

الاحتياج المائي وإنتاجية المياه للذرة الصفراء تحت نظم ري مختلفة في محافظتي القادسية وبابل

الاء صالح عاتي* ضياء فليح حسن

قسم علوم التربة والموارد المائية/ كلية علوم الهندسة الزراعية/ جامعة بغداد

*المؤلف المراسل : alaa.salih@coagri.uobaghdad.edu.iq

المستخلص

أجريت تجربتين حقليتين في موقعين مختلفي النسجة، الموقع الاول ذو نسجة مزيجة في احد حقول شعبة زراعة المدحتية/محافظة بابل والثاني نسجته مزيجة غرينية في احد حقول محطة ابحاث النورية/ وزارة الزراعة الواقعة في ناحية النورية/ محافظة القادسية. تضمنت عوامل الدراسة في الموقعين عدة عوامل: العامل الاول نظام الري بالرش والري السحي. العامل الثاني طريقة الزراعة وهما طريقة الزراعة خطوط بالألواح وخطوط ثم تمرير. العامل الثالث صنف المحصول المزروع صنف محلي (فجر 3) وصنف هجين (دراكما). بلغ الاستهلاك المائي الفعلي للري بالرش مع زراعة المروز (587.13 و637.62) مم موسم¹ لمحافظتي بابل والقادسية على الترتيب فيما بلغ لطريقة زراعة الألواح (558.38 و605.42) مم موسم¹ لمحافظتي بابل والقادسية على الترتيب. بلغت انتاجية المياه (1.99 و1.56) كغم م³ للصنف الهجين ومعاملة الري بالرش وزراعة المروز لمحافظتي بابل والقادسية على الترتيب بينما بلغت (1.75 و1.30) كغم م³ للصنف المحلي. وان قيم انتاجية المياه انخفضت في معاملات الري السحي (1.56 و1.21) كغم م³ للصنف الهجين ومعاملة الري السحي وزراعة المروز لمحافظتي بابل والقادسية على الترتيب، بينما بلغت (1.49 و1.07) كغم م³ للصنف المحلي.

الكلمات المفتاحية: نظم ري، اساليب زراعة، انتاجية مياه، الذرة الصفراء

Water Requirement and Water Productivity of *Zea mays* L. under Different Irrigation Systems in AlQadsia and Babylon Governorates

Diaa Fliah Hassan

Alaa Salih Ati*

Department of Soil and Water Science, College of Agriculture Engineering Sciences /University of Baghdad, Iraq

* Corresponding author's email: alaa.salih@coagri.uobaghdad.edu.iq

Abstract

Two field experiments were conducted at two different texture sites. The first site of the fields of AlMedhateya Agriculture Division / Babil Governorate. The second site of the fields of Al-Nouriah Research Station / Ministry of Agriculture, the factors of the study in the two sites included several factors. The first factor includes two irrigation systems: sprinkler irrigation and surface irrigation. The second factor is the method of cultivation which includes the method of cultivation with basin and furrowing. The third factor is the type of the cultivated crop which includes a local variety (Fajr 3) and a hybrid variety (Drakma). The actual water consumption for the sprinkler irrigation system reached (587.13 and 637.62) mm season⁻¹ for furrowing cultivation method in Babylon and Al-Qadisiyah, respectively, but it reached (558.38 and 605.42) mm season⁻¹ when using the basin cultivation method in Babylon and Al-Qadisiyah locations, respectively. The water productivity reached (1.99 and 1.56) kg m⁻³ for the hybrid variety and (1.75 and 1.30) kg m⁻³ for the local variety when the sprinkler irrigation and the furrow planting at Babylon and Al-Qadisiyah locations, respectively. The results also show that the values of water productivity decreased in the surface irrigation, it reached (1.56 and 1.21) kg m⁻³ for the hybrid variety and (1.49 and 1.07) kg m⁻³ for the local variety when the sprinkler irrigation and the furrow planting at Babylon and Al-Qadisiyah locations, respectively.

Keywords: irrigation and agricultural, water productivity, corn

1. المقدمة

يشكل التغيير المناخي تهديدات خطيرة للأمن الغذائي العالمي بسبب التغيرات في متطلبات المياه نتيجة اختلاف وعدم استقرار التوزيع المكاني والزمني لهطول الأمطار وعدم توافر المياه، وغيرها من عوامل الإنتاج الزراعي، لذا فإن إدارة الموارد المائية هي المفتاح لضمان إنتاج المزيد من الغذاء للعدد المتزايد من السكان. تشير التقارير الصادرة عن منظمة الأغذية والزراعة إلى وجوب زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية بمعدلات كبيرة في السنوات القادمة للتغلب على حالات انعدام الأمن الغذائي المتوقعة وتأثيرها في الاقتصاد العالمي ككل الذي لا ينمو بالقدر المتوقع، فضلا عن الآثار السلبية لتغيرات المناخ العالمي وتقلباته المتزايدة وأثره في المردود والإنتاج الزراعي والصناعات الغذائية والموارد الطبيعية والذي قد ينجم عنه في معاناة أكثر من 800 مليون شخص حول العالم من الجوع من عام 2019 إضافة إلى حالة الخطورة لانعدام الأمن الغذائي لأكثر من مليار شخص حول العالم قبل 2030 (FAO, 2017; Hassan, et al., 2023).

تعد المنطقة العربية ومن ضمنها العراق من أكثر مناطق العالم جفافا فهي إلى جانب كونها تقع في حزام المناطق الجافة وشبه الجافة، فإنها تتعرض لتغيرات كبيرة في معدلات تساقط الأمطار من عام إلى آخر وهذا ما ينعكس سلبا في ندرة الموارد المائية المتاحة فيها، إضافة إلى تأثير ذلك في الإنتاج الزراعي ومن ثم توفر الغذاء والأمن الغذائي، ويأتي تغير المناخ وتقلبه ليفرض ضغوطاً إضافية، فيخلفان تداعيات سلبية تظهر على نطاق واسع على كمية موارد المياه العذبة ونوعيتها، وعلى قدرة المنطقة لضمان أمنها الغذائي، وإدامة سبل العيش، وصون النظم الإيكولوجية (Spellman, 2018; ESCWA, et al., 2019). يعد الماء العامل المحدد للإنتاج الزراعي في العديد من مناطق العالم التي تعاني شحة في الموارد المائية، وهناك اهتمام متزايد بشأن مصادرها مستقبلاً، إذ إن محدوديتها تدعو إلى التركيز على الاهتمام بالاستعمال الأمثل للمياه. إن إدارة المياه واستعمالها المناسب يعد من الأولويات في المناطق الجافة وشبه الجافة أو في المناطق ذات التساقط المطري الواطئ، ومن أساليب الإدارة الجيدة السيطرة على كمية المياه المعطاة في كل رية وعدد الريات (جدولة الري) وحسب قابلية التربة على مسك الماء وحاجة النبات في مراحل نموه المختلفة للوصول إلى أعلى إنتاجية (Ati, et al., 2017; AL-Lami, et al., 2023).

إن المعلومات عن معدل الاستهلاك المائي للنباتات تكون هي الأساس في جدولة مواعيد الري وأختيار المحاصيل الملائمة للمنطقة في ضوء كميات الماء المتاحة تبعاً لأسس اقتصادية تعتمد على مقدار العائد من المحصول طبقاً لكلفة الوحدة الواحدة من المياه المستهلكة، وإن العوامل التي تؤثر في الاحتياجات المائية للنبات هي الظروف المناخية وتشمل الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح وكمية الأمطار وضغط بخار الماء وشدة الإشعاع الشمسي وفترة سطوع الشمس ونوع النبات وطول موسم النمو ونسبة سطح التربة المغطى بالنبات وخصائص التربة. ولتقييم الإنتاج الزراعي نتيجة تغير وفرة المياه والتغيرات المناخية من أجل صياغة الخطوط العريضة وتوفير الحثيات العلمية لصانعي القرار في اتخاذ التدابير الممكنة ورسم استراتيجيات مستقبلية أكثر شمولية بالإضافة إلى اختبار وتقييم بعض الإجراءات التكيفية لتحسين إنتاجية وحدة المياه بالحقل في ظل الظروف المناخية المستقبلية، نهدف من خلال دراستنا الحالية بالتوصل للاهداف الآتية:

1. تقدير المقنن المائي للذرة الصفراء تحت نظامي الري بالرش والري السحي وطريقتي الزراعة (خطوط في الألواح) و(خطوط ثم تمرير) ولموقعين مختلفين.
2. تحديد الصنف الافضل في انتاجيته من الذرة الصفراء وقابليته للتكيف مع التغيرات المناخية.

2. المواد وطرائق العمل

1.2. موقع التجربة وخصائص التربة قبل الزراعة

نفذت تجربتين حقليتين لزراعة محصول الذرة الصفراء *Zea mays L.* خلال الموسم الزراعي الخريفي 2019 في موقعين مختلفي النسجة. الموقع الاول ذو نسجة مزيجة في احد حقول شعبة زراعة المدحتية/ محافظة بابل الواقع على خط عرض (N 44°36'32") شمالا وخط طول (E 32°28'22") شرقا وعلى ارتفاع 28م فوق مستوى سطح البحر. والثاني نسجته مزيجة غرينية في احد حقول محطة ابحات النورية/ وزارة الزراعة الواقعة في ناحية النورية/ محافظة القادسية الواقع ضمن خط عرض (N 44°47'59") شمالا وخط طول (E 31°94'41") شرقا وعلى ارتفاع 25م فوق مستوى سطح البحر. صنفت تربتي الحقل بانها رسوبية مصنفة الى مستوى تحت المجاميع العظمى Typic Torrifluent. اخذت عينات تربة ممثلة من التربة على عمقين 0-0.30م و0.30-0.60م وجفت هوائيا ثم طحنت ومررت من منخل قطر فتحاته 2 مم، ثم حددت بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية (جدول 1 و2) باستعمال الطرق القياسية الواردة في (Richards (1954); Black (1965).

2.2. معاملات التجربة والتصميم الاحصائي

1. نظم الري

أ. الري بالرش S1

ب. الري السحي S2

2. طرق الزراعة

أ. معاملة الزراعة (خطوط في الألواح B)

ب. معاملة الزراعة (خطوط ثم تمرير) (المروز F)

3. صنف المحصول

أ. صنف محلي فجر V1 3

ب. صنف هجين دراكما V2

طبقت التجربة للموقعين بالتصميم المعشش وفق القطاعات العشوائية الكاملة (Nested design in RCBD) وبتلاتة مكررات لكل تجربة. وتم اختيار اقل فرق معنوي LSD على مستوى ($P < 0.05$) للمقارنة بين المتوسطات الحسابية للمعاملات. ويبين الشكل (1) المخطط التجربة الحقلية الذي تم تنفيذه في موقعي الدراسة في محافظة بابل (شعبة زراعة المدحتية) ومحافظة القادسية (محطة ابحات النورية).

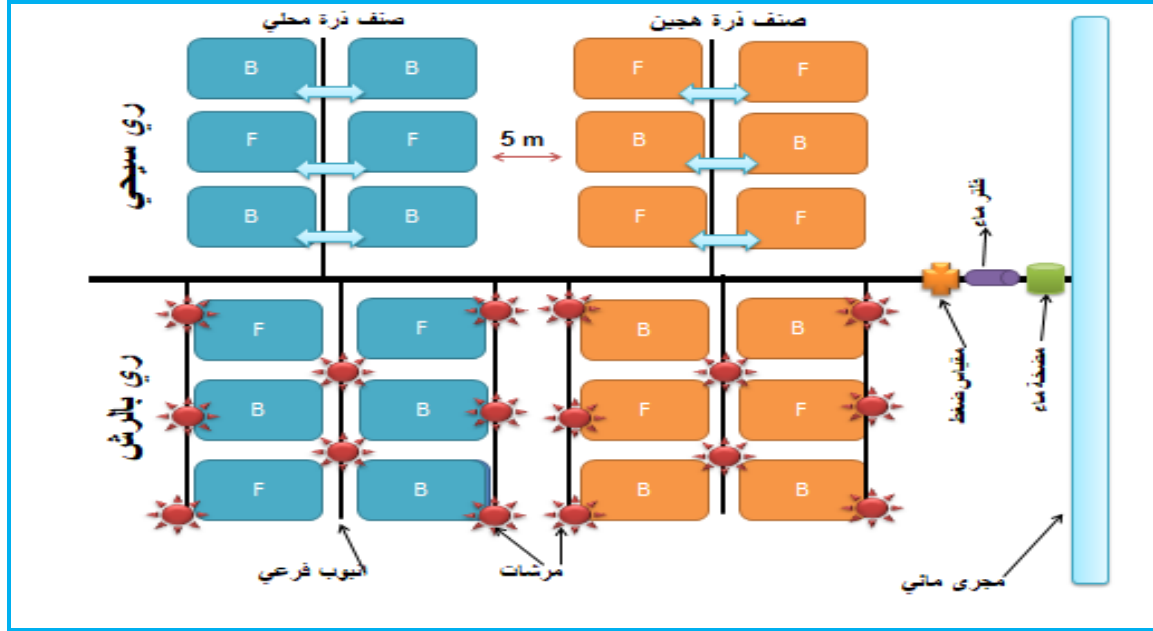
جدول (1): بعض الصفات الفيزيائية لتربة الحقل قبل الزراعة

موقع القادسية		موقع بابل		الوحدة	الخاصية
0.60-0.30م	0.30-0.0م	0.60-0.30م	0.30-0.0م		
301.8	332.1	299.4	318.5	غم كغم ⁻¹	الرمل
559.1	540.6	494.3	489.4		الغرين
141.1	127.3	226.3	212.1		الطين
مزيجة غرينية	مزيجة غرينية	مزيجة	مزيجة		صنف النسجة
1.40	1.38	1.33	1.28	ميكاغرام م ⁻³	كثافة التربة الظاهرية
0.53	0.52	0.50	0.48		المسامية
2.11		1.71		سم ساعة ⁻¹	معدل الغيض الأساس
0.440		0.480		سم ³ سم ⁻³	المحتوى الرطوبي الحجمي عند الإثباع
0.310		0.340			المحتوى الرطوبي الحجمي عند 33 كيلو باسكال
0.130		0.150			المحتوى الرطوبي الحجمي عند 1500 كيلو باسكال
0.180		0.190			الماء لجاهز

جدول (2): بعض الصفات الكيميائية لتربة الحقل قبل الزراعة

موقع القادسية		موقع بابل		الوحدة	الخاصية
0.60-0.30م	0.30-0.0م	0.60-0.30م	0.30-0.0م		
3.7	2.3	2.0	1.6	دسيسيمنز م ⁻¹	الايصالية الكهربائية EC
7.50	7.55	7.38	7.45		درجة التفاعل pH
6.3	8.8	8.2	10.7	غم كغم ⁻¹	المادة العضوية
252	278	263	298		معادن الكربونات
32	28	15	12		الجبس
17.5	18.4	17.2	16.3	سنتي مول شحنة كغم ⁻¹ تربة	السعة التبادلية للأيونات الموجبة
32.5	36.6	37.9	38.1	ملغرام كغم ⁻¹ تربة	النايتروجين الجاهز
13.0	14.1	13.8	15.5		الفسفور الجاهز
150	165	178	190		البوتاسيوم الجاهز
10.2	8.5	12.1	9.3	ملي مول شحنة لتر ⁻¹	الكالسيوم
9.2	7.1	8.1	6.2		المغنيسيوم
1.12	1.27	1.21	1.42		البوتاسيوم
20.80	12.16	8.22	6.83		الصوديوم

8.84	10.90	6.13	7.20		الكبريتات
2.12	2.35	1.10	1.23		البيكربونات
Nil	Nil	Nil	Nil		الكربونات
17.7	14.3	9.4	8.1		الكلوريدات



شكل (1) : المخطط الحقل لتتفيذ التجربة في موقعي الدراسة.

3.2. وصف وتقييم منظومة الري السيحي

تتكون منظومة الري السيحي من مضخة تعمل على البنزين تقوم هذه المضخة بسحب الماء من المصدر المائي (قناة ري مفتوحة مجاورة للحقل)، تدفع المضخة الماء بواسطة انبواب رئيسي ذي قطر 2 انج طوله 50 متر ينقل الماء بدوره الى الوحدات التجريبية بواسطة الانابيب الثانوية ذات قطر 1.5 انج التي بدورها تقوم بتوزيع المياه على الوحدات التجريبية وضعت عليها اقفال للتحكم بفتح وغلق الماء لكل وحدة تجريبية وفلتر لتصفية المياه من الشوائب، وضع مقياس ماء عند بداية الانبواب الرئيسي لتحديد حجم الماء الداخل الى المعاملات. تم معايرة المنظومة باختبار عدة ضغوط تشغيلية هي (100 و 200 و 300) كيلوباسكال وتم اختبار افضل ضغط تشغيلي على اساس الكفاءة والتناسق وكفاءة الارواء وقد تم العمل بالضغط التشغيلي (200) كيلوباسكال.

1. تجانس التوزيع

تجانس التوزيع هو معرفة الانتظام والاختلاف في توزيع المياه عند اضافتها الى الحقل وكلما كان عمق الماء المضاف متقارب في التوزيع كان اكثر تجانس مما ينعكس على كفاءة الارواء. ان تجانس توزيع المياه يقاس عن طريق (معادلة 1) الذي وضعها (Christiansen 1942).

$$UC = \left(1 - \frac{\sum|s|}{M_n}\right) \times 100 \quad (1)$$

إذ أن:

S = الانحراف العددي لعمق المياه عن المعدل (مم) UC = معامل التجانس %

n = عدد مواقع جمع المياه المتساقطة على سطح التربة M = معدل أعماق المياه (مم)

2. كفاية الارواء

تعتبر عن عدد المواقع التي وصل اليها كميات ماء تساوي او تفوق العمق المطلوب والتي وصفها حاجم وباسين (1992).

$$\%Adequacy = \frac{\text{Number of site recived water} \geq NDI}{\text{Total number recived water}} \times 100 \quad (2)$$

3. كفاءة الارواء

تستخدم لقياس مايمسك من الماء المضاف للحقل في المنطقة الجذرية الذي يستعمله النبات وبعبارة اخرى فهي تمثل نسبة كمية المياه المخزونة في المنطقة الجذرية للمحصول في التربة الى كمية المياه الواصلة الى الحقل ويمكن تقديرها باستخدام المعادلة التي وصفها حاجم وباسين (1992).

$$E_a = \frac{W_s}{W_f} \times 100\% \quad (3)$$

W_f = كمية المياه الواصلة الى الحقل.

W_s = كمية المياه التي يتم ضخها من المصدر.

4.2. تقييم نظام الري بالرش

أجريت عدة اختبارات لتقييم تصريف المرشات وتناسق توزيع المياه تحت منظومة الري بالرش. وضعت علب لدائنية (نصف قطرها = 0.20م وارتفاعها = 0.10م) في كل وحدة تجريبية بمشبك 3م×3م، وذلك لجمع المياه المتدفقة منها اثناء تشغيل منظومة الري بالرش. اجريت الاختبارات عند ضغوط تشغيل مختلفة، اذ أختيرت ثلاثة ضغوط تشغيل هي 100 و 150 و 200 كيلو باسكال وقد تم قياس الضغط بواسطة بوساطة مقياس ميكانيكي سعته 1000 كيلو باسكال. قيست كميات المياه المتجمعة في كل علبه لتحديد تصريف المرشات خلال مدة التشغيل البالغة 30 دقيقة. تمت معايرة منظومة الري بالرش عند ضغط تشغيلي 150 كيلوباسكال وذلك لتحقيق افضل تجانس توزيع مياه عند هذا الضغط من خلال جهاز قراءة ضغط الماء.

1. تجانس التوزيع

استخدمت المعادلة رقم (1) المقترحة من قبل Christiansen (1942) لحساب قيمة معامل التناسق Uniformity Coefficient (UC).

2. كفاءة الاضافة

حسبت كفاءة الاضافة (AE) اذ تم حسابها باستخدام المعادلة المذكورة في حاجم وياسين (1992).

$$AE = 100 - (DPL + SSL) \quad (4)$$

اذ ان:

SSL = فواقد الري بالرش (%) ويتم حسابها باستخدام المعادلة رقم (5).

$$SSL = \frac{V_s - V_l}{V_s} \times 100 \quad (5)$$

اذ ان:

V_s = حجم الماء الخارج من المرشة.

V_l = حجم الماء الواصل الى الارض.

اما DPL = فواقد التخلل العميق (%) ويتم حسابها باستخدام المعادلة رقم (6).

$$DPL = \frac{V_{DPL}}{V_s} \times 100 \quad (6)$$

V_{DPL} = حجم ماء التخلل العميق.

3. كفاءة الارواء: حسبت كفاءة الارواء (Adq) باستخدام المعادلة رقم (7).

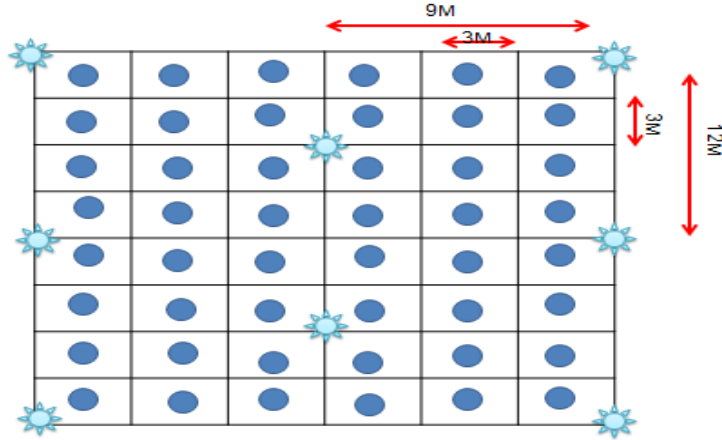
$$Adq = \frac{N_i}{\sum N} \times 100 \quad (7)$$

اذ ان:

N_i = عدد العلب التي تستلم عمق اكبر او مساو لصادفي عمق الريه.

$\sum N$ = مجموع العلب.

وبين الشكل (2) توزيع العلب بمساحة التشبيك 3م×3م لفحص نمط توزيع الماء حول المرشات.



شكل (2): توزيع العلب بمساحة التشبيك 3م×3م لفحص نمط توزيع الماء حول المرشات.

5.2. الزراعة والتسميد وعمليات الخدمة

نفذت التجربة على ارض مساحتها 2726م² أبعادها 58م×47م في كل موقع من مواقع الدراسة (محافظة بابل ومحافظة القادسية)، وحرثت الارض بالمحراث المطرحي القلاب وأجريت عمليات التعديل والتسوية الليزرية. قسم الحقل الى ثلاث قطاعات (المكررات) والمسافة الفاصلة بين تجربتي الري السحي والري بالرش (5م)، وكانت المسافة بين قطاع وآخر (2م) لغرض السيطرة على عمليات الري ومد الانابيب وقسم القطاع الى ست وحدات تجريبية، الوحدة التجريبية الواحدة (7.5م×9م = 67.5م²) والمسافة بين الوحدات التجريبية (1م) عند طريقة الري بالرش و(3م) عند طريقة الري السحي.

زرعت بذور الذرة الصفراء صنف محلي فجر وهجين دراكما بتاريخ 2019/7/25 في حقول موقعي الدراسة بابل والديوانية يدويا على خطوط وبمعدل 12 خط لوح⁻¹ اذ كانت المسافة بين خط وآخر 0.70م والمسافة بين الجور لنفس الخط 0.25م (طريقة الزراعة خطوط في الالواح)، و13 مرز (طريقة زراعة المروز). بالنسبة الى طريقة زراعة المروز فقد تم التمريز بمرازة بعد بلوغ النبات ما يقارب 0.2 م. وقد وضعت بذرتان في كل جورة، تم خف النباتات بترك نبات واحد في الجورة عند وصول ارتفاع النبات الى 0.20م. أستعملت التوصية السمادية لمحصول الذرة الصفراء 200 كغم N(سماد اليوريا 46 % N) و78.5 كغم P (سماد DAP 18% N و23.3% P) و120 كغم K ه⁻¹ (كبريتات البوتاسيوم 41.5 % K)، أضيف سماد DAP وكبريتات البوتاسيوم عند الزراعة وسماد اليوريا على دفعتين، الدفعة الاولى بعد 25 يوماً من الزراعة والدفعة الثانية بعد 60 يوماً وعند بدء مرحلة التزهير(الساووكي، 2000).

أزيلت الاعشاب يدويا عند وصول النباتات الى ارتفاع 0.50م وتمت مكافحة حشرة حفار ساق الذرة *Sesamia cretica* L. وقانيا بمبيد الديازونون المحبب (10% مادة فعالة) وبمقدار 1.25كغم دونم⁻¹ تلقياً في القمة النامية وعلى دفعتين الأولى بعد 20 يوماً من الزراعة والثانية بعد 15 يوماً من المكافحة الأولى، تم الحصاد بعد 112 يوم للسنف المحلي وبعد 119 يوم للسنف الهجين.

6.2. حساب المتطلبات المائية (معادلة التوازن المائي وحساب الاستهلاك المائي الفعلي ET_a)

قدر الاستهلاك المائي الفعلي للذرة الصفراء باستعمال معادلة الموازنة المائية (Allen *et al.*, 1998).

$$(I+P+C) - (ET_a+D+R) = \Delta S \quad (8)$$

إذ إن:

I = عمق ماء الري المضاف (مم).

P = عمق ماء المطر (مم).

C = ارتفاع الماء بالخاصية الشعرية (مم) بافتراضه يساوي صفراً لأن المياه الجوفية عميقة.

ET_a = التبخر نتح الفعلي (مم).

D = عمق ماء البزل (مم) بافتراضه صفراً لأن ضائعات الرش العميق تساوي 0.

R = الجريان السطحي (مم) بافتراضه يساوي 0.

ΔS = التغير في خزين التربة الرطوبي بين بداية ونهاية الموسم.

حسب محتوى الماء الجاهز (A_w) من الفرق بين المحتوى الرطوبي الحجمي عند جهد ماء 33 كيلوباسكال والذي يمثل السعة الحقلية (θ_{fc}) والمحتوى الرطوبي الحجمي عند جهد ماء 1500 كيلوباسكال والذي يمثل نقطة الذبول الدائم (θ_{wp}) على وفق المعادلة الآتية:

$$A_w = \theta_{fc} - \theta_{wp} \quad (9)$$

اذ ان:

A_w = محتوى الماء الجاهز في التربة (سم³ سم⁻³).

θ_{fc} = المحتوى الرطوبي الحجمي عند السعة الحقلية (سم³ سم⁻³).

θ_{wp} = المحتوى الرطوبي الحجمي عند نقطة الذبول الدائم (سم³ سم⁻³).

أحتسب زمن الري لاضافة عمق الماء الواجب اضافته بأستعمال معادلة رقم (10).

$$Q \times t = a \times d \quad (10)$$

اذ ان:

$$Q = \text{التصريف (م}^3\text{ دقيقة}^{-1}\text{)}. \quad t = \text{زمن الارواء (دقيقة).}$$
$$a = \text{المساحة المروية (م}^2\text{)}. \quad d = \text{عمق الماء المضاف (م).}$$

7.2. حاصل الحبوب (كغم هكتار⁻¹)

حصدت (10) نباتات من المرزبين الوسطين من كل وحدة تجريبية عند مرحلة النضج التام للمحصول وفصلت العرانيص عن الجزء الخضري وجففت العرانيص هوائياً، وتم تفريط العرانيص وحسب الوزن الجاف للحبوب بعد تعديل الوزن على اساس رطوبة 15.5% وقدر الانتاج الكلي بحسب ما جاء في الساهوكي (1990).

8.2. انتاجية المياه (كغم م⁻³)

حسبت كفاءة استعمال الماء الحقلية (WUE_f) Field Water Use Efficiency (المعادلة 11) على وفق المعادلة المذكورة

في Allen et al. (1998)

$$WUE_f = \frac{Yield}{Water\ applied} \quad (11)$$

اذ ان:

$$WUE_f = \text{كفاءة استعمال الماء الحقلية (كغم م}^{-3}\text{)}.$$
$$Yield = \text{الحاصل الكلي (كغم هكتار}^{-1}\text{)}.$$
$$Water\ applied = \text{الماء المضاف (م}^3\text{ هكتار}^{-1}\text{)}.$$

3. النتائج والمناقشة

1.3. الاستهلاك المائي الموسمي للذرة الصفراء (مم موسم⁻¹)

1.1.3. التجربة الحقلية المطبقة تحت طريقة الري بالرش

تبين النتائج في الجدولين (3 و4) عوامل معادلة التوازن المائي (معادلة 8) لمعاملة الري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط داخل الألواح) والري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير) // موقع محافظة بابل، اختلفت قيم ET_a باختلاف طريقة الزراعة وكان اعلى استهلاك مائي 587.13 مم موسم⁻¹ عند معاملة الزراعة (خطوط ثم تمرير) والتي أخذت 18 رية و558.38 مم موسم⁻¹ عند معاملة الزراعة (خطوط داخل الألواح) والتي أخذت 17 رية. كما تبين النتائج في الجدولين (5 و6) عوامل التوازن المائي لمعاملة الري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط داخل الألواح) والري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير) // موقع محافظة القادسية، اختلفت قيم ET_a باختلاف طريقة الزراعة وكان اعلى استهلاك مائي 637.62 مم موسم⁻¹ عند معاملة

الزراعة خطوط ثم ترميز (خطوط ثم ترميز) والتي أخذت 19 رية و605.42 مم موسم¹ عند معاملة الزراعة (خطوط داخل الألواح) والتي أخذت 18 رية.

جدول (3): الاستهلاك المائي الكلي وعوامل الموازنة لمعاملة الري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط في الألواح)/ موقع محافظة بابل

رقم الريّة	تاريخ الريّة	فاصلة الارواء	المحتوى الرطوبي قبل الري	عمق المجموع الجذري سم	عمق الماء المضاف (مم)	عمق الارواء / كفاءة الارواء	الخزين المائي (مم)	الامطار	الاستهلاك المائي مم/ريّة
1	2019/07/25	0	0.160	20	36	41.86	20.46	0	62.32
2	2019/07/28	3	0.248	20	18.4	21.39	-0.69	0	20.69
3	2019/07/31	3	0.245	20	19	22.09	-0.46	0	21.62
4	2019/08/03	3	0.243	20	19.4	22.55	0.69	0	23.25
5	2019/08/06	3	0.246	20	18.8	21.86	0.46	0	22.32
6	2019/08/09	3	0.248	20	18.4	21.39	-12.79	0	8.60
7	2019/08/13	4	0.242	30	29.4	34.18	2.09	0	36.27
8	2019/08/18	5	0.248	30	27.6	32.09	0	0	32.09
9	2019/08/23	5	0.248	30	27.6	32.09	0	0	32.09
10	2019/08/29	6	0.248	30	27.6	32.09	-11.16	0	20.93
11	2019/09/05	7	0.247	40	37.2	43.25	0.93	0	44.18
12	2019/09/12	7	0.249	40	36.4	42.32	-1.86	0	40.46
13	2019/09/19	7	0.245	40	38	44.18	1.86	0	46.04
14	2019/09/27	8	0.249	40	36.4	42.32	-10.58	3.4	35.14
15	2019/10/06	9	0.249	50	45.5	52.90	-1.74	1.4	52.56
16	2019/10/14	8	0.246	50	47	54.65	2.90	0	57.55
17	2019/10/23	9	0.251	50	44.5	51.74	-53.25	3.7	2.18
المجموع		90			527.2	613.02	-63.13	8.5	558.38

جدول (4): الاستهلاك المائي الكلي وعوامل الموازنة لمعاملة الري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط ثم
تمريز)/ موقع محافظة بابل

رقم الريه	تاريخ الريه	فاصلة الارواء	المحتوى الرطوبي قبل الري	عمق المجموع الجذري سم	عمق الماء المضاف (مم)	عمق الارواء / كفاءة الارواء	الخيرين المائي (مم)	الامطار	الاستهلاك المائي مم/ريه
1	2019/07/25	0	0.16	20	36	41.86	20.46	0	62.32
2	2019/07/28	3	0.248	20	18.4	21.39	-0.69	0	20.69
3	2019/07/31	3	0.245	20	19	22.09	-0.46	0	21.62
4	2019/08/03	3	0.243	20	19.4	22.55	0.69	0	23.25
5	2019/08/06	3	0.246	20	18.8	21.86	0.46	0	22.32
6	2019/08/09	3	0.248	20	18.4	21.39	-0.46	0	20.93
7	2019/08/13	4	0.246	20	18.8	21.86	-12.32	0	9.53
8	2019/08/17	4	0.242	30	29.4	34.18	2.09	0	36.27
9	2019/08/22	5	0.248	30	27.6	32.09	-0.69	0	31.39
10	2019/08/27	5	0.246	30	28.2	32.79	0.69	0	33.48
11	2019/09/01	5	0.248	30	27.6	32.09	-0.34	0	31.74
12	2019/09/07	6	0.247	30	27.9	32.44	-12.67	0	19.76
13	2019/09/13	6	0.243	40	38.8	45.11	2.32	0	47.44
14	2019/09/20	7	0.248	40	36.8	42.79	-0.46	3.4	45.72
15	2019/09/28	8	0.247	40	37.2	43.25	-9.65	1.4	35.00
16	2019/10/06	8	0.249	50	45.5	52.90	-2.32	0	50.58
17	2019/10/14	8	0.244	50	47	54.65	4.06	0	58.72
18	2019/10/23	9	0.245	50	47.5	55.23	42.60-	3.7	16.33
	المجموع	90			542.3	630.58	89.51-	8.5	13.875

جدول (5). الاستهلاك المائي الكلي وعوامل الموازنة لمعاملة الري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط في الألواح)/ موقع محافظة القادسية

رقم الريّة	تاريخ الريّة	عدد ايام الريّة	المحتوى الرطوبي قبل الري	عمق المجموع الجذري سم	عمق الماء المضاف (مم)	عمق الارواء / كفاءة الارواء	الخزين المائي (مم)	الامطار	الاستهلاك المائي مم/ريّة
1	2019/07/25	0	0.12	20	3.8	44.70	24.47	0	69.17
2	2019/07/27	2	0.224	20	1.72	20.23	-0.23	0	20
3	2019/07/30	3	0.223	20	1.74	20.47	-1.17	0	19.29
4	2019/08/02	3	0.218	20	1.84	21.64	0.94	0	22.58
5	2019/08/05	3	0.222	20	1.76	20.70	0.23	0	20.94
6	2019/08/08	3	0.223	20	1.74	20.470	-12.70	0	7.76
7	2019/08/12	4	0.216	30	2.82	33.17	1.05	0	34.23
8	2019/08/16	4	0.219	30	2.73	32.11	0	0	32.11
9	2019/08/20	4	0.219	30	2.73	32.11	-0.35	0	31.76
1	2019/08/25	5	0.218	30	2.76	32.47	-10.35	0	22.11
11	2019/09/30	5	0.219	40	3.64	42.82	1.88	0	44.70
12	2019/09/05	6	0.223	40	3.48	40.94	0.47	0	41.41
13	2019/10/12	7	0.224	40	3.44	40.47	0.94	0	41.41
14	2019/10/19	7	0.226	40	3.36	39.52	-12.23	0	27.29
15	2019/10/27	8	0.222	50	4.4	51.76	-1.17	2.7	53.28
16	2019/10/05	8	0.22	50	4.5	52.94	2.94	0	55.88
17	2019/10/13	8	0.225	50	4.25	50	-4.70	0	45.29
18	2019/10/22	9	0.217	50	4.65	54.70	-38.52	0	16.18
	المجموع	89			55.36	651.29	-48.50	2.7	.42605

جدول (6): الاستهلاك المائي الكلي وعوامل الموازنة لمعاملة الري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير)/ موقع محافظة القادسية

رقم الريه	تاريخ الريه	فاصله الارواء	المحتوى الرطوبي قبل الري	عمق المجموع الجذري سم	عمق الماء المضاف (مم)	عمق الارواء كفاءة الارواء	الخبزين المائي (مم)	الامطار	الاستهلاك المائي مم/ريه
1	2019/07/25	0	0.12	20	3.8	44.70	24.47	0	69.17
2	2019/07/27	2	0.224	20	1.72	20.23	-0.23	0	20
3	2019/07/30	3	0.223	20	1.74	20.47	-1.176	0	19.29
4	2019/08/02	3	0.218	20	1.84	21.64	0.94	0	22.58
5	2019/08/05	3	0.222	20	1.76	20.70	0.47	0	21.17
6	2019/08/08	3	0.224	20	1.72	20.23	-12.23	0	8
7	2019/08/12	4	0.218	30	2.76	32.47	0.35	0	32.82
8	2019/08/16	4	0.219	30	2.73	32.11	-0.35	0	31.76
9	2019/08/21	5	0.218	30	2.76	32.47	1.41	0	33.88
10	2019/08/26	5	0.222	30	2.64	31.05	1.05	0	32.11
11	2019/09/31	5	0.225	30	2.55	30	-10	0	20
12	2019/10/05	5	0.225	40	3.4	40	-0.94	0	39.05
13	2019/09/10	5	0.223	40	3.48	40.941	0	0	43.64
14	2019/10/15	5	0.223	40	3.48	40.94	0	0	40.94
15	2019/10/21	6	0.223	40	3.48	40.94	-9.05	0	31.88
16	2019/10/28	7	0.225	50	4.25	50	-1.76	0	48.23
17	2019/10/05	7	0.222	50	4.4	51.76	0.58	2.7	55.05
18	2019/10/13	8	0.223	50	4.35	51.17	-3.52	0	47.64
19	2019/10/22	9	0.217	50	4.65	54.70	-31.61	0	23.09
	المجموع	89				676.58	-41.59	2.7	62.376

2.1.3. التجربة الحقلية المطبقة تحت طريقة الري السيجي

تبين النتائج في الجدولين (7 و 8) عوامل التوازن المائي لمعاملة الري السيجي وطريقة الزراعة (خطوط في الألواح) والري السيجي وطريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير)/ موقع محافظة بابل، اختلفت قيم ET_a باختلاف طريقة الزراعة وكان اعلى استهلاك مائي 668.79 مم موسم¹ عند معاملة الزراعة (خطوط في الألواح) والتي أخذت 13 رية و623.33 مم موسم¹ عند معاملة الزراعة (خطوط ثم تمرير) والتي أخذت 14 رية. كما تبين النتائج في الجدولين (9 و 10) عوامل معادلة التوازن المائي لمعاملة الري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط في الألواح) والري بالرش وطريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير)/ موقع محافظة القادسية، اختلفت قيم ET_a باختلاف طريقة الزراعة وكان اعلى استهلاك مائي 731.27 مم موسم¹ عند معاملة الزراعة (خطوط في الألواح) والتي أخذت 14 رية و691.45 مم موسم¹ عند معاملة الزراعة (خطوط ثم تمرير) والتي أخذت 15 رية.

جدول (7): الاستهلاك المائي الكلي وعوامل الموازنة لمعاملة الري السيجي وطريقة الزراعة (خطوط داخل

الألواح)/ موقع محافظة بابل

رقم الرية	تاريخ الرية	فاصلة الارواء	المحتوى الرطوبي قبل الري	عمق المجموع الجذري سم	عمق الماء المضاف (مم)	عمق الارواء / كفاءة الارواء	الخزين المائي (مم)	الامطار	الاستهلاك المائي مم/رية
1	2019/07/25	0	0.160	20	36	52.94	26.17	0	79.11
2	2019/07/28	3	0.249	20	18.2	26.76	-1.76	0	25
3	2019/08/01	4	0.243	20	19.4	28.52	-13.82	0	14.70
4	2019/08/06	5	0.244	30	28.8	42.35	0.88	0	43.23
5	2019/08/12	6	0.246	30	28.2	41.47	-2.20	0	39.26
6	2019/08/19	7	0.241	30	29.7	43.67	-14.55	0	29.11
7	2019/08/27	8	0.241	40	39.6	58.23	2.94	0	61.17
8	2019/09/04	8	0.246	40	37.6	55.29	-0.58	0	54.70
9	2019/09/13	9	0.245	40	38	55.88	-12.5	0	43.38
10	2019/09/22	9	0.247	50	46.5	68.38	-3.67	0	64.70
11	2019/10/02	10	0.242	50	49	72.05	-12.64	3.4	62.81
12	2019/10/12	10	0.244	60	57.6	84.70	-2.64	1.4	83.45
13	2019/10/23	11	0.241	60	59.4	87.35	-22.94	3.7	68.11
	المجموع	90				717.64	-57.35	8.5	668.79

جدول (8): الاستهلاك المائي الكلي وعوامل الموازنة لمعاملة الري السحي وطريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير)/ موقع محافظة بابل

رقم الريّة	تاريخ الريّة	فاصلة الارواء	المحتوى الرطوبي قبل الري	عمق المجموع الجذري سم	عمق الماء المضاف (مم)	عمق الارواء / كفاءة الارواء	الخزين المائي (مم)	الامطار	الاستهلاك المائي مم/ريّة
1	2019/07/25	0	0.16	20	3.6	52.94	26.17	0	79.11
2	2019/07/28	3	0.249	20	1.82	26.76	-1.76	0	25
3	2019/08/01	4	0.243	20	1.94	28.52	0.29	0	28.82
4	2019/08/06	5	0.244	20	1.92	28.23	-8.56	0	19.67
5	2019/08/11	5	0.248	30	2.76	36.8	0	0	36.80
6	2019/08/17	6	0.248	30	2.76	36.8	-0.4	0	36.40
7	2019/08/24	7	0.247	30	2.79	37.2	-11.33	0	25.86
8	2019/08/31	7	0.249	40	3.64	48.53	-1.6	0	46.93
9	2019/09/07	7	0.246	40	3.76	50.13	1.06	0	51.2
10	2019/09/15	8	0.248	40	3.68	49.06	-12.26	0	36.8
11	2019/09/24	9	0.248	50	4.6	61.33	-0.66	3.4	64.06
12	2019/10/04	10	0.247	50	4.65	62	-12.4	1.4	51
13	2019/10/13	9	0.247	60	5.58	74.4	-2.4	0	72
14	2019/10/23	10	0.244	60	5.76	76.8	-30.84	3.7	49.65
	المجموع	90				669.53	-54.70	8.5	623.33

جدول (9): الاستهلاك المائي الكلي وعوامل الموازنة لمعاملة الري السيجي وطريقة الزراعة (خطوط داخل الألواح) / موقع محافظة القادسية

رقم الري	تاريخ الري	فاصلة الارواء	المحتوى الرطوبي قبل الري	عمق المجموع الجذري سم	عمق الماء المضاف (مم)	عمق الارواء / كفاءة الارواء	الخزين المائي (مم)	الامطار	الاستهلاك المائي / مم/ريية
1	2019/07/25	0	0.12	20	3.8	57.14	30.07	0	87.21
2	2019/07/28	3	0.22	20	1.8	27.06	0	0	27.06
3	2019/07/31	3	0.22	20	1.8	27.06	-14.43	0	12.63
4	2019/08/04	4	0.218	30	2.76	41.50	1.80	0	43.30
5	2019/08/09	5	0.222	30	2.64	39.69	0.45	0	40.15
6	2019/08/15	6	0.223	30	2.61	39.24	-15.48	0	23.75
7	2019/08/21	6	0.219	40	3.64	54.73	0	0	54.73
8	2019/08/28	7	0.219	40	3.64	54.73	0.60	0	55.33
9	2019/09/05	8	0.22	40	3.6	54.13	-16.54	0	37.59
10	2019/09/13	8	0.216	50	4.7	70.67	1.50	0	72.18
11	2019/09/22	9	0.218	50	4.6	69.17	1.50	0	70.67
12	2019/10/01	9	0.22	50	4.5	67.66	-15.33	2.7	55.03
13	2019/10/11	10	0.218	60	5.52	83.00	-1.80	0	81.20
14	2019/10/22	11	0.216	60	5.64	84.81	-14.43	0	70.37
	المجموع	89			51.25	770.67	-42.10	2.7	731.27

جدول (10): الاستهلاك المائي الكلي وعوامل الموازنة لمعاملة الري السحي وطريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير)/ موقع محافظة القادسية

رقم الريّة	تاريخ الريّة	فاصلة الارواء	المحتوى الرطوبي قبل الري	عمق المجموع الجذري سم	عمق الماء المضاف (مم)	عمق الارواء / كفاءة الارواء	الذخزين المائي (مم)	الامطار	الاستهلاك المائي مم/ريّة
1	2019/07/25	0	0.12	20	3.8	57.14	30.07	0	87.21
2	2019/07/28	3	0.22	20	1.8	27.06	0	0	27.06
3	2019/07/31	3	0.22	20	1.8	27.06	-14.43	0	12.63
4	2019/08/03	3	0.218	30	2.76	41.50	3.69	0	45.19
5	2019/08/07	4	0.218	30	2.76	37.80	0.82	0	38.63
6	2019/08/12	5	0.22	30	2.7	36.98	-2.05	0	34.93
7	2019/08/18	6	0.215	30	2.85	39.04	-9.17	0	29.86
8	2019/08/25	7	0.222	40	3.52	48.21	-2.73	0	45.47
9	2019/09/01	7	0.217	40	3.72	50.95	2.73	0	53.69
10	2019/09/08	7	0.222	40	3.52	48.21	-12.73	0	35.47
11	2019/09/16	8	0.221	50	4.45	60.95	0.68	0	61.64
12	2019/09/25	9	0.222	50	4.4	60.27	-16.16	2.7	46.80
13	2019/10/03	8	0.223	50	4.35	59.58	-13.56	0	46.02
14	2019/10/12	9	0.217	60	5.58	76.43	3.28	0	79.72
15	2019/10/22	10	0.221	60	5.34	73.15	-26.09	0	47.05
	المجموع	89			53.35	744.42	-55.66	2.7	691.45

من خلال النتائج في الجداول (3 و4 و5 و6 و7 و8 و9 و10) نلاحظ اختلاف قيم ETa باختلاف نظم الري والزراعة، اذ كان اعلى استهلاك مائي عند معاملة الري السحي وطريقة زراعة (خطوط في الألواح) في محافظة بابل بلغ 668.79 مم موسم¹ وبواقع 13 ريّة، في حين كان اقل استهلاك مائي عند معاملة الري بالرش وطريقة زراعة (خطوط في الألواح) بلغ 558.38 مم موسم¹ وبواقع 17 ريّة، مما يشير الى ان ETa قد انخفض بنسبة 16.50% في حين كانت نسبة الانخفاض في طريقة الري السحي وطريقة زراعة (خطوط ثم تمرير) (623.33 مم موسم¹ وبعدها 14 ريّة) والري بالرش وطريقة زراعة (خطوط ثم تمرير) (587.16 مم موسم¹ وبعدها 18 ريّة) قد بلغت (6.79 و12.20)% قياسا بنظام الري السحي والزراعة (خطوط في الألواح) (668.79 مم موسم¹). كما بلغ اعلى استهلاك مائي لموقع القادسية عند نظام الري السحي والزراعة (خطوط في الألواح) بلغ (731.27 مم موسم¹ وبواقع 14 ريّة)، واقل استهلاك مائي عند نظام الري بالرش والزراعة

(خطوط في الألواح) 605.42 مم موسم¹ وبعدها ريات 18 رية) مما يشير الى ان ETa قد انخفض بنسبة 17.20%. في حين كانت نسبة الانخفاض في طريقة الري السحي وطريقة زراعة (خطوط ثم تمرير) (691.69 مم موسم¹ وبعدها ريات 15 رية) والري بالرش وطريقة زراعة (خطوط ثم تمرير) (637.92 مم موسم¹ وبعدها ريات 19 رية) قد بلغت (5.41 و 12.76)% قياسا بنظام الري السحي والزراعة (خطوط في الألواح) (731.27 مم موسم¹). ويعود السبب في ذلك الى طريقة الري المتبعة وما حققته من كفاءة عالية اذ ان الري بالرش يوزع الماء بشكل متجانس اكثر مما هو عليه للري السحي، كما ان الري السحي اكثر عرضة للتبخر من سطح التربة، كذلك تقارب وزيادة عدد الريات للري بالرش دور هام في المحافظة على رطوبة دائمة. كما ان انخفاض الاستهلاك المائي في طريقة الري بالرش مقارنة بطريقة الري السحي ولكلا موقعي تنفيذ التجربة يعود الى الفرق في كمية الماء المضاف، اذ كانت اكبر في كل رية لطريقة الري السحي مقارنة بالري بالرش ويعود ذلك الى الاختلاف في كفاءة الارواء والتي بلغت (86 و 84.5)% للري بالرش للموقعين بابل والقادسية على الترتيب، فضلا عن ان تناسق الارواء وكفاءته أعلى لطريقة الري بالرش مقارنة بالري السحي. كما ان الري بالرش يولد تماس مباشر للماء مع النبات عن طريق رش الماء على النبات مباشرة مما يقلل من كمية المياه الممتصة من التربة وترطيب النباتات وتقليل النتح من الثغور (كنجو واخرون، 2019; Isla et al., 2020; Valentin et al., 2020).

اما دور طريقة الزراعة في قيم الاستهلاك المائي الموسمي للذرة الصفراء، فقد اختلفت كمية الاستهلاك المائي الفعلي للنبات باختلاف طريقة الزراعة، اذ نلاحظ ان قيم ETa كانت اعلى لطريقة الألواح بقيم (668.79 و 731.27) مم موسم¹ مقارنة بطريقة المروز التي بلغت (623.33 و 691.45) مم موسم¹ وبنسبة انخفاض بلغت (6.79 و 5.44)% لمحافظة بابل والقادسية على الترتيب. بينما للري بالرش نلاحظ ان قيم الاستهلاك المائي الفعلي ETa بلغت (587.13 و 637.62) مم موسم¹ لطريقة المروز واعلى منه للألواح التي بلغت (558.38 و 605.42) مم موسم¹ وبنسبة زيادة (5.14 و 5.31)% لمحافظة بابل والقادسية على الترتيب. بالنسبة لطريقة الزراعة فقد اختلفت في زيادة وخفض الاستهلاك المائي، فقد كانت في المروز اقل استهلاكاً من طريقة زراعة (خطوط في الألواح) عند الري السحي وعكس ذلك مع طريقة الري بالرش اذ كانت المروز اكثر استهلاكاً مقارنة (خطوط في الألواح). ويعود ذلك الى انه في طريقة الري بالمروز يتم اختزال جزء من مساحة اللوح كونها لا تتربط، اما في طريقة الري بالرش فيعتمد مبدأ الري بشكل قطري دون اختزال المساحة ولا تتجمع كميات مياه عالية داخل المروز مما تحافظ على وجود كميات مياه لمدد اطول. اضافة الى ذلك فان تجهيز الماء المستمر طيلة موسم النمو اعتمد على تداخل طريقة الري والزراعة اكثر مما هو عليه لصف المحصول الذي لم يشكل فارق في الاستهلاك المائي سوى بمدة النمو. اذ ان عملية الري الى جانب طريقة الزراعة بالمروز (الألواح ثم تمرير) تعمل على تقليل التبخر بنسبة كبيرة من سطح التربة من خلال طريقة اضافة الماء الذي يقلل ابتلال الطبقة السطحية فيكون نفوذ الماء في الطبقة السفلى المقاربة للجذر، اما عند طريقة الري بالرش يكون توزيع الماء خارج وداخل قاع المروز دون خفض مساحة الابتلال مما يسهم بايصال كميات اعلى مما هو عليه في طريقة زراعة الألواح.

كما يلاحظ اختلاف الاستهلاك المائي الكلي بين موقعي الدراسة ولجميع المعاملات، اذ بلغ عند طريقة الري بالرش (558.38 و 587.13) مم موسم¹ لطريقة زراعة الألواح والمروز على الترتيب في موقع محافظة بابل، وبلغ (605.42 و 637.62) مم موسم¹ لطريقة زراعة الألواح والمروز في موقع محافظة القادسية وبنسبة زيادة بلغت (8.42 و 8.59)%. اما

عند طريقة الري السحي فقد بلغت قيم ETa (668.79 و 623.33) مم موسم¹ عند طريقتي الزراعة بالألواح والمروزر على الترتيب عند موقع محافظة بابل و(731.27 و 691.45) مم موسم¹ عند طريقة زراعة الألواح والمروزر على الترتيب عند موقع محافظة القادسية وبنسب زيادة بلغت (9.34 و 10.92)% ويعود السبب في ذلك الى الاختلاف في العوامل المناخية والغطاء الخضري المحيط بمنطقة الدراسة، اذ كانت تجربة موقع محافظة بابل اكثر غطاء خضري محيط بأرض التجربة، اضافة الى صفات التربة في موقعي الدراسة وملوحة ماء الري (الجدول 1 و 2 و 3) دور في زيادة الاستهلاك المائي اذ ان زيادة ملوحة مياه وتربة القادسية مقارنة بمحافظة بابل يساهم بشكل مباشر في زيادة الاستهلاك المائي الفعلي ETa، كما ان زيادة نسبة مفصول الطين في موقع التجربة المنفذة في محافظة بابل أعلى مما في محافظة القادسية الذي اسهم زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة.

2.3. حاصل الحبوب

يبين الجدول (11) تأثير طرق الري والزراعة وصنف النبات في حاصل الحبوب لمحصول الذرة الصفراء خلال الموسم الزراعي 2019 في موقع محافظة بابل. اذ يلاحظ وجود فروق معنوية في حاصل الحبوب نتيجة اختلاف نظام الري، اذ بلغ حاصل الحبوب (10.17) ميكاغرام هـ⁻¹ و(8.99) ميكاغرام هـ⁻¹ عند نظام الري بالرش والري السحي، على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (13.12)%. كما يبين الجدول (11) هنالك فروق معنوية بين متوسط حاصل الحبوب تحت معاملات طرق الزراعة المختلفة، اذ كانت اعلى قيمة لطريقة زراعة المروزر (خطوط ثم تمرير) بلغت (10.15) ميكاغرام هـ⁻¹ واقل قيمة لطريقة زراعة (خطوط في الألواح) (9.01) ميكاغرام هـ⁻¹ بنسبة انخفاض بلغت (11.23)%. كما تفوقت معاملة الصنف الهجين في قيم حاصل الحبوب (10) ميكاغرام هـ⁻¹ مقارنة بالصنف المحلي (9.16) ميكاغرام هـ⁻¹ وبنسبة انخفاض (8.40)% لموقع محافظة بابل.

يبين الجدول (11) تأثير طرق الري والزراعة وصنف النبات في حاصل الحبوب لمحصول الذرة الصفراء خلال الموسم الزراعي 2019 في موقع محافظة القادسية. اذ بلغ حاصل الحبوب (8.28) ميكاغرام هـ⁻¹ و(7.75) ميكاغرام هـ⁻¹ عند نظام الري بالرش والري السحي، على الترتيب وبنسبة زيادة بلغت (6.83)%. كما يبين الجدول (11) هنالك فروق معنوية بين متوسط حاصل الحبوب تحت معاملات طرق الزراعة المختلفة، اذ كان اعلى متوسط عند طريقة زراعة المروزر (خطوط ثم تمرير) (8.37) ميكاغرام هـ⁻¹ واقل متوسط عند طريقة زراعة (خطوط في الألواح) (7.66) ميكاغرام هـ⁻¹ بنسبة انخفاض بلغت (8.48)%. كما تفوقت معاملة الصنف الهجين في قيم حاصل الحبوب (8.47) ميكاغرام هـ⁻¹ مقارنة بالصنف المحلي (7.56) ميكاغرام هـ⁻¹ وبنسبة انخفاض (10.74)% لموقع محافظة القادسية. كما تبين النتائج تفوق موقع التجربة المنفذة في بابل على موقع القادسية، اذ بلغ متوسط حاصل الحبوب في محافظة بابل (9.58) ميكاغرام هـ⁻¹ مقارنة بموقع القادسية (8.02) ميكاغرام هـ⁻¹ وبنسبة انخفاض (16.28)%.

جدول (11): تأثير نظم الري والزراعة وصنف النبات في حاصل حبوب الذرة الصفراء خلال الموسم الزراعي 2019 في موقعي محافظة بابل والقادسية

موقع القادسية				موقع بابل					
الري × الزراعة	الاصناف		طريقة الزراعة	طريقة الري	الري × الزراعة	الاصناف		طريقة الزراعة	طريقة الري
	هجين	محلي				هجين	محلي		
7.59	7.64	7.55	خطوط	سيحي	8.48	8.74	8.22	خطوط	سيحي
7.90	8.40	7.40	مروز		9.50	9.71	9.29	مروز	
7.73	8.19	7.27	خطوط	الرش	9.54	10.05	9.04	خطوط	الرش
8.84	9.64	8.04	مروز		10.79	11.49	10.10	مروز	
0.047	0.074		LSD الري × الزراعة × الاصناف		0.16	0.17		LSD الري × الزراعة × الاصناف	
LSD الري×الزراعة	8.47	7.56	متوسطات الاصناف		LSD الري×الزراعة	10.00	9.16	متوسطات الاصناف	
	0.04		LSD الاصناف			0.05		LSD الاصناف	
الري × الاصناف				الري × الاصناف					
متوسطات الري	هجين	محلي	الري		متوسطات الري	هجين	محلي	الري	
7.75	8.02	7.47	ري سيحي		8.99	9.23	8.75	ري سيحي	
8.28	8.92	7.65	ري بالرش		10.17	10.77	9.57	ري بالرش	
0.03	0.05		LSD الري×الاصناف		0.16	0.16		LSD الري × الاصناف	
طريقة الزراعة × الاصناف				طريقة الزراعة × الاصناف					
متوسطات طريقة الزراعة	هجين	محلي	طريقة الزراعة		متوسطات طريقة الزراعة	هجين	محلي	طريقة الزراعة	
7.66	7.92	7.41	خطوط		9.01	9.39	8.63	خطوط	
8.37	9.02	7.72	مروز		10.15	10.60	9.69	مروز	
0.04	0.05		LSD الزراعة×الاصناف		0.08	0.08		LSD الزراعة×الاصناف	
8.02			متوسط موقع القادسية		9.58			متوسط موقع بابل	
LSD الموقع = 0.07									

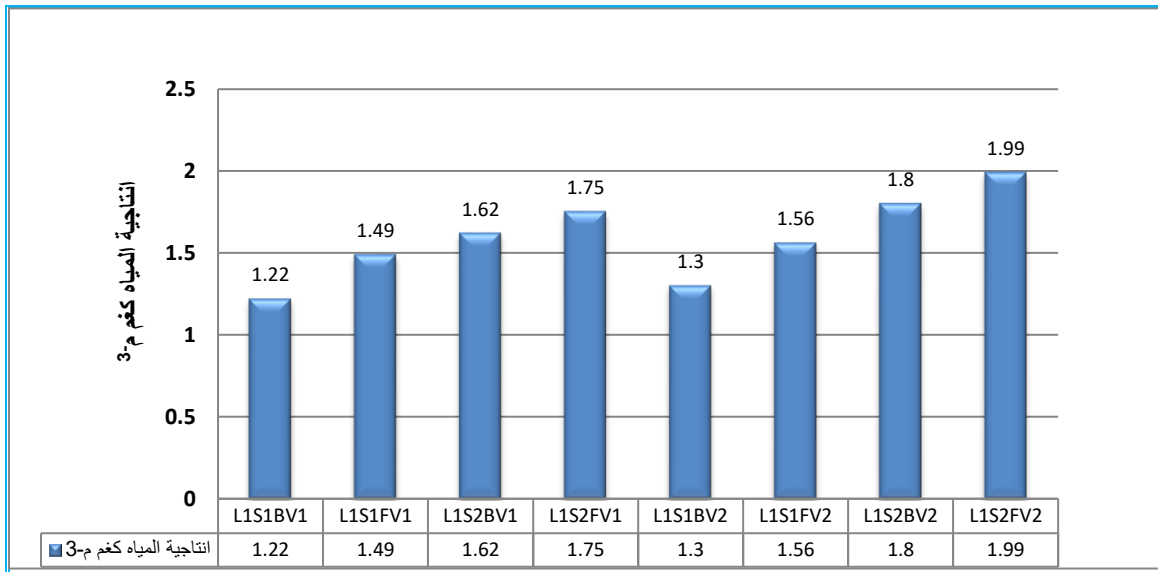
ان زيادة متوسطات صفات الحاصل عند الري بالرش يعود الى كفاءة اضافة ماء الري عند نظام الري بالرش (86) و(84.5)% للموقعين بابل والقادسية على الترتيب مما ادى الى اضافة الماء بشكل متناسق ومتجانس لايصال رطوبة التربة الى السعة الحقلية وسد حاجة النبات، او قد يعود السبب الى ان توفر الرطوبة المناسبة وعدم حصول اجهاد مائي خلال مراحل نمو النبات ادى الى زيادة وزن البذور وحاصل الحبوب والحاصل البيولوجي وبالتالي دليل الحصاد خصوصا عندما تعمل طريقة الري بالرش على ترطيب كامل النبات التي تعمل على زيادة كفاءة الاوراق في عملية التمثيل الكربوني وزيادة انتقال المواد المصنعة في الاوراق وانتقالها للحبوب، اذ ان وزن الحبة ودرجة امتلائها يتحدد بدرجة كبيرة بكمية المياه المتوفرة بشكل متيسر للامتصاص من قبل النبات لان الماء يؤدي دورا مهما في زيادة تراكم المادة الجافة للحبوب. كما وقد يعزى تفوق طريقة الري بالرش على الري السحي الى دور الري السحي في تعريض جزء من العناصر الغذائية في التربة الى الغسل والفقد نتيجة الغمر. كما تعزى الزيادة في مؤشرات الحاصل الى تفوق طريقة الري بالرش في تحسين الصفات المورفولوجية من مؤشرات النمو الخضري مما زاد من تلك المعايير نتيجة تأثرها في صفات الحاصل.

3.3. انتاجية المياه

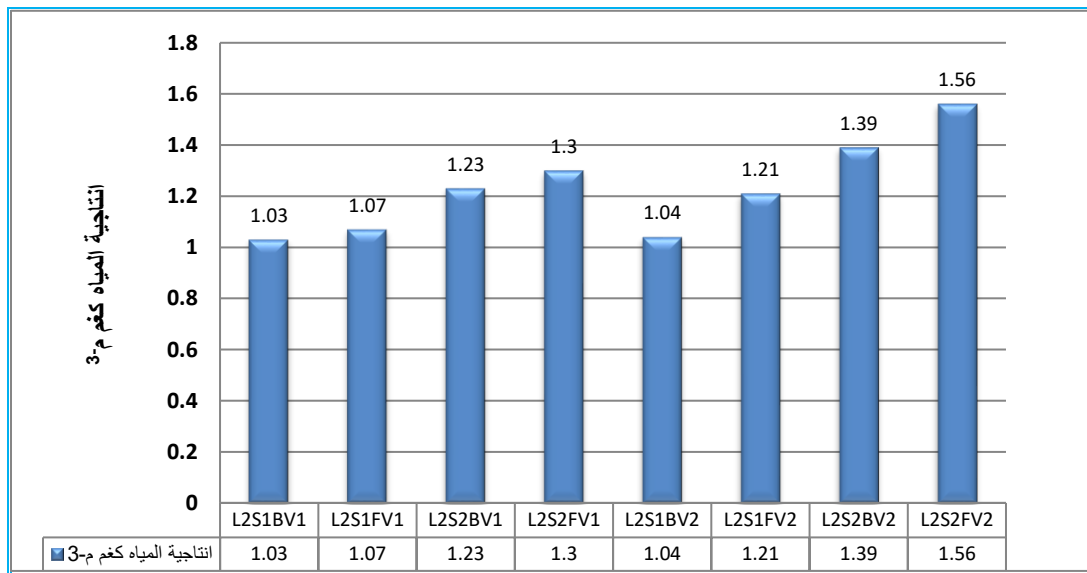
يبين الشكل (3) تأثير طرق الري والزراعة وصنف المحصول في انتاجية المياه (كغم م⁻³) لمحصول الذرة الصفراء خلال الموسم الزراعي 2019 في موقع محافظة بابل. نلاحظ تفوق انتاجية المياه لمعاملة الري بالرش وزراعة المروز للصنف الهجين (1.99) كغم م⁻³ تلتها معاملة الري بالرش وزراعة الخطوط للصنف الهجين (1.8) كغم م⁻³ ثم معاملة الري بالرش وزراعة المروز للصنف المحلي (1.75) كغم م⁻³ ثم معاملة الري بالرش وزراعة المروز للصنف المحلي بواقع (1.62) كغم م⁻³. اما بالنسبة لطريقة الري السحي فقد بلغت اعلى انتاجية للمياه عند معاملة زراعة المروز للصنف الهجين (1.56) كغم م⁻³، تلتها معاملات الري السحي وزراعة المروز للصنف المحلي وزراعة الخطوط للصنف الهجين وزراعة الخطوط للصنف المحلي والتي بلغت 1.49 و 1.30 و 1.22 كغم م⁻³ على الترتيب. وبلغت نسبة الزيادة في متوسط انتاجية المياه لمعاملة الري بالرش (28.7)% قياسا بمعاملة الري السحي. كما تفوقت طريقة زراعة المروز (خطوط ثم تمرير) على طريقة الزراعة (خطوط في الألواح) وبنسبة زيادة (14.1)% . كذلك تفوق متوسط انتاجية المياه للصنف الهجين لمحصول الذرة الصفراء بنسبة زيادة (9.2)% مقارنة بالصنف المحلي للذرة الصفراء في محافظة بابل.

يبين الشكل (4) تأثير طرق الري والزراعة وصنف المحصول في انتاجية المياه (كغم م⁻³) لمحصول الذرة الصفراء خلال الموسم الزراعي 2019 في موقع محافظة القادسية. نلاحظ تفوق انتاجية المياه لمعاملة الري بالرش وزراعة المروز للصنف الهجين (1.56) كغم م⁻³ تلتها معاملة الري بالرش وزراعة الخطوط للصنف الهجين (1.39) كغم م⁻³ ثم معاملة الري بالرش وزراعة المروز للصنف المحلي (1.30) كغم م⁻³ ثم معاملة الري بالرش وزراعة الخطوط للصنف المحلي (1.23) كغم م⁻³. اما بالنسبة لطريقة الري السحي فقد بلغت اعلى انتاجية مياه عند معاملة زراعة المروز للصنف الهجين (1.21) كغم م⁻³ تلتها معاملات الري السحي وزراعة المروز للصنف المحلي وزراعة الخطوط للصنف الهجين وزراعة الخطوط للصنف المحلي وبلغت (1.07 و 1.04 و 1.03) كغم م⁻³ على الترتيب وبلغت نسبة الزيادة في متوسط انتاجية المياه لمعاملة الري بالرش (26.8)% قياسا بمعاملة الري السحي. كما تفوقت طريقة زراعة المروز (خطوط ثم تمرير) على طريقة زراعة (خطوط في الألواح)

وبنسبة زيادة (9.4)%. كذلك تفوق متوسط انتاجية المياه للصنف الهجين لمحصول الذرة الصفراء بنسبة زيادة (8.6)% مقارنة بالصنف المحلي للذرة الصفراء في محافظة القادسية.



شكل (3): تأثير نظم الري والزراعة وصنف المحصول في انتاجية المياه للذرة الصفراء في محافظة بابل.



شكل (4): تأثير نظم الري والزراعة وصنف المحصول في انتاجية المياه للذرة الصفراء في محافظة القادسية.

تعزى الزيادة في انتاجية المياه عند طريقة الري بالرش الى اختزال كمية المياه المضافة مقارنة بالري السحي، اضافة الى ان الري السحي يساهم بزيادة كمية مياه الري المضافة بسبب كميات المياه الضائعة بالتسرب او التبخر مما يسبب انخفاض

في انتاجية المياه، فضلا عن الفارق الذي سجلته طريقة الري بالررش لحاصل الحبوب عند تفوقها بنسبة (13.12 و 6.83)% على طريقة الري السيجي لبابل والقادسية على الترتيب. ويعود السبب في تفوق طريقة زراعة المروز الى اختزال كمية المياه المضافة مقارنة بزراعة الخطوط فضلا عن زيادة حاصل الحبوب للذرة الصفراء ومن ثم زيادة انتاجية المياه، مما يعني ان زراعة المروز اسلوب زراعة ناجح اذ زاد من كفاءة انتاجية مياه الري من خلال تقليل كمية الماء المضاف وزيادة الحاصل مما زاد من كفاءة الري فضلا عن زراعة المروز تعتمد على الابتلال الجزئي وانخفاض فواقد التبخر وانخفاض الجريان السطحي. فضلا عن زيادة امتصاص العناصر الغذائية مما يسبب زيادة في تجهيز العناصر الغذائية وبالتالي زيادة نشاط وحيوية النبات مما يدفعه الى تحقيق افضل انتاج في الحاصل (Sarkar et al., 2019). ان لصنف النبات تأثير في انتاجية المياه اذ ادى ذلك الى تفوق الصنف الهجين ويعزى ذلك الى انخفاض الاحتياج المائي للصنف الهجين مقارنة بالصنف المحلي اضافة الى الزيادة الملحوظة في كمية الحاصل بتفوق الصنف الهجين مقارنة بالصنف المحلي بزيادة بلغت (8.40 و 10.74) % لمحافظة بابل والقادسية على الترتيب.

ان سبب الاختلاف في انتاجية المياه بين موقعي الدراسة في محافظة بابل ومحافظة القادسية يعود الى ان تربة موقع القادسية ذات نسجة اكثر خشونة مما يقلل من قابليتها على حفظ ومسك المياه مما يؤدي الى فقد الماء المضاف اكثر ويقل المحتوى الرطوبي في التربة مقارنة مع تربة محافظة بابل، كما ان الاختلاف في مناخ موقع الدراسة وارتفاع درجات الحرارة في محافظة القادسية مقارنة مع محافظة بابل يؤثر بدوره في نمو النبات وانخفاض مردود الحاصل الكلي مقارنة مع كمية مياه الري المستعملة والتي كانت في محافظة القادسية اعلى مما هو عليه في بابل.

4. الاستنتاجات

1. قلل استخدام نظام الري بالررش الاستهلاك المائي الفعلي مقارنة بالري السيجي وطريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير) مقارنة بطريقة الزراعة (خطوط في الالواح) كما اختلف الاستهلاك المائي باختلاف موقع الدراسة اذ كان اقل في محافظة بابل مقارنة بمحافظة القادسية.
2. اعطت معاملة الري بالررش وزراعة المروز للصنف الهجين في موقع محافظة بابل اعلى حاصل بينما اعطت معاملة الري السيجي وطريقة زراعة خطوط في الالواح للصنف المحلي لمحافظة القادسية اقل حاصل.
3. اعطت طريقة الزراعة (خطوط ثم تمرير) كفاءة في خفض قيمة الاستهلاك المائي الفعلي لاعتمادها مبدأ اختزال مساحة معينة من الوحدة التجريبية اضافة الى رفع كفاءة الارواء اكثر مما هو عليه لطريقة زراعة (خطوط في الالواح)، عكس نظام الري بالررش التي زاد الاستهلاك المائي الفعلي في طريقة زراعة (خطوط ثم تمرير) كونها تعتمد مبدأ الرش على اساس قطري دون وجود اختزال في مساحة الوحدة التجريبية.
4. اثرت عملية التمرير بعد مرور فترة من الزراعة في اضافة جذور اضافية تساعد في امتصاص الماء والعناصر الغذائية وبالتالي زيادة كمية الحاصل.

المصادر

الساهوكي، مدحت مجيد، 1990، الذرة الصفراء أنتاجها وتحسينها، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.

الساهوكي، مدحت مجيد، 2000، أرشادات في زراعة الذرة الصفراء، مركز إباء للأبحاث الزراعية، بغداد، جمهورية العراق
حاجم، احمد يوسف وحقي اسماعيل ياسين، 1992، هندسة نظم الري الحقلي، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.

كنجو، علي كنجو، جميل عباس، ربيع زينة و نيفين حسون، 2019، دراسة كفاءة استخدام المياه باختلاف معاملات الري بالرش على بعض الصفات الانتاجية للذرة الصفراء، جامعة تشرين مجلة العلوم البيولوجية، العدد. (5)41.

AL-Lami, A.A.A.A., AL-Rawi, S.S and Ati, A.S., 2023, Evaluation of the AquaCrop model performance and the impact of future climate changes on potato production under different soil management systems, *Iraq Journal of Agricultural Sciences*, 54(1), pp.253-267.

Allen, R. G., Pereira L.S., Raes, D., and Smith M. ,1998, *Crop evapotranspiration, Irrigation and Drainage Paper N. 56. FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy.*

Ati, A.S., Hassan, A., Abd-Aljabar, S., Salah, A., 2017, Role of bio fertilization on wheat and water productivity under water scarcity, *Pakistan journal biotechnology*, 14(4): 521-525.

Black, G. R. ,1965, Bulk density, In Black, C.A. (ed). *Methods of Soil Analysis*, part 1, *American Society of Agronomy*.

Christiansen, J. E. ,1942, *Irrigation by sprinkling* (Vol. 4). Berkeley: University of California, ESCWA, ACSAD and GIZ (United Nations Economic and Social Commission for Western Asia; Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands; Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). 2019. Integrated Vulnerability Assessment: Arab Regional Applications. RICCAR Technical Note. Published by United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA). Beirut. E/ESCWA/SDPD/2017/ RICCAR/TechnicalNote.2.

FAO STAT Main Database. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

Hassan, D.F., Ati, A.S. and Naima, A.S.,2023, Evaluation of the performance of the AquaCrop model under different irrigation and cultivation methods and their effect on water consumption, *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 54(2), pp.478-490.

Isla Climente, R., F, Valentín Madrona., M, Maturano., J, Aibar Lete., M, Guillén, Castillo., and D, Quílez y Sáez de Viteri ,2020, Comparison of different approaches for optimizing nitrogen management in sprinkler-irrigated maize.

Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils ,Vol. 78, No. 2, p. 154, *LWW*.

Sarker, K. K. Hossain, A. Timsina, J. Biswas, S. K. Kundu, B. C. Barman, A. Murad, K. F. I. Akter, F. ,2019, Yield and quality of potato tuber and its water productivity are influenced by alternate furrow irrigation in a raised bed system, *Agricultural Water Management*, 224:105750.

Spellman, F. R. , 2018, *The science of water: concepts and applications*. CRC press.

Valentín, F., Nortes, P. A., Domínguez, A., Sánchez, J. M., Intrigliolo, D. S., Alarcón, J. J., and López-Urrea, R., 2020, Comparing evapotranspiration and yield performance of maize under sprinkler, superficial and subsurface drip irrigation in a semi-arid environment, *Irrigation Science*, 38(1): 105-115.