

تحفيز حبوب الحنطة لتحسين كفاءة استعمال الماء تحت مستويات رطوبة مختلفة

خضير عباس جدوع

كلية الزراعة – جامعة بغداد

بشرى شاكر جاسم العبيدي*

كلية الزراعة – جامعة الأنبار

الخلاصة

نُفذت تجربة حقلية في حقل تجارب قسم المحاصيل الحقلية-كلية الزراعة- جامعة بغداد خلال الموسم 2013-2014 لدراسة تأثير تحفيز حبوب seed priming الحنطة قبل الزراعة على تحمل النباتات للجفاف أكثر من مثيلاتها الناتجة عن حبوب غير محفزة Unprimed وعلاقة ذلك بتحسين كفاءة استعمال الماء للمحصول. استخدم تصميم القوالب الكاملة المعشاة (R.C.B.D) بترتيب الألواح المنشقة بثلاثة مكررات في التجربة الحقلية، احتلت الألواح الرئيسة مستويات الاستنفاد الرطوبي وهي 50 %، 70 % و 90 % من الماء الجاهز للسعة الحقلية، فيما مثلت معاملات تحفيز الحبوب بمنظمات النمو (Cycocel، Kineti، Gibberellin و Salicylic acid والأملاح (KCl) والفيتامينات (Ascorbic acid) إضافة إلى معاملي السيطرة (Distilled water و Dry seeds) في الألواح الثانوية.

أظهرت نتائج التجربة، ان متوسط نسبة البزوغ الحقلي زاد من 78.4 % لمعاملة المقارنة عدم التحفيز Dry seed إلى 87.4 % باستعمال التحفيز بـ Gibberellin بزيادة معنوية بلغت 11.47 %. حققت معاملات التحفيز بـ KCl و Salicylic acid هي الأخرى زيادات معنوية بلغت 9.31 % و 8.62 % قياساً بمعاملة المقارنة Dry seed. ان معاملة الاستنفاد الرطوبي 90 % مع التحفيز بـ Salicylic acid حققت زيادة في كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب بلغت 1.850 كغم. م⁻³ بزيادة تجاوزت 100 % مقارنة بمعاملة المقارنة عدم التحفيز Dry seeds عند نفس مستوى الاستنفاد 90 % حيث تسبب الاستنفاد الرطوبي عند المستوى 90 % مع عدم التحفيز Dry seeds في خفض كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب إلى 0.8381 كغم. م⁻³. كما بين الجدول نفسه، ان الاستنفاد الرطوبي عند المستوى 90 % مع التحفيز بـ Gibberellin حقق زيادة في كفاءة استعمال الماء للحاصل البايولوجي إذ بلغت الكفاءة 3.8823 كغم. م⁻³ مقارنة بمعاملة المقارنة عدم التحفيز Dry seeds عند نفس المستوى 90 % والتي سجلت كفاءة مقدارها 3.143 كغم. م⁻³. ان التأثير المعنوي لمعاملات التداخل بين مستويات الاستنفاد الرطوبي ومعاملات تحفيز البذور دل على ان معاملات تحفيز البذور سلكت سلوكاً مختلفاً تجاه مستويات الاستنفاد الرطوبي، وهذا يعني إمكانية معاملة بذور الحنطة قبل الزراعة بمنظم النمو Gibberellin و Salicylic acid لتحسين مقدرتها على تحمل الإجهاد المائي.

Seed Priming Wheat *Triticum aestivum* L. to improve water use efficiency under different moisture levels

Bushra Shaker Jasim ALobaidy

Department of Field Crops Science

College of Agriculture-University of Al.Anbar

Khdhayer Abbas Jaddoa

Department of Field Crops Science

College of Agriculture-University of Baghdad

* مستل من أطروحة الدكتوراه للباحث الأول

Abstract

A field experiment was carried out in the experiments of field crops Department field - Faculty of Agriculture - University of Baghdad, during the season 2013 -2014 .The objective was to investigate the effect of seed priming wheat before sowing on the wheat plants tolerance to the drought compared with the non- priming seeds and its relationship with the growth and grain yield. Use the R.C.B.D design in the arrangement of split- plot with three replicates. The drought treatment (50 ،70 ، and 90%) depletion of available water of occupied the main plots. While seed priming treatments (gibberellins, Kinetin, cycocel, salicylic acid، kcl, Ascorbic acid, distilled water and Dry seedss). The results of experiment revealed that there were significant differences between seed priming treatments with emergence .

The results of the trial showed that, the moral effect of the seed priming in the proportion of emergence. The average emergence field rate of 78.4% for the treatment of Dry seed to 87.4% using the seed priming with Gibberellin ،with increase ratio 11.47%, so as with KCL and Salicylic acid is the other significant increases amounted to 9.31% and 8.62 % compared to the treatment comparison Dry seed . Moisture depletion treatment 90% with seed priming by Salicylic acid increase in water use efficiency of grain reached quotient 1.850 kg. M3 increase exceeded 100% compared to the treatment comparison Dry seed at the same level of attrition 90% causing moisture depletion at 90% with no motivation Dry seeds in the reduction of water use efficiency of cereal quotient 0.8381 kg M3 as the table itself, that moisture depletion at 90% with Gibberellin has achieved an increase in the efficiency of water use for the quotient with biological efficiency 3.8823 kg. M3 compared to treatment comparison Dry seed at the same level of 90% and an efficiency recorded 3.143 kg M3. Seed priming with Gibberellin and Salicylic acid gave the highest values of water use efficiency. The interaction between depletion levels and seed priming was significant for all studied traits.

المقدمة

أصبح الماء عاملاً محدداً لإنتاجية معظم المحاصيل الحقلية الصيفية والشتوية على حد سواء بسبب نقص الموارد المائية في نهري دجلة والفرات من جهة وشح الأمطار من جهة أخرى. عندما لا يكون الماء متيسراً للنبات بالكميات المطلوبة فإنه يؤثر بشكل سلبي في خصائص نمو ونشوء النبات جميعها ليشمل الجوانب التشريحية، المورفولوجية، الفسيولوجية والبايوكيميائية فينتج عن ذلك اختزال حجم النبات ومساحته الورقية وقلة الحاصل، في ضوء ذلك لا بد من البحث عن وسائل مناسبة تساعد النبات في تحمل الجفاف (نقص الماء water deficit) وإعطاء حاصل مقبول. تعد تقانة تحفيز البذور (Seed priming) والتي تعني نقع الحبوب قبل الزراعة (بمنظمات النمو النباتية والفيتامينات والأملاح) لمدة معينة قبل زراعتها واحدة من أهم الوسائل

المستخدمة والتي أثبتت فاعليتها وفوائدها من خلال ارتباط عملية التحفيز بعملية الإنبات نفسها وذلك لتحسين الإنبات وجعله منتظماً يحدث في وقت واحد، كما أنه يعطي بادرات قوية متجانسة ومن ثم تأسيس حقلي جيد ومبكر.

إن تنظيم عملية إنبات البذرة بواسطة هذه التقنية قد يحدث استجابة تكيفية سببية (per-adaptation response) عند حصول الإجهادات المختلفة ومنها عجز الماء ومن ثم تقليل الأضرار الناجمة من هذا الإجهاد في نمو وحاصل النبات. علاوة على ذلك فإن هذه التقنية بسيطة وقليلة التكاليف وعنصر المخاطرة فيها يكاد يكون معدوماً لذلك انتشرت في دول كثيرة في قارتي أفريقيا وآسيا كإندونيسيا وباكستان والنيبال وبنغلاديش وزمبابوي ومن قبل المزارعين وفي حقولهم وعلى محاصيل مختلفة كالرز والذرة الصفراء والحنطة والماش والدخن وبعض البقوليات الأخرى حيث تميزت النباتات الناتجة من حبوب محفزة بشكل عام ببزوغ مبكر للبادرات وبأعداد أكبر وذات غزارة قوية وتزهير ونضج بوقت مبكر وغالباً تعطي حاصلًا أكبر مقارنة بالنباتات الناتجة من حبوب غير محفزة.

تعد الحنطة المحصول الحبوبى الأول في العراق والعالم من حيث الأهمية التغذوية والتصنيعية والاقتصادية والمساحات المزروعة والإنتاج العام، ففي العراق قدرت المساحة المزروعة بمحصول الحنطة 7376 ألف دونم للموسم الشتوي 2013، و قدرت المساحة المزروعة في الأراضي المروية 5062.8 ألف دونم في حين قدرت الأراضي المزروعة في الأراضي الدائمة 2313.4 ألف دونم بنسبة 31.4% من إجمالي المساحة الكلية (الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات 2014). هذه المساحة الكبيرة يلزم لها توفير كميات كبيرة من المياه من أجل ديمومة الزراعة والإنتاج، يقابل ذلك شح في الأمطار الساقطة والموارد المائية في نهري دجلة والفرات. بناءً على ما تقدم تهدف الدراسة الحالية إلى معاملة حبوب الحنطة ببعض الهرمونات النباتية والفيتامينات والأملاح المعروفة بتأثيرها على النمو والإنبات ومعرفة فيما إذا كان لهذه المعاملات أي تأثير على قدرة نبات الحنطة على تحمل الجفاف أكثر من مثيلاتها غير المعاملة وذلك بتطبيق تجربة حقليّة.

الاستهلاك المائي لأي محصول هو مقدار الماء المطلوب إضافته لسد فواقد التبخر - النتح من حقل مزروع خلال موسم النمو في حين يشير التبخر-النتح المحصول (Evapotranspiration crop) إلى كمية الماء التي يتم فقدانها خلال التبخر - النتح (10). يعد الري أحد العوامل المهمة للحفاظ على مستويات مثلى من الماء الجاهز في المنطقة الجذرية للنباتات، غير أنه هذا لا يتوفر في المناطق الجافة وشبه الجافة لشح مصادر مياه الري أو المحددات الاقتصادية التي تعيق توسع الزراعة المروية. وجد (11) أن توزيع ماء الري عبر مراحل النمو قبل وبعد الإزهار لمحصول الحنطة بلغ 227 مم قبل الأزهار و90 مم بعد الأزهار وبلغ الماء المفقود عن طريق النتح 185 مم من الاستهلاك المائي الكلي، وأن العوامل التي تؤثر في مقدار الماء المستعمل قبل وبعد الأزهار هي التبخر من سطح التربة وضغط البخار المشبع ومقدار الكربوهيدرات المنتقلة إلى الحبوب بعد

الأزهار. حصل (8) على زيادة في إنتاج محصول الحنطة عند استهلاك مائي مقنن بحدود 515 مم. موسم¹ بعد ذلك يبدأ بالانخفاض.

إن مفهوم جاهزية الماء هو المفتاح لإدارة أي عملية ري ناجحة الهدف منها معرفة الجهود المائية التي تؤثر في العلاقات المتداخلة بين التربة والنبات والماء (23). إن نوع المحصول والطاقة المتوفرة لأشعة الشمس لها دور مهم وفعال في كفاءة استعمال المياه (Water use efficiency) لكن الماء هو العنصر الأكثر أهمية في الزراعة إذ إن شح المياه تحدد من إنتاجية المحاصيل في المناطق الجافة وشبه الجافة (28). إن عوامل إدارة الري تتعلق بمبدأين أساسيين؛ هما توقيت الري وتحديد كمية المياه المطلوبة في كل رية لتأمين الاحتياجات المائية الفعلية لمواجهة نقص الماء والطلب على الغذاء (4)، علماً أن كفاءة استعمال الماء تختلف باختلاف المحاصيل وكمية مياه الري. إن 90% من نسبة زراعة محصول الحنطة هي زراعة مروية، لهذا تستهلك كميات هائلة من المياه العذبة لإنتاج المحصول (9)، لذلك نحن بحاجة إلى تحسين كفاءة استعمال الماء في إنتاج المحصول. تعتبر العلاقة بين المحصول والتبخر-نتح الفعلي (Actual Evapotranspiration) (ETa) أكثر أهمية من العلاقة بين إنتاج المحصول وماء الري المضاف وذلك لأن الري لا يأخذ بنظر الاعتبار الماء الممتص من قبل النبات فقط، إذ إن (ETa) يشمل كل الماء الذي يؤخذ من قبل النبات ويرجع إلى الجو بهيئة نتح Transpiration (T) مضاف إليه ما يفقد على هيئة تبخر من التربة (24).

وضح (6) أن هناك انخفاض في كفاءة استعمال الماء للحنطة كلما زادت كميات مياه الري المضافة في معاملة الري الكامل (استنفاد 50 % من الماء الجاهز). أشار (29) إلى أن معاملة الري الكامل سجلت أفضل كفاءة لاستعمال مياه الري مقارنة بمعاملات قطع الري خلال مراحل مختلفة من نمو الحنطة. إن إضافة 66% من حاجة المحصول من الماء خلال فترة الإزهار وبعدها قد حسن من كفاءة استعمال الماء وتراوحت كفاءة استعمال الماء بين 0.66 - 0.92 كغم. م³ ماء تحت ظروف المطر و 66 % من احتياجات الري الكامل على التتابع (30) ولاحظوا وجود علاقة خطية بين الاستهلاك المائي وإنتاجية المحصول. إن انسداد الثغور يؤدي إلى تقليل متوسط عملية التمثيل الضوئي وبالتالي يقلل من صافي التمثيل، وإن زيادة كفاءة استعمال الماء هو ناتج صافي CO₂ الذي تم تمثيله بعملية التركيب الضوئي مقسوماً على الماء الذي تم فقده بعملية النتح عند نفس الفترة الزمنية. بين (19) أن معاملة الري الاعتيادي سجلت أعلى متوسط لكفاءة استعمال الماء بلغ 1.49 غم. لتر⁻¹ وبذلك اختلفت معنوياً عن معاملة الإجهاد في مرحلتي البطان وامتلاء الحبة اللتان سجلتا متوسطين بلغا 1.24 و 0.57 غم. لتر⁻¹ حسب الترتيب.

وجد (12) اختلافات معنوية بين معاملة الري الكامل ومعاملات الإجهاد (استنفاد 35-50 %) من الماء الجاهز خلال الفترة من مرحلة التفرعات إلى النضج الفسيولوجي ومن مرحلة التزهير إلى النضج الفسيولوجي ومن مرحلة امتلاء الحبة إلى النضج الفسيولوجي. وضحت (5) إن تحقيق أعلى كفاءة استعمال للماء عند معاملة الري بعد استنفاد 50% لعمق 0 - 30 سم، في حين أن الري عند استنفاد 90 % بعمق 0-60 سم قد حقق أقل

كفاءة استهلاكية لمحاصيل الحبوب وحاصل القش وذلك لأنه إضافة ماء الري كانت على فترات متقاربة إضافة إلى مساهمة الماء الأرضي والتي قد أمنت الاحتياجات المائية الفعلية للمحصول في المنطقة الجذرية الفعالة دون تعرض النبات إلى إجهاد مائي خلال الموسم. ومن نتائج (1) إذ حصل على أعلى قيمة لكفاءة استعمال الماء الحقل والمحصولين 1.33 و 1.27 كغم. م⁻³ على الترتيب، عند قطع الري في مرحلة التزهير، وأدنى قيمة لكفاءة استعمال الماء الحقل والمحصولي 1.08 و 1.18 كغم. م⁻³ على الترتيب عندما قطع الري خلال مرحلة الاستطالة.

المواد وطرائق العمل

نُفذت تجزئة حقلية خلال الموسم الزراعي الشتوي للعام 2013 - 2014 في حقل تجارب قسم المحاصيل الحقلية - كلية الزراعة - جامعة بغداد. إذ نفذت وفق تصميم القطاعات العشوائية بترتيب الألواح المنشقة Split Plot Design وبثلاثة مكررات، تضمنت الألواح الرئيسية Main plot معاملات الري، أضيفت كمية ماء الري بثلاثة مستويات حُسبت على أساس النسبة المئوية المستهلكة من الماء الجاهز للنبات حيث أضيف ماء الري بعد استنفاد: 50% و 70% و 90% من الماء الجاهز للنبات. أما الألواح الثانوية Sub-plot، فقد تضمنت معاملات تحفيز البذور، حيث يتم نقع حبوب نبات الحنطة الصنف بحوث لمدة 24 ساعة في معاملات التحفيز ومن ثم جففت إلى رطوبتها الأصلية. هُيئت أرض التجربة بحراستها بصورة متعامدة بالمحراث المطرحي القلاب ثم تتعيمها وتسويتها، قبل التتعيم أضيف سماد سوبر فوسفات الكالسيوم (45% P₂O₅) بمقدار 100 كغم P₂O₅. ه⁻¹ لضمان خلطه جيداً مع التربة، وأضيف سماد اليوريا 46% CO(NH₂)₂N إلى موقع التجربة بمعدل 200 كغم سماد. ه⁻¹ مصدراً للسماد النيتروجيني (5)، استعمل بثلاث دفعات متساوية، الأولى عند الزراعة والثانية في مرحلة التفرعات والثالثة عند التزهير. قسم الحقل إلى ألواح بإبعاد (3 x 3) م تضمن ألواح الواحد أحد عشر خطأ المسافة بينها 0.2 م مع ترك فاصلة بين الوحدات التجريبية بمسافة 1.25 م وذلك لضمان عدم انتقال الماء من لوح إلى آخر، ومسافة 2 م بين المكررات لتسهيل خدمة المحصول، بعد ذلك تم تنفيذ تسوية دقيقة لكل وحدة تجريبية وحددت بأكتاف ارتفاعها 20 سم لضمان تجانس توزيع ماء الري، وصنفت تربة الحقل بأنها ذات نسجة مزيجة طينية غرينية. تمت عملية الزراعة يوم 29 / 11 / 2013 وبمعدل بذار 130 كغم. ه⁻¹، عشت أرض التجربة يدويا وحسب الحاجة. حصدت النباتات عند مرحلة النضج التام وبنسبة رطوبة لا تتجاوز 14% بتاريخ 4 / 5 / 2013. الجدول 1 يبين أسماء معاملات التحفيز مع تراكيزها

جدول 1 معاملات تحفيز الحبوب وتراكيزها

التسلسل	أسماء المحفزات	التركيز (ppm)	التسلسل	أسماء المحفزات	التركيز (ppm)
1	Ascorbic acid	10	5	Kinetin	40
2	Salicylic acid	50	6	KCL	30
3	Gibberellin	600	7	Check 1	Distilled water
4	Cycocel	1000	8	Check 2	without priming (Dry)

جدول 2 بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لمادة تربة الحقل للعمق 0-60 سم

الصفة	الوحدة	القيمة	الصفة	الوحدة	القيمة
الإيصالية الكهربائية EC	ديسي سيمنز. م ⁻¹	5.12	الكثافة الظاهرية	ميكا غرام. م ⁻³	1.372
درجة الأس الهيدروجيني pH		7.14	المحتوى الرطوبي الحجمي (33 كيلو باسكال)	سم ³ . سم ⁻³	0.38
مفصولات التربة	الرمل الغرين الطين	160 490 350	المحتوى الرطوبي الحجمي (1500 كيلوباسكال)	سم ³ . سم ⁻³	0.20
			الماء الجاهز	سم ³ . سم ⁻³	0.18
			المادة العضوية	غم. كغم ⁻¹	22.13
النسجة	طينية غرينية مزيجية		البوتاسيوم الجاهز	ملغم. كغم ⁻¹	212

قدرت العلاقة بين المحتوى المائي الحجمي (θ) والشد الهيكلي (ψ) لعينات التربة المنخولة من منخل قطر فتحاته 2 مم والمحتوى الرطوبي عند الشدود 33 و 100 و 500 و 1000 و 1500 كيلو باسكال لتقدير سعة احتفاظ التربة بالماء، ومنها تم تحديد الماء الجاهز في التربة من الفرق بين المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم.

أجريت مراقبة رطوبة التربة للعمق 0-30 سم في رية الإنبات و 0-40 سم في مراحل النمو بطريقتين : الطريقة الأولى وهي الطريقة غير المباشرة عن طريق وضع المحسّسات جهد ماء التربة نوع Water mark عند العمقين 15 سم و 30 سم وتنشيو مترات ذات مقياس عند العمق 15 سم و 30 سم والطريقة المباشرة لأخذ عينات تربة بشكل مستمر من مناطق مختلفة للألواح التجريبية كافة ووضعت في علب الألمنيوم ووزنت وهي رطبة، ثم وضعت في فرن microwave oven ولمدة اثنتي عشر دقيقة بعد ان تم تعيير مدة التجفيف مع الفرن الكهربائي على وفق الطريقة المقترحة من (33). لتجفيف العينات وتستخرج نسبة الرطوبة حسب المعادلة الواردة في (22). تم تحديد الماء الجاهز للنبات ما بعد ريه الإنبات على أساس الفرق في خزان المنطقة الجذرية للنبات عند السعة الحقلية والمحتوى المائي عند نسبة الاستفاد.

$$w_w = \left(\frac{M_{sw} - M_s}{M_s} \right) 100 \dots\dots\dots 1$$

إذ ان w_w النسبة المئوية الوزنية للرطوبة، و M_{sw} كتلة التربة الرطبة (غم)، و M_s كتلة التربة الجافة (غم).

تم حساب المحتوى الرطوبي لحجمي باستخدام المعادلة الآتية:

$$\theta_v = w_w \times \frac{\rho_b}{\rho_w} \dots\dots\dots 2$$

إذ إن θ_v المحتوى الرطوبي الحجمي (سم³. سم⁻³)، ρ_b الكثافة الظاهرية للتربة (ميكا غرام. م⁻³)، و ρ_w كثافة الماء (ميكا غرام. م⁻³).

وحسبت كمية ماء الري اللازم إضافتها لكل لوح بموجب معادلة (27)

$$d = D \times \theta_v \dots\dots\dots 3$$

إذ أن d عمق الماء المضاف (مم)، و D عمق التربة (مم)

أُستعمل حوض ماء بأبعاد (3×3×2) م مغلف بمادة البولي أثلين الشفاف (نايلون زراعي سمك 2 مم) يُجهز بالماء من البئر بوساطة ساقية فرعية، وتم الإرواء بواسطة أنابيب بلاستيكية مربوطة بمضخة كهربائية، ومثبت على الأنبوب عداد لقياس الماء المار خلال الأنبوب بالتر، أضيفت كميات متساوية من الماء إلى الألواح جميعها عند الزراعة ولحدود السعة الحقلية لضمان البزوغ الحقلي. ومن ثم رويت النباتات عند استنفاد 50% و70% و90% من الماء الجاهز على عمق 0 - 30 سم و 0 - 40 سم وحسب مراحل النمو.

استعملت معادلة الموازنة المائية كطريقة مباشرة في حساب الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول للمعاملات المختلفة (13).

$$(I + P + C) - (ET_a + D + R) = \pm \Delta S \text{ ----- } 4$$

إذ أن I الري تم حسابه للمعاملات المختلفة من الماء الجاهز للنبات ولنسب الاستنفاد من الماء الجاهز (مم. يوم⁻¹)، و P كمية مياه المطر (مم)، و C مساهمة الماء الأرضي، و ET_a التبخر-النتح الفعلي (مم. يوم⁻¹)، و D البزل العميق (مم)، و R السيج السطحي (مم)، و ΔS الفرق في عمق الماء المخزون في المنطقة الجذرية الفعالة قبل بداية الموسم مباشرة (الابتدائي) وعند نهاية كل ريه (مم/يوم)،

وبسبب عدم مساهمة الماء الأرضي، وعدم حصول سيج سطحي (لأنه الألواح محدده بكتوف، وان الري يتم حسب نسب الاستنفاد، لذا فان $C=0$ ؛ $R=0$ ؛ $D=0$ ويمكن صياغة المعادلة (4)، كما يلي؛

$$I + R = ET_a \pm \Delta S \text{ } 5$$

تم تقدير كفاءة استعمال الماء للمحصول حسب المعادلة الآتية (16):

$$WUE_c = GY / ET_a \text{ } 6$$

إذ أن WUE_c كفاءة استعمال الماء (كغم. م³)⁻¹، و GY حاصل الحبوب (كغم. هـ⁻¹)، و ET_a التبخر - النتح الفعلي الموسمي لوحدة المساحة (م³. هـ⁻¹).

قدرت كفاءة استعمال الماء للحاصل البايولوجي WUE كما في المعادلة 7

$$WUE_c = BIOY / ET_a \text{ } 7$$

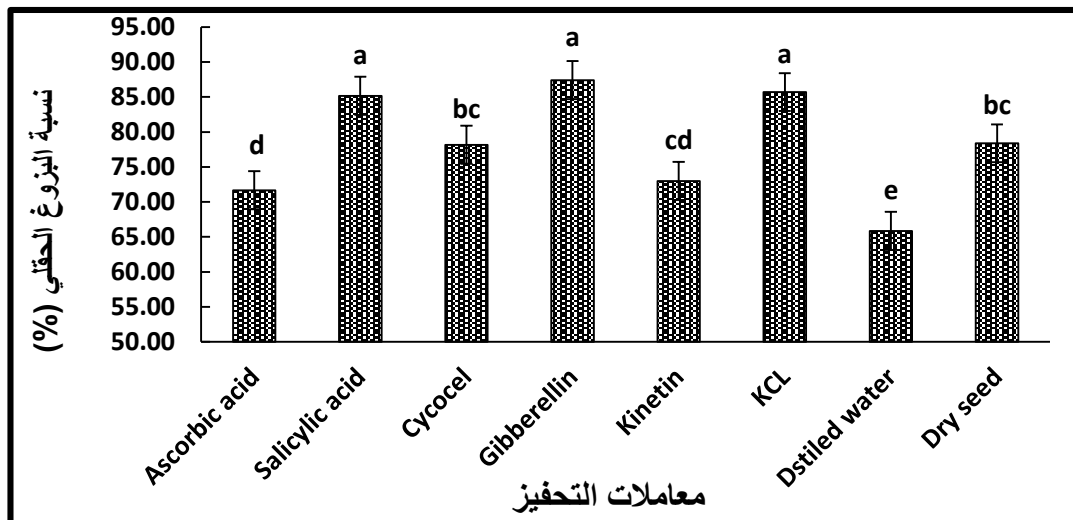
إذ أن WUE كفاءة استعمال الماء (كغم. م³)⁻¹، و $BIOY$ الحاصل البايولوجي (كغم. هـ⁻¹)، و ET_a التبخر - النتح الفعلي الموسمي لوحدة المساحة (م³. هـ⁻¹).

جرى تحليل البيانات إحصائياً للصفات المدروسة باستعمال اختبار أقل فرق معنوي (L.S.D) وعلى مستوى احتمالية 0.05 للمقارنة بين المتوسطات الحسابية. أُستعمل البرنامج الإحصائي Genstate (2009) في إجراء التحليل الإحصائي.

النتائج والمناقشة

نسبة البزوغ الحقلي

تبين النتائج في الشكل 1، التأثير المعنوي لمعاملات تحفيز الحبوب في نسبة البزوغ الحقلي. فقد زاد متوسط نسبة البزوغ الحقلي من 78.4% لمعاملة المقارنة عدم التحفيز Dry seeds إلى 87.4% باستعمال التحفيز بـ Gibberellin بزيادة معنوية بلغت 11.47%. معاملات التحفيز بـ KCl و Salicylic acid هي الأخرى حققت زيادات معنوية بلغت 9.31% و 8.62% قياساً بمعاملة المقارنة Dry seeds. فيما سجلت معاملة التحفيز Distilled water اقل نسبة بلغت 65.9% وبنسبة انخفاض معنوي بلغ 18.96% عن معاملة المقارنة Dry seeds. إن الحبوب المحفزة لها نسبة إنبات أعلى ويحصل في زمن واحد، وذلك ببساطة نتيجة لاختزال (الخمول أثناء تشرب البذرة) وهي مرحلة مهمة تختزل من الزمن بعدها تحدث العملية الفيزيائية الكيميائية، كذلك بناء محفزات الأيض الخاص بالإنبات خلال مرحلة التشرب وحصول التحوير الزموزي، ويعزى تفوق Gibberellin إلى تأثيره في كسر سكون البذرة، فانه يسيطر على تخليق إنزيم ألفا اميليز عن طريق تراكم ألفا اميليز الأحماض النووية الرايبوزومية mRNA وقد يقوم هذا الحامض بتوجيه جينات معينة لتخليق بروتينات جديدة تشمل ألفا اميليز والبروتيز والنوكليز إذ يقوم الالفاميليز بهضم النشأ والبروتيز بهضم البروتين والنوكليز بهضم الحامض النووي وتنقل هذه الإنزيمات إلى السويداء، وتتكون السكريات والأحماض الأمينية والنوكليدات، ثم تنتقل هذه المنتجات الغذائية إلى الجنين خلال القصعة (7). نتائج الدراسة الحالية جاءت متوافقة مع نتائج (2 و 3 و 18). واقترح (25) إن زيادة نسبة الإنبات وتحسين البزوغ للحبوب يرجع إلى تكامل الأغشية الخلوية وتحفيز تكوين البروتين والحامض النووي وزيادة فعالية مضادات الأكسدة.



الشكل 1 تأثير معاملات تحفيز الحبوب في نسبة البزوغ الحقلي (%)

تقدير الاحتياجات المائية للمحصول

تبين النتائج في جدول 3 عمق الماء المضاف والاحتياج المائي الفعلي الكلي لمحصول الحنطة لمعاملات الاستنفاد الرطوبي 50% و 70% و 90% للموسم الشتوي 2013-2014. أظهرت معاملة الاستنفاد الرطوبي 50% أعلى قيمة لعمق الماء المضاف بلغ 413 مم للموسم وانخفضت إلى 326.6 و 319.4 مم

لمعاملتي الاستنفاد الرطوبي 70% و 90% على التتابع. يلاحظ ارتفاع قيم أعماق المياه المضافة بارتفاع مستويات الاستنفاد الرطوبي في كل معاملة إذ أن المحتوى الرطوبي عند استنفاد 90% من الماء الجاهز كان 0.218 سم³ سم⁻³ وهو قريب من قيمة المحتوى المائي عند نقطة الذبول الدائم 0.20 سم³ سم⁻³. أدت زيادة الاستنفاد الرطوبي إلى حصول انخفاض مائي للتربة ويمكن يعزى ذلك إلى أن المحتوى الرطوبي الابتدائي للمعاملات التي تروى عند نسب استنفاد 50% من الماء الجاهز كان مرتفعاً مقارنةً بالمعاملات التي تروى عند استنفاد رطوبي 70% و 90% من الماء الجاهز غير أن هذه المعاملات تعرضت لتبخّر واستنفاد رطوبي أقل من 50% من الماء الجاهز (1 و 5). انخفض عدد الريات خلال الموسم بسبب هطول الأمطار.

جدول 3 الاستهلاك المائي الفعلي الكلي خلال مراحل النمو من حساب عمق الماء المضاف لمحصول الحنطة للموسم الشتوي 2013-2014

تسلسل الريات	نسبة الاستنفاد المائي	تأريخ الري	المحتوى المائي الإبتدائي قبل الري سم ³ سم ⁻³	عمق ماء الري المضاف مم	عمق ماء الري المضاف الكلي مم	مساهمة ماء المطر (مم)	الاستهلاك المائي الفعلي الكلي ETa(مم)
1-	50%	13/12/202	00.2	54	(رية الإنبات)54	72	413
2-		14/2/209	0.29	36	54 + 288		
3-		14/202/19	0.29	36			
4-		27/2/2015	0.29	36			
5-		4/2013/3	0.29	36			
6-		14/203/91	0.29	36			
7-		14/203/82	0.29	36			
8-		4/2014/5	0.29	36			
9-		12/ 4/2014	0.29	36			
1-	70%	2/12/2013	0.2	54	54	72	326.6
2-		14/2/2014	0.2	50.4	+		
3-		4/3/2017	50.24	50.4	201.6		
4-		4/4/20126	450.2	50.4			
5-		4/4/20110	450.2	50.4			
1-	90%	14/2/2014	0.2	54	54	72	319.4
2-		14/203/17	0.218	64.8	+		
3-		26/3/2014	0.218	64.8	194.4		
4-		14/4/2011	0.218	64.8			

* عمق ماء الري لرية الإنبات: 54 سم، ETa=I+R

$$\text{الرطوبة الابتدائية} = (\text{الرطوبة الوزنية قبل الزراعة} - \text{الرطوبة عند نقطة الذبول}) \times \text{الكثافة الظاهرية} \times \text{عمق منطقة الجذور} \times 100 \\ = (0.20 - 0.15) \times 1.372 \times 0.3 \times 100 = 2.058 \text{mm}$$

$$\text{الرطوبة النهائية} = (\text{الرطوبة الوزنية بعد الحصاد} - \text{الرطوبة عند نقطة الذبول}) \times \text{الكثافة الظاهرية} \times \text{عمق منطقة الجذور} \times 100 \\ = (0.20 - 0.15) \times 1.372 \times 0.3 \times 100 = 1.99 \text{mm} \\ \Delta S = 2.058 - 1.99 = 0.068 \text{mm}, \quad \Delta S = 0$$

حسبت جميع قيم التغير في الخزين المائي ووجد بانها قيم يمكن إهمالها ولجميع معاملات الري

كفاءة استعمال الماء

كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب والحاصل البايولوجي

يشير الملحق 1 إلى معنوية التداخل بين معاملات التحفيز ومعاملات الإجهاد الرطوبي مما يدل على اختلاف في سلوكية معاملات التحفيز باتجاه معاملات الإجهاد الرطوبي، على سبيل المثال نلاحظ بأن كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب ازدادت مع زيادة الإجهاد الرطوبي عند استعمال المحفز Salicylic acid و Ascorbic acid على العكس من ذلك سلكت بقية المحفزات، بينما نلاحظ بأن كفاءة استعمال الماء للحاصل البايولوجي ازدادت مع زيادة الإجهاد الرطوبي عند استعمال المحفز Gibberellin وعلى العكس من ذلك سلكت بقية المحفزات.

تبين النتائج في جدول 15 كفاءة الاستعمال المائي لحاصل الحبوب والحاصل البايولوجي. تراوحت قيم كفاءة الاستعمال المائي لحاصل الحبوب بين 0.8356-2.2876 كغم. م⁻³ وكفاءة الاستعمال المائي للحاصل البايولوجي 2.429 - 4.513 كغم. م⁻³. حققت معاملة الاستنفاد الرطوبي 90% مع التحفيز بـ Salicylic acid زيادة في كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب بلغت 1.850 كغم. م⁻³ بزيادة تجاوزت 100% مقارنة بمعاملة المقارنة عدم التحفيز Dry seeds عند نفس مستوى الاستنفاد 90% حيث تسبب الاستنفاد الرطوبي عند المستوى 90% مع عدم التحفيز Dry seeds في خفض كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب إلى 0.8381 كغم. م⁻³.

كما بين الجدول نفسه، إن الاستنفاد الرطوبي عند المستوى 90% مع التحفيز بـ Gibberellin حقق زيادة في كفاءة استعمال الماء للحاصل البايولوجي إذ بلغت الكفاءة 3.8823 كغم. م⁻³ مقارنة بمعاملة المقارنة عدم التحفيز Dry seeds عند نفس المستوى 90% والتي سجلت كفاءة مقدارها 3.143 كغم. م⁻³. إن الدور الذي يمكن أن يؤديه حامض Salicylic acid كمضاد للأوكسدة، فضلاً عن دوره في الحث على إنتاج هرمونات النمو ومنها أندول حامض الخليك IAA وحامض ABA ودوره في منظومة نقل الإشارة المرتبطة بفعالية هرمون حامض الأبسيسك ABA كل هذه العوامل يمكن أن تفسر دور حامض Salicylic acid في زيادة كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب (21 و 32).

نستنتج أن التداخل المعنوي بين معاملات الاستنفاد الرطوبي ومعاملات تحفيز البذور يدل على أن معاملات التحفيز سلكت سلوكاً مختلفاً اتجاه معاملات الاستنفاد الرطوبي، وتميزت معاملة التحفيز بـ Salicylic acid و Ascorbic acid بزيادة حاصل الحبوب بنسب مئوية تجاوزت 100% عند أقصى مستوى استنفاد 90% مع عدم التحفيز Dry seed. إن التحفيز بـ Salicylic acid و Ascorbic acid قد حسن الحالة العامة لنمو نبات الحنطة المعرض للإجهاد المائي، من خلال مقاومة النباتات للجفاف، وقد انعكس ذلك على قدرة النبات على التمثيل الضوئي وزادت كفاءة استخدام الماء وحسن الحالة العامة للنبات.

جدول 4 كفاءة استعمال الماء لمحصول الحنطة للموسم الزراعي تحت تأثير مستويات الاستنفاد الرطوبي ومعاملات التحفيز

نسب الاستنفاد	Eta	معاملات التحفيز	الحاصل (كغم. هـ ⁻¹)	كفاءة استعمال الماء (كغم. م ⁻³ ماء)
			الحاصل البيولوجي	حاصل الحبوب
50 %	413	Ascorbic acid	4480	12430
		Cycocel	4939	11890
		Kinetin	4104	11490
		Salicylic acid	4629	13390
		Gibberellin	6969	15070
		KCL	4326	13490
		Distilled water	5239	12600
		Dry seeds	3451	14040
			4767	13050
		المعدل		
70 %	326.6	Ascorbic cid	3710	11430
		Cycocel	7462	14270
		Kinetin	5914	13800
		Salicylic acid	4595	14740
		Gibberellin	4635	11720
		KCL	5878	13710
		Distilled water	4157	12510
		Dry seeds	4746	13170
			5137	1132.6
		المعدل		
90 %	319.4	Ascorbic cid	5047	10820
		Cycocel	3867	10640
		Kinetin	3600	9640
		Salicylic acid	5909	13440
		Gibberellin	4756	12400
		KCL	5054	11810
		Distilled water	2269	7760
		Dry seeds	2677	10040
			4147	1086.3
		المعدل		

ملحق 1 تحليل التباين للصفات المدروسة ممثلة بمتوسطات المربعات MS

مصادر التباين	درجات الحرية	الحاصل البيولوجي	حاصل الحبوب طن . هـ ⁻¹	كفاءة استعمال الماء لحاصل الحبوب	كفاءة استعمال الماء لحاصل البيولوجي
معاملات الاستنفاد الرطوبي	2	42.084*	6.0238*	84.358*	398.28*
المكررات	2	1.886	0.2940	2.592	15.83
الخطأ (a)	4	1.214	0.0592	0.477	9.68
معاملات تحفيز البذور	7	8.054*	4.1925*	39.705*	77.48*
التداخل	14	4.849*	130.73*	39.429*	47.07*
الخطأ (b)	42	2.537	15.75	3.022	23.33

المصادر

1. البديري، احمد حسين تالي، 2013. تحديد حساسية مراحل نمو الحنطة تحت الري المحدود والسماح

البوتاسي باستعمال دوال إنتاجية المياه. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد.

2. السيلاوي، رزاق لفته عطية، 2011. استجابة نمو وحاصل بعض أصناف الرز لتحفيز الحبوب. أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة – جامعة بغداد.
3. جباد، صدام حكيم، 2008. تأثير حامض الجبرليك في حيوية وقوة الإنبات لبذرة الذرة البيضاء Sorghum bicolor L. Moench الناتجة من الكثافات النباتية المختلفة. رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.
4. حاجم، احمد يوسف وحقي إسماعيل ياسين، 1992. هندسة تنظيم الري الحقلي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل – كلية الهندسة.
5. خضير، لمي صادق، 2012. تأثير نسب الاستفاد من الماء الجاهز وعمق الري في مساهمة الماء الأرضي في التبخر –النتح الفعلي وكفاءة استعمال الماء للحنطة (*Triticum aestivum* L.) رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد.
6. عامر، سرحان انعم عبده، 2004. استجابة أصناف مختلفة من قمح الخبز (*Triticum aestivum* L.) للإجهاد المائي تحت ظروف الحقل. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.
7. عطية، حاتم جبار وخضير عباس جدوع، 1999. منظمات النمو النباتية النظرية والتطبيق. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي مديرية دار الكتب للطباعة والنشر. بغداد.
8. عوده، مهدي إبراهيم وعامر داوود سليمان ونمير طه مهدي، 2006. استجابة حاصل حنطة الخبز (*Triticum aestivum* L.) للماء تحت ظروف الزراعة الإروائية، مجلة العلوم الزراعية العراقية 37(1):27-34.
9. Agricultural Statistics At a glance, 2010. Directorate of Economics and Statistics .Department of Agriculture and Cooperation. Ministry of Agriculture, Govt. of India.
10. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith, 1998. Crop evapotranspiration –guidelines for computing crop water requirements .FAO irrigation and drainage Paper. No.56, Rome.
11. Angus, J. F. and A. F. Van- Herwearden, 2001. Increasing water and water use efficiency in dry land wheat. Agron. J. 93: 290-298.
12. Bogale, A. and K, Tesfaye, 2011. Relationship between kernel ash content ,water use efficiency and yield in durum wheat under water deficit induced at different growth stages. Afr. J. of Basic & Appl. Sci. 3(3):80-86.
13. Dooge , J. C. T., 1960. Volumetric calibration of neutron moisture probe .Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 30:541-544.
14. Eivazl ,Alireza , 2012. Induction of drought tolerance with seed priming in wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.).Acta agriculturae Slovenica, 99 - 1, marec 2012 str. 21 – 29.
15. Eltayeb, M. A. and Ahmed, N. L. (2010) . Response of wheat cultivars to drought and salicylic acid . American-Eurasian J. of Agronomy, 3(1) : 01-07.

16. Ehadaie, B. and J. G. Waines. 1995. variation in water use efficiency and its components in wheat: II. Pot and field experiments. *Crop.Sci.* 35: 294- 299.
17. Farooq, M.; M. Irfan¹, T. Aziz¹, I. Ahmad¹ & S. A. Cheema, 2013. Seed Priming with Ascorbic Acid Improves Drought Resistance of Wheat .*Agronomy & Crop Science* (2013) ISSN 0931-2250..
18. Ghana, S. G., and W.F.,Schillinger, 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield.*Crop Sci.* 43: 2135-2141.
19. Grewal, H.S., 2010. Response of wheat to subsoil salinity and temporary water stress at different stages of the reproductive phase. *Plant Soil.* 330:103-113.
20. Harris,D., 2006 .Development and testing of on kram seed priming .*Adv. in Agron.* 90:129-17
21. Hayat, S. and A. Ahmad, 2007. Salicylic acid a Plant Hormone. Springer. Dordrecht, the Netherlands. 401pp.
22. Hillel, D., 1980. Application of Soil Physics. Academic press.Inc. New York. Pp. 116 – 126.
23. Hillel, D., 1990. Role of irrigation in agriculture system .In Stewart, B. A. and D. R. Nielson (eds). *Irrigation of Agricultural crops* .ASA. CSS A. SSS A. monograph, Madison Wis PP 5-29.
24. Huang, Y., L. Chen, B. Fu, A. Huang and J. Gong, 2005.The wheat yields and water use efficiency in the loss plateau: straw mulch and irrigation effects. *Agric. Water Manag.* 72:209-222 .
25. Hus, J. L., & J. M. Sung., 1997. Antioxidant role of glutathione associated with accelerated angina and hydration of triploid Watermelon seeds. *Physiology Plant arum*, 100, 967-974
26. Khan, N. and F, Naqvi, 2011. Effect of water stress on bread wheat hexaploids. *Current Res. J. of boil. Sci.* 3(5): 487-498.
27. Kovda, V. A., C. Vande Berg, and R. M. Hangun, 1973. Irrigation, drainage and salinity. FAO, UNESCO, London.
28. Marais D; F. G. Rethman and J. Annandale, 1998 .Wateruse efficiency of pearl millet (*Pennisetum glaucoma*) inter imof matter Crude protein and digestible nutrient .production International Symposium on Arid Region Soil , MENEMEN ,and IZMIRTURKEY 24 – 21 September.
29. Ouda, S. A., T. EL–Mesiry and M. S. Gaballah, 2007. Increasing water use efficiency for wheat grown under water stress condition. *J. Appl. Sci Res.*, 3(12):1766-1773.
30. Oweis , T., H. Zhang. and M. Pala, 2000. Water use efficiency of rain fed and irrigated bread wheat in Mediterranean environments. *Agron. J.* (92) 231-238.
31. Polley, H. H., 2002. Implication of Atmospheric and Climatic Change for Crop Yield and WUE. *Crop Science* 42:131-140.
32. Waseem, M., 2006 .Influence of Exogenously Applied Salicylic Acid on drought tolerance of hexaploid wheat. Ph.D. Thesis University of Agriculture. Faisalabad.
33. Zein, A. M.K. 2002. Rapid determination of soil moisture content by the microwave oven drying method. *Sudan engineering society journal.* 48(40): 43-54.