Journal of Water Resources and Geosciences
Vol. 4, No.1, 2025

أستدامة أنتاجية الذرة البيضاء والمياه تحت أستراتيجية الري الناقص ونظام الري بالتنقيط السطحي

ولاده معمر ابراهيم[1]، الاء صالح عاتي[1*]، شذى سالم مجيد[2]

[1] كلية علوم الهندسة الزراعية، جامعة بغداد
[2]وزارة الموارد المائية
*البريد الالكتروني للمؤلف المراسل: alaa.salih@coagri.uobaghdad.edu.iq

الخلاصة

أجريت تجربة حقلية بزراعة الذرة البيضاء في الموسم الربيعي في منطقة الجادرية/ جامعة بغداد/ محطة التجارب التابعة لكلية علوم الهندسة الزراعية (محطة F)، الواقعة على دائرة عرض″28 ′16 °33 شمالاً، وعلى خط طول ″25 ′23 °44 شرقاً، وعلى ارتفاع 34 متر فوق مستوى سطح البحر في تربة مزيجة طينية لدراسة تأثير جدولة الري الكامل والناقص في تحسين كفاءة إدارة المياه لمحصول الذرة البيضاء صنف انقاذ. تضمنت معاملات التجربة ست مستويات للري: معاملة الري الكامل 100% عند استنفاد 50% من الماء الجاهز والتعويض بدلالة التبخر التجميعي من حوض التبخر صنف A لتكمل الى حدود السعة الحقلية، ومعاملات الري الناقص بنسبة 80 و70 و60 و50 و40% من معاملة الري الكامل، باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Completely Random Block Design بثلاث مكررات. حسب الاستهلاك المائي الموسمي وانتاجية المياه لمحصول الذرة البيضاء عند مستويات الري الكامل والناقص. تمت زراعة بذور محصول الذرة البيضاء صنف أنقاذ بتأريخ 13-3-2022 والحصاد بتاريخ 15-7-2022. وكانت نتائج الدراسة: اختلف الاستهلاك المائي الكلي الموسمي بين الري الكامل والناقص، وبلغ أعلى استهلاك 540.64 مم موسم$^{-1}$عند معاملة الري الكامل 100% ثم انخفض عند معاملات الري الناقص 80 و70 و60 و50 و40% ليبلغ 455.68 و413.20 و370.72 328.24 و285.76 مم موسم$^{-1}$ على الترتيب. وتفوقت معاملتي الري الناقص 80 و70% بأعلى متوسط إنتاجية مياه بلغت 1.17 كغم م$^{-3}$ للمعاملتين.

الكلمات المفتاحية: الري الناقص، الذرة البيضاء، انتاجية المياه، دليل الحصاد، الري بالتنقيط.

Journal of Water Resources and Geosciences
Vol. 4, No.1, 2025

Sustainability of Sorghum and Water Productivity under a Deficit Irrigation Strategy and a Surface Drip Irrigation System

Wallada Muammar Ibrahim[1], Alaa Salih Ati[1*], Shatha Salim Majeed[2]

[1]College of Agricultural Engineering Sciences/ University of Baghdad

[2] Ministry of Water Resources

*Corresponding Author's E-mail: alaa.salih@coagri.uobaghdad.edu.iq

Abstract

A field experiment was conducted by planting sorghum in the spring season in AlJadriya / University of Baghdad / the experimental station of the College of Agricultural Engineering Sciences (Station F), located at latitude (33˚16′ 28″N), at longitude (44˚23′25″E), and at an altitude of 34 meters above sea level. In a clay loam soil, to study the effect of full and deficit irrigation scheduling in improving the water management efficiency of the sorghum crop Class Enqaz. The experiment coefficients included six irrigation levels: Treatment of 100% full irrigation when 50% of the ready water is exhausted and compensation in terms of aggregate evaporation from the evaporation basin class A to be completed to the field capacity, from which the deficit irrigation treatments 80, 70, 60, 50, and 40% of the complete irrigation were applied. Using the Completely Random Block Design with three replications. The seeds of the sorghum crop Class Enqaz were planted on 13-3-2022 and the harvest on 15-7-2022. The results were as follows: The total seasonal water consumption varied between full irrigation and deficit irrigation, and the highest consumption reached 540.64 mm season^{-1} at the treatment of full irrigation 100% and then decreased to deficit irrigation coefficients 80, 70, 60, 50 and 40% to reach 455.68, 413.20, 370.72 and 285.76 mm season^{-1} respectively. 80 and 70% of irrigation treatments outperformed the highest average water productivity of 1.17 kg m^{-3} for the two treatments.

Keywords: deficit irrigation, sorghum, water productivity, harvest index, drip irrigation**.**

1. المقدمة

يعد تحديد الكمية المناسبة للري والتوقيت الأمثل للري وإدارة الري أمرًا صعبًا بسبب الظروف الجوية غير المتوقعة والتغيرا ت المناخية، كما إن تطبيق جدولة الري بالطريقة العلمية لتحديد الكمية المناسبة من المياه التي سيتم تطبيقها على محصول في الوقت الصحيح تعمل على تحقيق أفضل إنتاج للمحاصيل (Dong, 2022). يمثل الري الناقص Deficit Irrigation إحدى استراتيجيات التكيف الممكنة، والذي يسمح للمزارعين بتقليل كمية مياه الري بناءً على حصتهم من الري وكمية المياه المتاحة، على الرغم من أن استجابات غلة المحاصيل للري الكامل شبه مستقرة بشكل عام في المناطق شبه الجافة، لكن الاستجابات للري الناقص يمكن أن تعود بالنفع على نطاق واسع، اعتماداً على توقيت وكمية الري المتاح وكميات مياه الأمطار ومحتوى رطوبة التربة الأولي عند الزراعة، كما يلزم فهم دور العوامل مثل المحاصيل والتربة والمناخ وممارسات الإدارة المختلفة في ظل سيناريوهات المياه المحدودة لتنفيذ الري الناقص في الحقل (AL-Rawi *et al.*, 2017; Ajaz *et al*., 2020; Al Hasnawi *et al*., 2022; Al-Hassan *et al.,* 2023)

تتطلب جدولة الري الناقص تقييما دقيقا لضمان تعزيز كفاءة استعمال إمدادات مياه الري التي تتناقص بشكل متزايد. تختلف إدارة الري الناقص عن إدارة الري العادي وتتطلب معرفة مستوى نقص النتح المسموح به دون انخفاض كبير في إنتاجية المحاصيل. لان الهدف الرئيسي من تطبيق الري الناقص هو زيادة كفاءة استعمال المحصول للمياه عن طريق إلغاء كميات الري التي تؤثر بشكل طفيف في الانتاجية. يكون الري الناقص مجديا اقتصاديا ومبررا عندما تكون كلفة الري بكميات المياه الزائدة عن الري الناقص تزيد على العائد من زيادة الانتاجية. يستخدم الري الناقص في حالة محدودية الموارد المائية المتاحة للري، وفي هذه الحالة يجب إدارة مستوى الري والمساحة المروية والمحاصيل المزروعة بما يحقق أفضل عائدية بالموارد المائية المتاحة. الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* (*moench L.*)، محصول كاربوهيدراتي حبوبي تنتمي الى العائلة النجيلية Gramineae من أصل Paniceae وتنتشر زراعتها في آسيا وأفريقيا. تحتل الذرة البيضاء المرتبة السادسة في العالم بالنسبة لمحاصيل الحبوب كونها محصول غذائي وصناعي وعلفي تأتي بعد الحنطة والرز والذرة الصفراء والشعير من حيث الانتاج (FAO STAT, 2021). والذرة البيضاء من المحاصيل المتحملة للظروف المناخية وضعف خصوبة التربة وانخفاض جاهزية المياه وملوحة ماء الري، ويمكن زراعتها في مدى واسع من الترب وتحت ظروف مناخية متنوعة (Alhag *et al*., 2021; Abdulrazzaq *et al*., 2018) تهدف الدراسة الحالية الى:

دراسة تأثير مستويات الري الناقص في تحسين كفاءة وإدارة وأستدامة استعمال المياه وإنتاجية محصول الذرة البيضاء صنف أنقاذ تحت نظام الري بالتنقيط السطحي.

2. المواد وطرائق العمل

نفذت التجربة الحقلية جغرافياً في منطقة الجادرية/ محافظة بغداد والواقعة شرق نهر دجلة -جامعة بغداد/ محطة التجارب التابعة لكلية علوم الهندسة الزراعية (محطة F)، وفلكياً على دائرة عرض ″28 ′16 °33 شمالاً، وخط طول ″25 ′23 °44 شرقاً، على إرتفاع 34 متراً فوق مستوى سطح البحر. تم تحديد مواقع لأخذ نماذج التربة من مناطق مختلفة وبصورة عشوائية من الطبقة 0.00-0.30م والطبقة 30.0-60.0م، وجففت نماذج التربة هوائياً ثم طحنت بمطرقة ومررت خلال منخل قطر فتحاته 2 مم، لأجل تهيئتها للتحاليل الفيزيائية والكيميائية جدول (1) و(2).

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

الخاصية	الوحدات	عمق التربة 0.00 -0.30 م	عمق التربة 0.30 -0.60 م
الرمل	غم كغم$^{-1}$ تربة	352	343
الغرين		272	261
الطين		376	396
نسجة التربة		Clay Loam	
كثافة التربة الظاهرية	ميكاغرام م$^{-3}$	1.32	1.45
كثافة التربة الحقيقية		2.62	2.62
المسامية	سم^3 سم$^{-3}$	0.50	0.45
المحتوى الرطوبي الحجمي عند 33 كيلو باسكال		0.430	
المحتوى الرطوبي الحجمي عند 1500 كيلو باسكا ل	سم^3 سم$^{-3}$	0.201	
الماء الجاهز		0.229	

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

الخاصية	الوحدا ت	عمق التربة 0.30 -0.00 م	عمق التربة 0.60 -0.30 م
الايصالية الكهربائية	ديسيسيمنز م$^{-1}$	4. 8	5.2
درجة تفاعل التربة	---	.718	7.16
المادة العضوية	غم كغم$^{-1}$ تربة	7.1	6.3
معادن الكاربونات		274	252
النايتروجين الجاهز		44	42
البوتاسيوم الجاهز	ملغرام كغم$^{-1}$ تربة	243	220
الفسفورالجاهز		12.98	12.78

1.2. معاملات التجربة والتصميم الإحصائي

1. معاملة الري الكامل Fill Irrigation 100% (معاملة السيطرة) عند استنفاد 50% من الماء الجاهز والتعويض بدلالة التبخر التجميعي من حوض التبخر صنف A ومنها يتم حساب معاملات الري الناقص.
2. معاملة الري الناقص 80% المحسوبة من معاملة الري الكامل.
3. معاملة الري الناقص 70% المحسوبة من معاملة الري الكامل.
4. معاملة الري الناقص 60% المحسوبة من معاملة الري الكامل .
5. معاملة الري الناقص 50% المحسوبة من معاملة الري الكامل.
6. معاملة الري الناقص 40% المحسوبة من معاملة الري الكامل.

تم تحديد زمن وكمية الري بعد Allowable Moisture Depletion الاستنفاد الرطوبي المسموح به 50% (AMD) من الماء الجاهز) معاملة السيطرة Fill Irrigation 100%(بالإعتماد على حاصل جمع التبخر نتح اليومي من بيانات التبخر المقاسة من حوض التبخر الأمريكي صنف A وعلى امتداد موسم النمو ،ثم طبقت معادلات لحساب كمية المياه المضافة ETc. طبقت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD(Completely Random Block Design (وبثلاثة مكررات ووزعت المعاملات عشوائياً واختبر أقل فرق معنوي على مستوى $p < 05.0$ للمقارنة بين المتوسطات الحسابية للمعاملات. تم التحليل باستعمال برنامج Genstat v12.1، وقورنت الفروق المعنوية بين المتوسطات باختبار اقل فرق معنوي (Least Significant Difference-LSD).

نفذت تجربة حقلية على ارض مساحتها 1000م^2 أبعادها 25م× 40م، حرثت الارض بالمحراث المطرحي القلاب حراثة متعامدة وأجريت عمليات التسوية والتعديل والتنعيم بأستخدام العازقة الدورانية. تم تقسيم الحقل الى ثلاثة قطاعات وكانت المسافة بين قطاع وآخر 2 م وقسم القطاع الى ست وحدات تجريبية تمثل مستويات الري وكانت المساحة لكل وحدة تجريبية (5م× 6م = 30 م^2) والمسافة بين الوحدات التجريبية 5.1م.

أجريت عدة اختبارات لتقييم تصريف منقطات منظومة الري بالتنقيط وتناسق توزيع المياه، إذ أ ختير أحد الأنابيب من المكررات لمعاملة الري بالتنقيط السطحي وتم وضع عشرون علبة لدائنية ذات نصف قطر 15.0 م وارتفاع 10.0م اسفل منقطات الأنابيب لجمع المياه المتدفقة أثناء تشغيل المنظومة وأجريت الاختبارات عند ضغوط تشغيل مختلفة، إذ اختيرت أربعة ضغوط تشغيل هي 50 و75 و100 و150 كيلو باسكال وتم قياس الضغط بوساطة مقياس ضغط ميكانيكي سعته 1000 كيلو باسكال خلال مدة تشغيل محددة. قيست كميات المياه المتجمعة في كل علبة لتحديد تصريف المنقطات، وتم التعبير عن التصريف بوحدة لتر ساعة$^{-1}$. تمت معايرة منظومة الري بالتنقيط السطحي عند الضغط التشغيلي 50 كيلو باسكال وذلك بعد افضل تجانس توزيع مياه عند هذا الضغط، كما أعطى أعلى قيم لمعامل التجانس وكفاءة إضافة الري وتجانس التوزيع للربع الأقل وأقل نسبة تغاير.

2.2. جدولة الإرواء وحساب الاستهلاك المائي

حسب محتوى الماء الجاهز من الفرق بين المحتوى الرطوبي الحجمي عند جهد ماء 33 كيلوباسكال والذي يمثل السعة الحقلية والمحتوى الرطوبي الحجمي عند جهد ماء 1500 كيلوباسكال والذي يمثل نقطة الذبول الدائم على وفق المعادلة الآتية :

$$\boldsymbol{Aw = \theta_f - \theta_{wp}} \qquad (1)$$

اذ ان:

$\boldsymbol{Aw}$ = محتوى الماء الجاهز في التربة (سم ^{3} سم$^{-3}$).
$\boldsymbol{\theta_{fc}}$ = المحتوى الرطوبي الحجمي عند السعة الحقلية (سم ^{3} سم$^{-3}$).

$\boldsymbol{\theta_{wp}}$ = المحتوى الرطوبي الحجمي عند نقطة الذبول الدائم (سم ^{3} سم$^{-3}$).

حساب عمق الماء المضاف

$$\boldsymbol{d = (\theta_{fc} - \theta_w) \times D} \qquad (2)$$

اذ ان:

d = عمق الماء المضاف (مم). $\boldsymbol{\theta_{fc}}$ = المحتوى الرطوبي الحجمي عند السعة الحقلية (سم ^{3} سم$^{-3}$).

$\boldsymbol{\theta_{wp}}$ = المحتوى الرطوبي الحجمي عند نقطة الذبول الدائم (سم ^{3} سم$^{-3}$).

D = عمق التربة وهو يساوي عمق المجموع الجذري الفعال (مم).

ولاجل جدولة الري اعتماداً على بيانات التبخر من الحوض نتبع الخطوات الاتية:

$$ETo = K_P \times E_{pan} \quad (3)$$

اذ ان:

ET_0 = التبخر نتح المرجعي) التبخر من حوض التبخر (مم يوم$^{-1}$).

K_p = معامل حوض التبخر 0.85 (FAO, 1986).

Epan = مقدار التبخر اليومي من حوض التبخر (مم يوم$^{-1}$).

$$ETc = ETo \times Kc \quad (4)$$

اذ ان :

ETc = التبخر نتح للمحصول (مم يوم$^{-1}$).

ETO = التبخرنتح المرجعي (مم يوم$^{-1}$).

Kc = معامل المحصول (0.7, 0.7, 0.71, 0.55) للذرة البيضاء حسب مراحل النمو وهي نمو البادرات والنمو الخضري ومرحلة التزهير ونضج الحبة على الترتيب (FAO, 1986). تم تعديل التبخر نتح للمحصول لطريقة ري التنقيط بإدخال معامل الاختزال Kr وحسب عمق الماء المضاف حسب ماورد في حاجم وياسين وفق المعادلة التالية:

$$ET_c = ET_o \times k_c \times Kr \quad (5)$$

$$IWT = \frac{NDI}{Ea} \quad (6)$$

اذ ان :

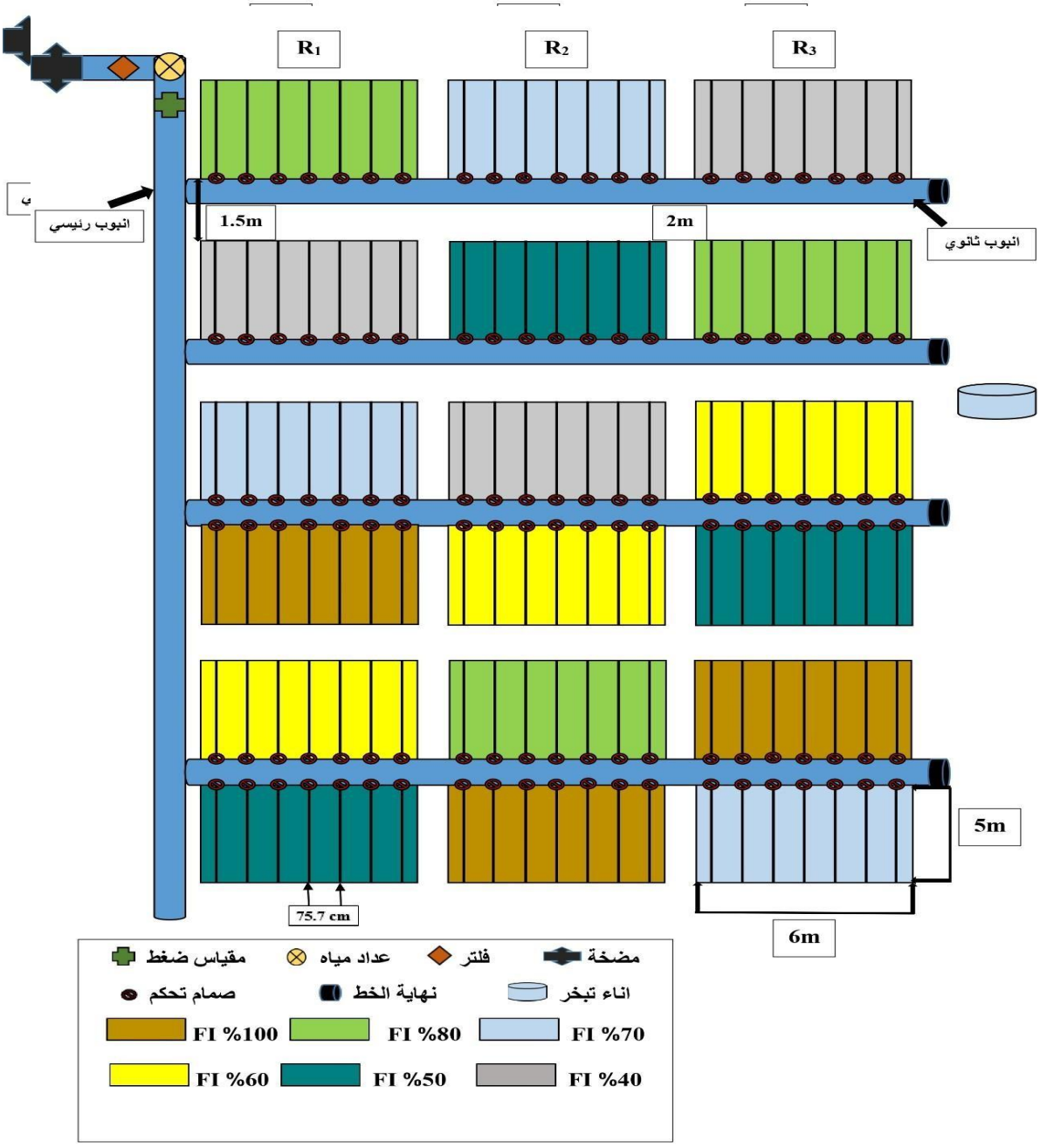
NDI = صافي عمق الري E_a = كفاءة نظام الري

3.2. الزراعة والتسميد وخدمة المحصول

تمت زارعة بذور محصول الذرة البيضاء صنف أنقاذ، صنف ادخل إلى العراق من السودان عام 1998 وهو من الاصناف متوسطة النضج إذ تتراوح مدة التزهير70-80 يوماً و110-120 يوماً للنضج ويتراوح ارتفاع النبات 120-160سم (وزارة الزراعة ،2011) المسجل والمعتمد من قبل وزارة الزراعة العراقية بتاريخ 13-3-2022 وذلك بوضع 4-5 بذرة في كل جورة وبشكل خطوط، بمعدل سبع خطوط لكل وحدة تجريبية، كانت المسافة بين خط وآخر 7.75سم، والمسافة بين نبات وآخر 20سم، ليصبح عدد النباتات في الوحدة التجريبية الواحدة 175 نبات، تم خف النباتات بترك نبات واحد في الجورة عند وصول إرتفاع النبات الى 20.0م. سمدت أرض التجربة حسب التوصية السمادية بسماد سوبر فوسفات الثلاثي عند الزارعة 70 كغم P هكتار$^{-1}$، أضيف سماد اليوريا 320 كغم N هكتار $^{-1}$ على دفعتان الاولى بعد 20 يوم من الزارعة والثانية بعد 32 يوم من الدفعة الاولى، وأضيف سماد كبريتات البوتاسيوم على دفعتين الاولى بعد 30 يوم من البزوغ والثانية بعد 40 يوم من الدفعة الاولى بالتوصية السمادية 83 كغم K هكتار$^{-1}$ بعمل أخدود يبعد عن خط الزارعة بـ 1.0 م وبعمق 1.0م (علي، 2012). اجريت مكافحة الادغال بطريقة التعشيب اليدوي كلما دعت الحاجة لذلك، وتم مكافحة حشرة حفار ساق الذرة *Sesamia cretica* بمبيد الديازينون المحبب 10% مادة فعالة بمقدار 6 كغم ديازينون هكتار$^{-1}$ بتلقيم القمة النامية ولمرتين الأولى كمكافحة وقائية

في مرحلة 4-5 أوراق والثانية بعد مرور15 يوما من المكافحة الاولى (وزارة الزراعة، 2011) وتم حصاد المحصول يدوياً بتاريخ 15-7 2202. ويبين الشكل (1) المخطط الحقلي لتنفيذ التجربة وتوزيع الوحدات التجريبية.

تم حصاد محصول الذرة البيضا ء عند مرحلة النضج التام للمحصول وبعد فصلها وتجفيفها وتفريط الحبوب حسب الوزن الجاف للحبوب بعد تعديل الوزن على أساس رطوبة 5.15% وقدر الإنتاج الكلي بحسب ما جاء في الساهوكي(1990). كما حصدت نباتات العينة العشوائية من فوق سطح التربة في مرحلة الحصاد، ثم جففت تجفيفا أوليا تحت الشمس، بعدها جففت باستعمال الفرن الكهربائي بدرجة حرارة 65 مئوي لمدة 72 ساعة، ثم وزنت عند ثبات الوزن.



شكل (1): المخطط الحقلي لتنفيذ التجربة.

حسبت كفاءة أستعمال الماء المحصولي(WUE_C) Crop Water Use Efficiencyالمعادلة (7) على وفق المعادلة المذكورة
في Allen *et al*. (1998)

$$WUF = \frac{Yield}{ETc} \quad (7)$$

اذ ان:

WUE_c = أنتاجية المياه (كغم م$^{-3}$).

ETc = التبخر نتح الموسمي (م^3 هكتار$^{-1}$).

3. النتائج والمناقشة

نلاحظ إن أعلى استهلاك مائي كان عند معاملة الري الكامل بلغ 540.64 مم موسم$^{-1}$ بـــ 36 رية، تعود الى ان رطوبة التربة عند الري الكامل تكون قريبة من السعة الحقلية. ثم اختزلت الكمية عند مستويات الري الناقص 80 و70 و60 و50 و40% من الري الكامل بنسبة 71.15 و57.23 و43.31 و29.39 و14.47% حتى أصبحت 455.68 و413.20 و370.72 328.24 و285.76 مم موسم$^{-1}$ لمعاملات الري الناقص على الترتيب جدول (3).

يتبين من نتائج جدول 3 الاستهلاك المائي لكل مرحلة من مراحل نمو محصول الذرة البيضاء وهي نمو البادرات ومرحلة النمو الخضري ومرحلة التزهير ومرحلة نضج الحبة على الترتيب، إذ بلغ 110.23 و118.18 و224.19 و88.04مم لمعاملة الر ي الكامل 100% لمراحل النمو على الترتيب وعند معاملة ري ناقص 80% من الري الكامل بلغ 110.23 و94.54 و180.47 و70.43 مم لمراحل النمو على الترتيب. أما عند معاملة الري الناقص 70% من الري الكامل بلغ 110.23 و82.73 و158.61 و61.63 مم لمراحل النمو وعلى الترتيب. وعند معاملة ري ناقص 60% من الري الكامل بلغ 110.23 و70.91 و136.75 و52.83 مم لمراحل النمو وعل ى الترتيب. أما عند معاملة ري ناقص 50% من الر ي الكامل بلغ 110.23 و59.05 و114.89 و44.02 مم لمراحل النمو وعلى الترتيب. وعند معاملة الر ي الناقص 40% بلغ 110.23 و47.27 و93.02 و35.22 مم للمراحل وعلى الترتيب.

كما لوحظ ان الاستهلاك المائي الموسمي عند تطبيق الري بالتنقيط السطحي كان أقل مقارنة بالري السيحي، إذ يلاحظ ان هذه القيم تقل كثيرا" عن نتائج التجارب التي اجريت في وسط العراق والتي بلغت 577-785مم موسم$^{-1}$ (Ati, 1999; Ati *et al*., 2016; Ati *et al*., 2017 ; وتوفيق،2006 ومطلك واخرون ،2015 وعلي،2017 والامام ،2022) على الرغم ان هذه الدراسات أجريت في سنوات سابقة لم تشهد التغير المناخي الكبير الذي يعيشه العراق حاليا ما عدا الدراسة الاخيرة، بكونه خامس بلد في العالم تأثرا بالتغيرات المناخية. وقد يعود السبب الى دخول مساحة التضليل او الاختزال في حساب الاستهلاك المائي لطريقة الري بالتنقيط وهذا يقلل من الاستهلاك المائي تحت هذه الطريقة من الري. اذ يتم حساب اقل مساحة

مبتلة حول المنقط بالنسبة للمسافة بين خطوط التنقيط على عكس الري السيحي الذي يتم حساب الوحدة التجريبية كاملةً وهذا ما يقلل من الاستهلاك المائي الموسمي للري بالتنقيط اذ أثرت في اعماق المياه المضافة، فضلا عن انخفاض كفاءة الري السيحي.

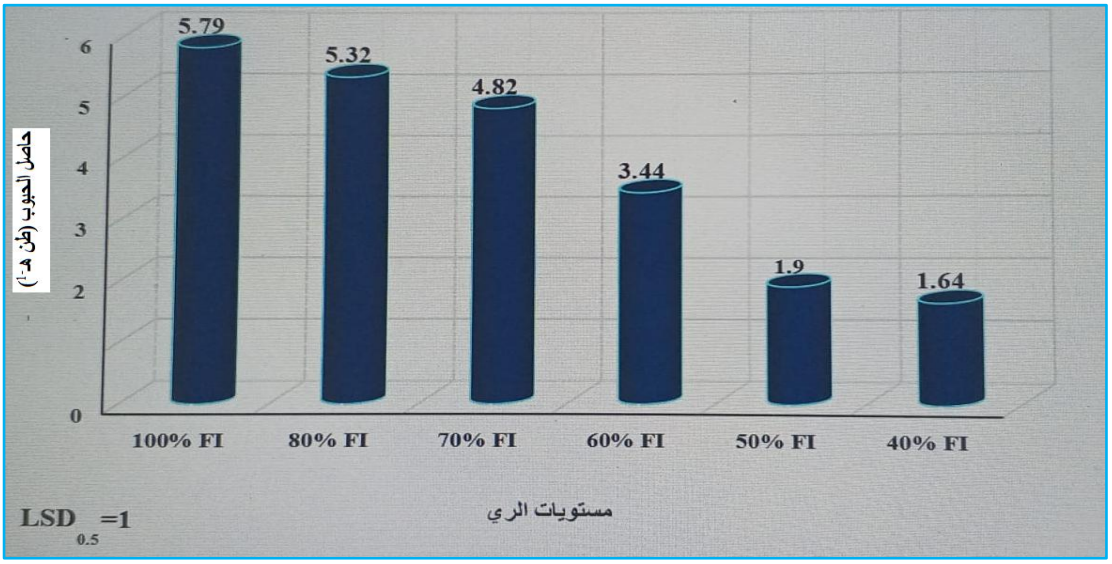
جدول (3): الاستهلاك المائي اليومي (مم) والموسمي لكل مرحلة من مراحل نمو الذرة البيضاء لمعاملات الري الكامل والناقص تحت نظام الري بالتنقيط السطحي

مستويات الإرواء	الاستهلاك المائي الموسمي مم	مرحلة نمو البادرات	مرحلة النمو الخضري	مرحلة التزهير	مرحلة نضج الحبة	المجموع
الري الكامل 100 %	مدة مرحلة النمو	22	41	42	20	125
	عدد الريات	4	13	41	5	36
	الاستهلاك المائي الموسمي للمرحلة	110.23	118.18	224.19	88.04	540.64
	الاستهلاك المائي اليومي	5.01	9.09	.534	4.40	
	معدل الاستهلاك في الرية الواحدة	27.56	2.88	.6101	17.61	
الري الناقص %80	مدة مرحلة النمو	22	41	42	20	125
	عدد الريات	4	13	41	5	36
	الاستهلاك المائي الموسمي للمرحلة	110.23	94.54	180.47	70.43	455.68
	الاستهلاك المائي اليومي	5.01	7.27	4.30	.352	
	معدل الاستهلاك في الرية الواحدة	27.56	2.31	92.81	14.09	
الري الناقص %70	مدة مرحلة النمو	22	41	42	20	125
	عدد الريات	4	13	41	5	36
	الاستهلاك المائي الموسمي للمرحلة	110.23	82.73	158.61	61.63	413.2
	الاستهلاك المائي اليومي	5.01	6.36	.378	3.08	
	معدل الاستهلاك في الرية الواحدة	27.56	2.02	11.33	12.33	
الري الناقص %60	مدة مرحلة النمو	22	41	42	20	125
	عدد الريات	4	13	41	5	36
	الاستهلاك المائي الموسمي للمرحلة	110.23	70.91	136.75	52.83	370.72
	الاستهلاك المائي اليومي	5.01	1.73	3.26	.264	
	معدل الاستهلاك في الرية الواحدة	27.56	5.45	9.77	10.57	
الري الناقص %50	مدة مرحلة النمو	22	41	42	20	125
	عدد الريات	4	13	41	5	36
	الاستهلاك المائي الموسمي للمرحلة	110.23	59.09	114.89	44.02	328.24
	الاستهلاك المائي اليومي	5.01	1.44	2.74	2.20	
	معدل الاستهلاك في الرية الواحدة	27.56	4.55	.821	8.80	
الري الناقص %40	مدة مرحلة النمو	22	41	42	20	125
	عدد الريات	4	13	41	5	36
	الاستهلاك المائي الموسمي للمرحلة	110.23	47.27	93.04	35.22	285.76
	الاستهلاك المائي اليومي	5.01	1.15	.222	.176	
	معدل الاستهلاك في الرية الواحدة	27.56	3.64	.665	7.04	

1.3. حاصل الحبوب (طن هـ$^{-1}$)

يلاحظ من الشكل (2) أن للري الناقص تأثيراً في متوسط حاصل الحبوب لمحصول الذرة البيضاء، وبلغ متوسط حاصل الحبوب 5.79 و5.32 و4.82 و3.44 و1.90 و1.64 طن هكتار$^{-1}$ لمعاملات الري الكامل 100% ومعاملات الري الناقص 80

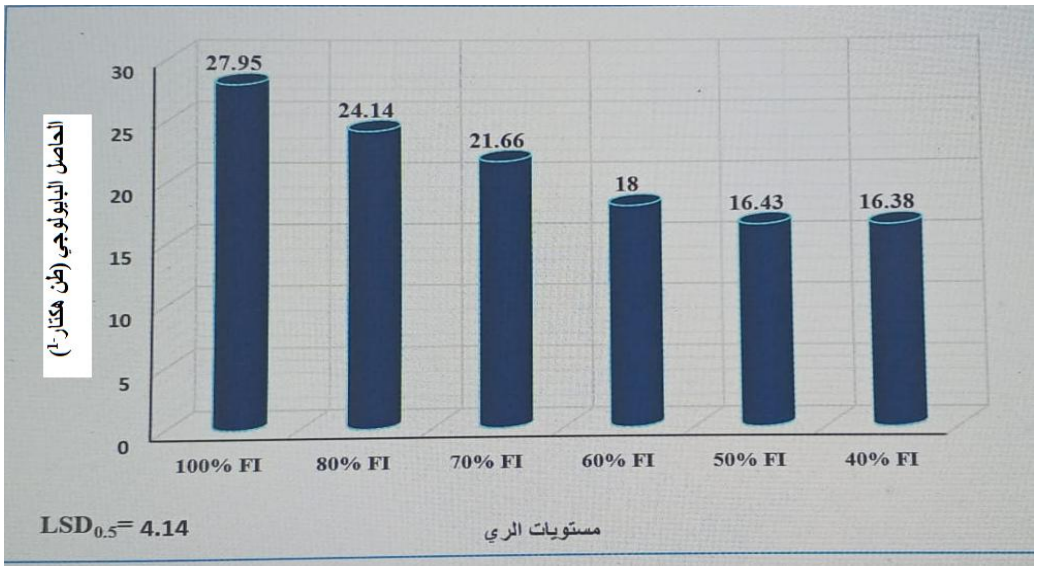
و70 و60 و50 و40% من معاملة الري الكامل على الترتيب. وقد انخفض متوسط حاصل الحبوب بنسبة 59.40 و18.67 و68.71% عند معاملات الري الناقص 60 و50 و40% على الترتيب مقارنة بمعاملة الري الكامل. ولم تختلف معاملتي الري الناقص 80 و70% معنويا عن معاملة الر ي الكامل، لكنها تفوقت معنويا مقارنة بمعاملات الري الناقص 60 و50 و40%. وبلغت نسبة انخفاض حاصل حبوب الذرة البيضاء 34.35 و29.64 و17.69% عند معاملات الري الناقص 60 و50 و40% على الترتيب عند مقارنتها بمعاملة 80%. فيما بلغت نسبة انخفاضها 63.28 و 58.60 و98.65% عند مقارنتها بمعاملة 70% على الترتيب.



شكل (2): تأثير الري الناقص في حاصل حبوب الذرة البيضاء (طن هـ$^{-1}$).

2.3. الحاصل البايولوجي (طن هكتار$^{-1}$)

تشير نتائج الشكل (3) الى وجود تأثير معنوي في متوسط الحاصل البايولوجي للذرة البيضاء نتيجة تأثير الري الناقص، إذ بلغ اعلى متوسط للحاصل البايولوجي 27.95 طن هـ$^{-1}$ عند معاملة الري الكامل 100% والتي تفوقت على معاملات الري الناقص 70 و60 و50 و40% وانخفض متوسط الحاصل البايولوجي بنسبة 22.50 و30.65 و41.22 و41.40% لمعاملات الري على التريب والتي بلغ عندها متوسط الحاصل البايولوجي 21.66 و18 و16.43 و16.38 طن هـ$^{-1}$. أما عند معاملة الري الناقص 80% فلم تظهر أي فرق معنوي مقارنة بمعاملة الري الكامل 100%.

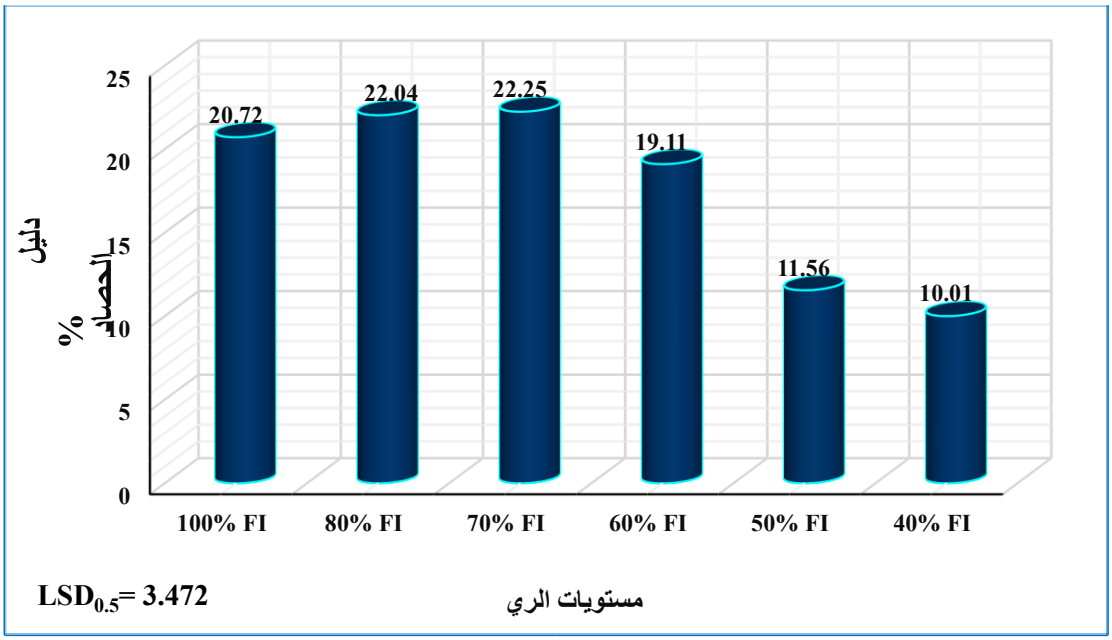


شكل (3): تأثير الري الناقص في الحاصل البايلوجي للذرة البيضاء.

3.3. دليل الحصاد %

توضح نتائج الشكل (4) تأثير الري الكامل والناقص في صفة دليل الحصاد. إذ بلغت قيم دليل الحصاد 20.72 و22.04و22.52 و19.11 و11.56 و10.01% لمعاملات الري الكامل 100% والري الناقص 80 و70 و60 و 50 و40% على الترتيب. إذ يلاحظ أن أعلى قيمة لصفة دليل الحصاد عند معاملتي الري الناقص 80 و70% بلغت 22.04 و22.25% على الترتيب لما أعطت من قيمة متوسط حاصل الحبوب الى متوسط الحاصل البايولوجي .

تشير النتائج المستعرضة في الشكل 2 تأثير الري الناقص في قيم متوسط حاصل الحبوب، إذ بلغت أعلى قيمة لمتوسط حاصل الحبوب 5.79 طن هـ$^{-1}$ عند معاملة الري الكامل 100% وان معاملتي الري الناقص 80 و70% لم تظهر فروقا معنوية عن معاملة الري الكامل، بسبب أن الاجهاد المائي الطفيف لم يؤثر في حاصل الحبوب بنسبة كبيرة، حيث بلغ عندها متوسط الحاصل 5.32 و4.82 طن هـ$^{-1}$ عند معاملتي الري الناقص 80 و70% على الترتيب. ويعزى سبب انخفاض حاصل الحبوب عند مستويات الري الناقص الشديدة بسبب حساسية عملية التلقيح للإجهاد المائي وتقليل مناشئ حبوب اللقاح واجهاض المبايض، إذ يتطلب نقل حبوب اللقاح من الأعضاء الذكرية إلى الأعضاء الأنثوية في المبيض رطوبة كافية، فضلاً عن تثبيط انتقال الكاربوهيدرات المصنعة نتيجة انخفاض المساحة الورقية التي تؤثر في عملية البناء الضوئي، اضافة الى الشيخوخة المبكرة للأوراق وهذا يؤدي الى تقليل عدد الحبوب في الرأس (Sarshad *et al*., 2021; *J*abbar 2020; Ati *et al*., 2014a, b) . كما أن سرعة جفاف الاوراق والساق في معاملات الري الناقص الشديدة والتي ترافقت مع نقص الماء وارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة النسبية قلل من المادة المتراكمة في الحبوب كسبب لتقليل طول مدة البناء الضوئي، كما أن نقص رية امتلاء الحبوب (الرية الاخيرة) كان لها الأثر الاكبر في انخفاض الحاصل، ويعود تناقص الحاصل عند تقليل كمية مياه الري الى تناقص واحد أو اكثر من مكونات الحاصل والتي كانت سببا لذلك .



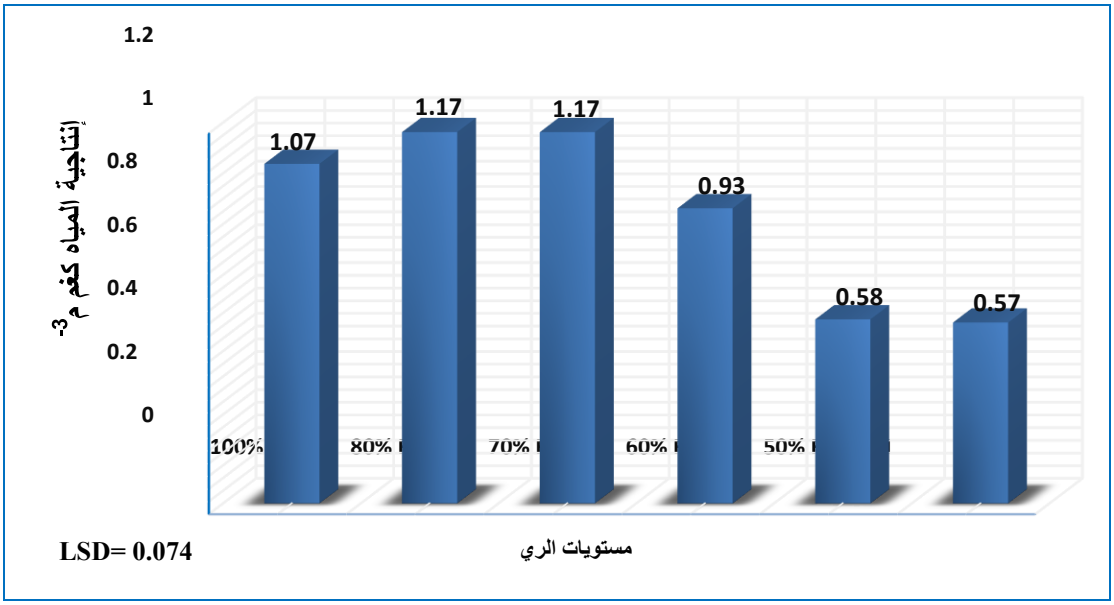
شكل (4): تأثير الري الناقص في دليل حصادة الذرة البيضاء.

كما تبين النتائج الشكل (3) أن اجهاد الجفاف أدى لحصول انخفاض تدريجي في الحاصل البايولوجي لمعاملات الري الناقص 60 و50 و40%، في حين تم الحصول على اعلى حاصل بايولوجي عند معاملة الري الكامل وان معاملة الري الناقص 80% كانت تحت اجهاد الماء الخفيف فلم تختلف عنها معنوياً في قيمة الحاصل البايولوجي. يمثل الحاصل البايولوجي أجزاء النبات الموجودة فوق الأرض وتحت الأرض ويعتمد على مجموع كتلة النبات وان سبب انخفاض الحاصل البايولوجي نتيجة انخفاض تراكم المادة الجافة للنبات والحجم الكلي للنبات الناتج عن وزن الورقة ووزن الساق ووزن الرأس وعدد الحبوب. ومن ثم، عند معاملات الري الناقص والتي كانت اقل من مثيلاتها في قيم المؤشرات سابقة الذكر أدى إلى انخفاض إنتاج الكتلة الحيوية للنبات (Khalaf *et al*., 2019). كما بينت نتائج الشكل 4 قيم دليل الحصاد والتي لم تظهر فروق عالية المعنوية باختلاف كميات الري المستلمة، ويعزى سبب انخفاض دليل الحصاد الى أن الاجهاد المائي عند مستويات الري 50 و40% أدى الى خفض حاصل الحبوب مقارنة بالحاصل البايولوجي الشكل (2) و (3) ، اذ ان الحد الأقصى لمؤشر محصول الحبوب يتم انتاجه عندما يتم ري المحصول جيدا (Atee and AL-Sahaf, 2007; Xue *et al*., 2018; Al-Lami *et al*., 2023).

4.3. إنتاجية المياه (كغم م$^{-3}$)

يبين الشكل (5) تأثير مستويات الري الكامل والناقص في إنتاجية المياه (كغم م$^{-3}$) لمحصول الذرة البيضاء، إذ بلغت متوسطات انتاجية المياه 1.07 و1.17 و1.17 و0.93 و0.58 و0.57 كغم م$^{-3}$ لمعاملات الري 100 و80 و 70 و60 و50 و40 % على الترتيب، إذ يلاحظ تفوق إنتاجية المياه البالغة 1.17 كغم م$^{-3}$ عند معاملتي الري الناقص 80 و70% والتي لم تختلف معنويا عن معاملة الري الكامل، إذ ترتبط إنتاجية المياه بكمية الحاصل وبيئة المحصول، ، وفي الوقت نفسه نلاحظ ان مقدار

الاختزال (الفقد في الحاصل) بلغ 12.8% و16.75% عند الري الناقص 80 و70% مقارنة بالري الكامل 100% على الترتيب. وهذا يعني ان أستعمال نسب الري الناقص 80 و70% لم تؤد الى انخفاض في حاصل الحبوب بحيث لم يصل الانخفاض في الانتاجية الى 25% من الحاصل الكلي، وهذا يعني بالمقابل التقنين الممكن لمياه الري باستعمال تقانة او اسلوب الري الناقص لان استعمالها لم يؤد الى انخفاض كبير في الحاصل(≤ 25%) مقابل الممكن توفيره من المياه. كما ان النبات الذي تعرض الى اجهاد الجفاف الطفيف عند معاملتي ري 80 و70 % تكيف مع كمية الرطوبة الموجودة في التربة. وان اجهاد الري المنخفض ساعد النبات في الاستفادة من الطاقة الكامنة للنمو التكاثري واستغلال الكمية المحدودة المتوفرة من الماء لأقصى حد ممكن، لذا تعد معاملتي ري ناقص 80 و70% بديل قابل للتطبيق لتحسين إنتاجية المياه دون خسارة كبيرة في الحاصل.



شكل (5): تأثير الري الناقص في إنتاجية مياه الذرة البيضاء.

4. الاستنتاجات والتوصيات

إمكانية الري بـــ 80 و70% من احتياج الري الكامل (استنفاد 50% من الماء الجاهز) بدون نقص معنوي في حاصل الحبوب والذي لم يصل الانخفاض الى 25% في حالة محدودية المياه. وضرورة عدم تعرض النبات الى الري الناقص الشديد عند مستويات 60 و50 و40% بدلالة انخفاض انتاجية المياه وحاصل الحبوب. فضلا عن الاهتمام بالري في المراحل الاخيرة لنمو محصول الذرة البيضاء (التزهير ونضج الحبة) والتي سببت انخفاض في حاصل الحبوب في الدراسة الحالية لاستلامها كميات مياه قليلة مقارنة بمرحلة نمو البادرات.

المصادر

الإمام، عبد الكريم قاسم. 2022. أثر الري الناقص والتسميد البوتاسي في الاستهلاك المائي ونمو وحاصل الذرة البيضاء في تربة جبسية - رسالة ماجستير- كلية الزراعة - جامعة تكريت.

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

توفيق، حسام الدين احمد. 2006. استجابة الذرة البيضاء *Sorghum bicolor* L. لنقص الري خلال مراحل النمو المختلفة وإثر ذلك في توزيع الجذور. اطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة بغداد.

علي، نور الدين شوقي. 2012. تقانات الاسمدة وأستعمالتها. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد، العراق.

علي، هشام رعد. 2017. تأثير تحفيز البذور والري الناقص في نمو وحاصل الحبوب ومكوناته للذرة البيضاء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة – جامعة بغداد.

مطلك، نعيم عبد الله وقاسم احمد سليم وفوزي عبدالحسين كاظم. 2015. تأثير الري الناقص والسماد البوتاسي في الاستهلاك المائي ومعامل المحصول للذرة البيضاء. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 46 (5): 739-751.

وزارة الزراعة. 2011. إرشادات في زراعة وإنتاج الذرة البيضاء. الهيئة العامة للإرشاد والتعاون الزراعي. جمهورية العراق: 16.

Abdulrazzaq, H., Ati, A., & Hassan, A. (2018). The role of irrigation management processes and micronutrient fertilization on parameters of growth and yield of two wheat varieties. *International Journal of Agricultural Statistical Sciences*, *14*(1), 125-128.

Ajaz, A., Datta, S., & Stoodley, S. (2020). High plains aquifer–state of affairs of irrigated agriculture and role of irrigation in the sustainability paradigm. *Sustainability*, *12*(9), 3714.

Al Hasnawi, R. A., Ati, A. S., & Tali, A. H. (2022, December). Study of water productivity of wheat and moisture distribution under the influence of center pivot irrigation and different tillage systems for desert soils. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1120, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.

Alhag, D. D., Rashidi, V., Aharizad, S., Farahvash, F., & Mirshekari, B. (2021). The traits affecting wheat grain yield and determining tolerant genotypes using drought indices. *Cereal Research Communications*, 1-10.

Al-Hassan, M. J. A., Ati, A. S., & Hussein, H. H. (2023, April). Spatial Distribution of Soil Quality and Health Index for the Umm Al-Naaj Marsh in Maysan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1158, No. 2, p. 022039). IOP Publishing.

Al-Lami, A. A. A. A., Ati, A. S., & Al-Rawi, S. S. (2023). Determination of water consumption of potato under irrigation systems and irrigation intervals by using polymers and bio fertilizers in desert soils. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, *54*(5), 1351-1363.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. *Fao, Rome*, *300*(9), D05109.

AL-Rawi, S. S., Aoda, M. I., & Ati, A. S. (2017). The Role of subsurface water retention technology (SWRT) for growing chili pepper in Iraqi sandy soils. *Journal of Environment and Earth Science*, *7*(1), 82-89.

Atee, A.S. & AL-Sahaf F.H. (2007). Potato production by organic farming; 1-role of organic fertilizer on soil physical properties and microorganism number. *The Iraqi Journal Agricultural Sciences (4): 36-51.*

Ati, A. S. (1999). *The Effect of Soil Moisture and Depth of Agriculture and the Amount of Seed of Wheat Planted in Three Different Soils* (Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis. Coll. of Agric, Univ. of Baghdad. PP: 53-66).

Ati, A. S., Dawood, S. S., & Abduljabbar, I. (2014a). Effect of pulverization tools and deficit irrigation treatments on machinery group, some soil physical properties, growth and yield of barley. *J. Agric. Veter. Sci*, *7*(1), 8-11.

Ati, A. S., Hameedi, I. H., & Mohamed, E. K. (2014b). Study of irrigation intervals and bio-fertilizer on growth, yield, and water use efficiency of some wheat cultivars. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, 4(Special Issue (Sept)), pp.8-16.

Ati, A. S., Hassan, A., & Mohammed, M. (2016). Effect of water stress and NPK fertilization on growth, yield of wheat and water use efficiency. *J. of Agric. and Vetern. Sci*, *9*(12), 21-26.

Ati, A. S., Hassan, A., Abd-Aljabar, S., & Salah, A. (2017). Role of bio fertilization on wheat and water productivity under water scarcity. *Pak. J. Biotechnol. Vol*, *14*(4), 521-525.

Dong, Y. (2022). *Irrigation scheduling methods: overview and recent advances*. *Irrigation and Drainage.* IntechOpen.

FAO STAT. (2021). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Availabe online: (accessed on Accessed 13 May 2021).

FAO, Faostat Agriculture-Roma. (1986). Online statistical database of the food and Agricultural Organization of United Nations.

Jabbar, H. A., Ati, A. S., & Hassan, A. H. (2020). FURROW IRRIGATED RAISED BED (FIRB) TECHNIQUE FOR IMPROVING WATER PRODUCTIVITY IN IRAQ. *Plant Archives*, *20*(2), 1017-1022.

Khalaf, A. A., Issazadeh, L., Abdullah, Z. A., & Hassanpour, J. (2019). Growth and Yield Assessment of Two Types of Sorghum-Sudangrass Hybrids as Affected by Deficit Irrigation. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, *13*(7), 214-218.

Sarshad, A., Talei, D., Torabi, M., Rafiei, F., & Nejatkhah, P. (2021). Morphological and biochemical responses of Sorghum bicolor (L.) Moench under drought stress. *SN Applied Sciences*, *3*(1), 81.

Xue, J., Huo, Z., Wang, F., Kang, S., & Huang, G. (2018). Untangling the effects of shallow groundwater and deficit irrigation on irrigation water productivity in arid region: New conceptual model. *Science of the Total Environment*, *619*, 1170-1182.