M., A.A EL-Noemani and H.A. El-Zeiny.2005.Influence of some irrigation systems and water regimes on growth yield of sesame plants .Journal of Agronomy 4 (3): 220-224.
- 22.Kassem, M.A. 2000. Comparative study for the effect of subsurface drip irrigation, Surface drip irrigation and Furrow Irrigation systems on the growth and the yield of Sunflower Crop. Misr.J. Agric. Eng; 17:319-329.
- 23.Kleidon, A. 2007. Theory, Biospheric and modelling group. Entropy production by evapotranspiration and its geographic variation special issue on "biohydrology" soil and water,doi:10.16/j.colsurfb.06.010.
- 24.Kovda, V. A.; C. V. anden Berg, and R. M. Hangan 1973. Irrigation Drainage and Salinity, FAO, UNESCO, London.
- 25.Kusalkar, D.V., V.R. Awari, V.Y.Pawar, and M.S. Shinde, 2003. Physiological parameters in relation to grain yield in rabi sorghum on medium soil. Adv. Pl.Sci. 16:119-122.
- 26.Lamm, F. R. and Todd P. Trooien. 2003. Subsurface drip irrigation for corn production: a review of 10 years of research in Kansa. Irrig Sci 22: 195–200.
- 27.Lamm, F.M.2002. Advantages and Disadvantages of Subsurface Drip Irrigation. International Meeting on Advantage in Drip/Micro Irrigation. Puerto de La Cruz, Tenerife, Canary Islands.
- 28.Ministry of Agric. 2006. Advices of Cultivated and Production of Maize. Office of Extension and Agric. Cooperation. Baghdad, Iraq. Pp.16.
- 29.Mohamed, H. 2013 .Correlation between grain production and quality of bread wheat with Flag leaf under water stress and kinetin. The Iraqi Journal of Agricultural science 44(2):206-219.
- 30.Mohan, Y.C., K. Singh and N.V. Rao. 2002. Path coefficient analysis for oil and grain yield in maize genotype. Natl. J. Pl. Improve. 4(1): 75-76.
- 31.Nemati, Ali, M. Sedghi, R.S. Sharifi, and M.N. Seiedi. 2009. Investigation of Correlation between Traits and Path Analysis of Corn (*Zea mays* L.) Grain Yield at the Climate of Ardabil Region (North West Iran). Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj37 (1): 194-198.
- 32.Nezami, A., H.R. Khazaei, Z.B. Rezazadeh, and A. Hosseini. 2008. Effects of drought stresses and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus* L.) in controlled Conditions. Desert .12.99-104.
- 33.Payero, Jose O., C.D. Yonts, Sr Irmak, and David Tarkalson. 2005. Advantages and Disadvantages of Subsurface Drip Irrigation. University of Nebraska– Lincoln, Extension report EC776. P1-8.
- 34.Rafiq, C. M., M. Rafique, A. Hussain, and M. Altaf.2010. Studies on heritability, correlation and path analysis in maize (*Zea mays* L.). J. Agric. Res., 48(1):35-38.
- 35.Shanahan, J., M. Rupert, J. Schussler, J. Groeteke,F. Lamm ,M. Dowgert J. Vikupitz and J. Hunta. 2012. Subsurface drip irrigation for corn production and research. crop insides Vol.22.No11,P1-4.
- 36.Shoilila, L.k. 2000. Effect of Plant Ensities, Path of Distribution and Levels of Nitrogen in Yield of Maize (*Zea Maze* L.). M.Sc. Thesis Dept. of Field Crops, College of Agric. pp.29.
- 37.Thejel, A.A., and K.M. Mohamed. 2007. Productivity and water use efficiency of maize under surface and subsurface drip irrigation. The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 38(6):21-27.
- 38.Tollenaar, M.F., A. Ahmaedzedah and E. A. Lee. 2004. Physiological basis of heterosis for grain yield in maize. Crop Sci. 44:2086-2094.
- 39.Touehan, H., M.Z. Nemeh, and M.S. Kroush. 2013. Effect of anti– transpiration and water stress on some physiological traits of maize. The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 44(3)331-3
- 40.40.UNICEF. World water day. 2007. Coping with water Scarcity. Environment News Service. www.unicef.com.
- 41.Wuhaib, K.M. 2013. Harvest Index and plant Breeding. The Iraqi G. of Agric. Sci. 44(2): 168-193.
- 42.Yahya, Sh. H, and M.M.A Abdul-Razak. 2015. The Effect of Irrigation methods and magnetization of water in yield of sunflower. The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 46(3)330-341.