# تقدير الاستهلاك المائي ونمو وحاصل البطاطا (Solanum *Tuberosum L*) تحت نظام الري بالتنقيط

**بسام الدين الخطيب هشام** — **كلية الزراعة–جامعة الأنبار**

**باسم محمد يوسف*** — **كلية الزراعة–جامعة الأنبار**

**وائل فهمي عبد الرحمن** — **وزارة الزراعة**

**الخلاصة**

نفذت تجربة حقلية خلال العروة الربيعية 2015 م في قرية الشخصلية التابعة لقضاء هيت–محافظة الأنبار في تربة مزيجة رملية لحساب الاستهلاك المائي بطرائق مختلفة تحت نظام الري بالتنقيط وأسلوب الإضافة ونمو وحاصل البطاطا، قيس الاستهلاك المائي بأربع طرائق وهي الاعتماد على البيانات المناخية باستخدام معادلة نجيب خروفة واستخدام حوض التبخر واستخدام جهاز المشداد والمتحسس الرطوبي، تم إضافة مياه الري بأسلوبين إضافة عمق الرية مرة واحدة وإضافة نصف عمق الرية وإضافة النصف الثاني بعد 12 ساعة من الإضافة الأولى، وزعت معاملات الدراسة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة وبثلاث مكررات وزرعت تقاوي البطاطا بتاريخ 2015/2/5، أعطيت خمسة ريات قبل الإنبات وبعدها تم جدولة الري حيث تمت عمليات الإرواء عند استنزاف 40% من الماء الجاهز عند الري باعتماد المشداد والمتحسس الرطوبي فيما اعتمدت فاصلة ري 3 أيام عند اعتماد معادلة نجيب خروفة وحوض التبخر. حسب الاستهلاك المائي وقيس ارتفاع النبات وطول الجذور والوزن الجاف والحاصل الكلي وحسبت كفاءة استعمال المياه.

بينت النتائج ان قيم الاستهلاك المائي ازدادت مع تقدم مراحل نمو النبات، وانخفضت في مرحلة النضج، إذ بلغ أعلى استهلاك مائي في مرحلة انتفاخ الدرنات إذ بلغت قيمها 533، 405، 358 و337 مم لطريقة نجيب خروفة والحوض والمشداد ومتحسس الرطوبة على الترتيب، فيما بلغ أقل استهلاك مائي لنبات البطاطا في مرحلة النمو الخضري حيث بلغ 85، 74، 60 و30 مم لنفس الطرق أعلاه. وان قيم الاستهلاك المائي الموسمي بلغت 996، 772، 668 و595 مم موسم$^{-1}$ باستخدام معاملة نجيب خروفة وحوض التبخر والمشداد ومتحسس الرطوبة على الترتيب، وتفوق أسلوب الإضافة النصفية بالمقارنة مع أسلوب الإضافة الكاملة أعطت معاملة نجيب خروفة ولكلا أسلوبي الإضافة أعلى حاصل درنات وأعلى وزن جاف وارتفاع نبات وطول الجذر، بلغ 40.75 طن هـ$^{-1}$ و96.74 غم نبات$^{-1}$ و41.83 سم و31.3 سم للإضافة الكاملة على الترتيب، وبلغ 43.19 طن هـ$^{-1}$ و98.5 غم نبات$^{-1}$ و43.4 سم و32.56 سم للإضافة النصفية على الترتيب، في حين كانت أقل قيم لحاصل الدرنات والوزن الجاف وارتفاع النبات تحت معاملة متحسس الرطوبة بلغت 29.28 طن هـ$^{-1}$ و65.56 غم نبات$^{-1}$و 25.93 سم و28 سم للمعاملات الكاملة على الترتيب. وبلغت 30.46 طن هـ$^{-1}$ و65.81 غم نبات$^{-1}$ و27.6 سم و29.88 سم للمعاملات النصفية على الترتيب. أعطت معاملة المشداد بالإضافة النصفية أفضل كفاءة استعمال مياه لحاصل الدرنات بمتوسط بلغ 8.53 كغم م$^{3}$.

* البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني

# Measurement of water consumptive use, growth, and yield of potato (*Solanum tuberosum* L) under drip irrigation system

**B. A. AlKhateeb** **B. M. yousif** **W. F. Abed Al Rahman**
**College of Agri.-Univ. of Anbar** **Ministry of Agri.**

## Abstract

A field experiment was conducted during the spring of 2015 in the Al-Chaksaliah village in Hit district - Anbar province in sandy Loam soil texture, to study water consumptive use in different ways under the drip irrigation system, style of addition on growth and yield of potatoes. Water consumption measured in four methods, depending on climatic data using Najib Kharofah equation, depending on evaporation pan and water tensiometer and moisture sensor, water added in two ways firstly addition depth once, for Added half the depth and the addition of the second half after 12 hours of The first add-on, the study treatments distributed in accordance with the randomized complete block design (RCBD) of three replicate. Potatoes were planted on 05/02/2015, was given five irrigations before germination and then was irrigation scheduling, where perfusion has operations at 40% depletion of available water using of tensiometer and moisture sensor with an irrigation intervals of three days when using Najib Kharofah and pan evaporation equation. The water consumption calculation and measurement of plant height, root length, dry weight, total yield and calculated the efficiency of water use**.**

Results showed, that Water consumption values increased with advancing stages of plant growth, and decreased in the mature stage, with the highest water-consumption reached in the swollen tubers stage as it reached values of 533, 405, 360 and 337 mm for the way Najib Khrovh, pelvis, tensiometer and sensors humidity, respectively, while the total is less watery consumption to plant potatoes in the vegetative stage of growth, reaching 85, 74, 60 and 30 mm for the way Najib Khrovh, evaporation pan, tensiometer and moisture sensors, respectively. The Najib Kharofah equation gave the highest value for the consumption of water in comparison with the rest of seasonal treatments reaching 996, 772, 668 and 595 mm Season$^{-1}$ for the treatment of Najib Kharofah and evaporation pan, tensiometer and moisture sensors, respectively. The Najib Kharofah treatment prevailed for both ways of addition to give a higher yield of tubers and higher dry weight and height of the plant amounted and length of the roots to 40.75 Ton h$^{-1}$ and 96.74 g Plant$^{-1}$ and 41.83 cm and 31.31 cm, for complete treatments, respectively. And amounted to 43.19 Ton h$^{-1}$ and 98.5 g Plant$^{-1}$ and 43.4 cm and 32.56 cm, for the mid-term treatments, respectively. While the lowest values of the tuber yield, dry weight and length of the roots and plant height under the treatment of moisture sensors amounted to 29.28 Tun h $^{-1}$ and 65.56 g Plant$^{-1}$ and 25.93 cm and 28 cm full of treatments, respectively. And 30.46 Tun.h$^{-1}$ and 65.81 g Plant$^{-1}$ and 27.6 cm and 29.88 cm for the mid-term treatments, respectively.

Tensiometer treatment gave midterm best efficiency of water use for tubers to reach an average of 8.53 kg $m^{-3}$ compared with other treatments.

**المقدمة**

تعد الموارد المائية وكيفية تأمينها من أهم التحديات التي تواجه العالم، إذ تحتل المياه مكانة متميزة ضمن الموارد الوطنية بعد أن ظهرت مسألة الأمن الغذائي على سطح الأولويات في السنوات الأخيرة. ولغرض تحقيق أعلى كفاءة أرواء فأن ذلك يتطلب جدولة الإرواء بحيث يتم توقيت الري المناسب وتزويد النبات بالكمية التي يحتاجها من المياه، وهذا سيؤدي إلى توفير كميات كبيرة من المياه والتوسع الأفقي في زيادة المساحة المروية. إن استخدام الري بالتنقيط لري محاصيل الخضر قد تفوق على طرائق الري الأخرى من حيث كفاءة الإرواء وتوفير الطاقة وتقليل نمو الأدغال والضائعات المائية والحشائش وانجرافات التربة (10).

يعد الاستهلاك المائي من أهم العوامل التي تستخدم في تقنين وتحديد كمية مياه الري، والذي يتمثل بعمليتي التبخر والنتح، والذي يعتبر عامل أساسي في تحديد الموازنة المائية، وجدولة الري (24). تؤثر رطوبة التربة ضمن المنطقة الجذرية على مقدار التبخر–نتح، إذ تمتص جذور النباتات الرطوبة من التربة اعتمادا على كمية الماء الجاهز للامتصاص وتبدأ معدلات التبخر–نتح بالانخفاض مع زيادة الشد الرطوبي في التربة (34).

يعرف الاستهلاك المائي على إنه كمية الماء التي يستهلكها نظام النبات وتشمل كمية الماء المفقود بالتبخر (evaporation) من سطح التربة وكمية الماء المستهلكة بالنتح (transpiration) بواسطة النبات وكمية الماء المستعملة في بناء أنسجة النبات نفسه وبما أن كمية الماء الموجودة في النبات في نهاية الموسم الزراعي لا تتعدى 1% من مجموع الفقد بالتبخر والنتح معاً على مدار الموسم نستطيع القول إن الاستهلاك المائي يساوي ما يسمى التبخر – نتح (Evapotranspiration ET) (5). إن قياس الاستهلاك المائي لأي محصول يتم إما بطرق غير المباشرة باستخدام معادلات رياضية تعتمد على بيانات مناخية أو بطرق مباشرة مثل استخدام المساريب (Lysimeters) أو من خلال دراسة رطوبة التربة أومن خلال طريقة التكامل أو طريقة التوازن المائي (5)، ولكل من هذه الطرائق سلبيات وإيجابيات ومحددات لاستخدامها لذلك فان قدرتها في تحديد الاستهلاك المائي تكون غير دقيقة لذلك من الضروري اختيار الطريقة الأمثل والأكفأ من بين هذه الطرائق. بين (36) بان الاحتياج المائي لنبات البطاطا تراوح بين 700–450مم اقترنت بحاصل بلغ 33 –72ميكا غرام هـ $^{-1}$ عند إجرائهما 17 تجربة موسمية. أشار (30) إن دراسات تقييم حاصل البطاطا أظهرت بان الماء يعد العامل المهم والمحدد في الغالب للحاصل. وجد (32) ان حاصل درنات البطاطا انخفض مع تعريض نباتات البطاطا الى الإجهاد المائي إذ بلغ الحاصل الكلي لدرنات البطاطا 33.63ميكا غرام. هـ$^{-1}$قياسا مع النباتات التي لم تتعرض إلى إجهاد مائي التي بلغ حاصلها40.33 ميكا غرام. هـ$^{-1}$.

أشار (1) في تجربة لقياس التأثير المتداخل بين التسميد العضوي وكمية الماء المضافة في جاهزية مغذيات النبات في التربة وحاصل البطاطا أن الإجهاد المائي قد أدى الى انخفاض الحاصل الكلي عند المستويين

50 % و60% بنسب انخفاض قدرها 7.02و 28.56% للإجهادين المتوسط والعالي قياسا بمعاملة القياس 40%. إن نباتات البطاطا تتفاوت من حيث الإنتاجية من موقع لآخر ولاسيما للأصناف ذات الإنتاجية العالية، حيث ان الاحتياج المائي للبطاطا يتراوح بين 400-800 مم. موسم$^{-1}$ اعتماداً على المناخ والتي أعطت أعلى حاصل للبطاطا ولمختلف الأصناف التي تتراوح دورات حياتها من 120 –150 يوماً (22). ذكر (21) إن عمق الماء المضافة ولموسمين بلغ 576 و554 و537 مم للموسم الأول و478 و451 و403 مم للموسم الثاني عند الري بعد استنزاف 30 و50 و70%من الماء الجاهز. بين(15) في تجربة لدراسة حاصل البطاطا تحت تأثير الري الناقص ان الاحتياج المائي لمحصول البطاطا والمحسوب من قيم التبخر –نتح المرجعي المحسوبة من معادلة بينمان – مونتيث بلغ 472 –494مم في منطقة أبو غريب.

بين (9) في دراسة لمحاولة حساب الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل الصيفية والشتوية في وسط العراق بالاعتماد على معادلة بليني – كريدل المحورة من قبل FAO المناخية المتوفرة من محطة أبحاث الرائد – أبي غريب لحساب التبخر –نتح إن الاحتياج المائي لمحصول البطاطا للموسم الربيعي بلغ 550 مم موسم$^{-1}$ ضمن ظروف منطقة أبو غريب. تهدف هذه الدراسة الى دراسة الاستهلاك المائي بعدة طرائق وتأثير إضافة عمق الماء مرة واحدة أو إضافة نفس العمق أعلاه على نصفين بعد 12 ساعة وتحديد الطريقة الأفضل في إعطاء أعلى حاصل بأقل عمق ماء.

## المواد وطرائق العمل

أجريت تجربة حقلية للمدة من 2015/2/5 ولغاية 2015/6/8، في قرية الشخصلية–قضاء هيت– محافظة الأنبار لتقدير الاستهلاك المائي ونمو وحاصل البطاطا تحت نظام الري بالتنقيط، أخذت عينة ممثلة للحقل وقدرت فيها بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية وفقا للطرائق القياسية (17) (جدول 1). تضمنت عوامل الدراسة حساب الاستهلاك المائي وأسلوب الإضافة، حيث تم تقدير الاستهلاك المائي بطريقتين الطريقة المباشرة وتضمنت استخدام جهاز المشداد (اعتمد في تحديد الرطوبة التي يتم الإرواء عندها بعد استنزاف 40% من الماء الجاهز)، بالاعتماد على معادلة الموازنة المائية. استخدام جهاز متحسس رطوبة التربة (اعتمد في تحديد الرطوبة التي يتم الإرواء عندها بعد استنزاف 40% من الماء الجاهز)، بالاعتماد على معادلة الموازنة المائية. الطريقة غير المباشرة وتضمنت، استخدم البيانات المناخية وفق المعادلة المقترحة من قبل نجيب خروفة. استخدام طريقة حوض التبخر الأمريكي صنف A. أما أسلوب الإضافة تضمن إضافة عمق الرية بأسلوبين، إضافة كامل عمق الماء مرة واحدة (إضافة كاملة) وإضافة نصف عمق الماء وبعد 12 ساعة يضاف النصف الثاني (إضافة نصفية)، وزعت معاملات الدراسة وفق تصميم القطّاعات الكاملة التعشية Randomized Complete Block Design (RCBD) وبثلاثة مكررات.

حرثت التربة بالمحراث المطرحي القلاب وبشكل متعامد وأجريت عمليات تحضير التربة حسب التوصيات. وقسم الحقل إلى ثلاثة قطاعات وتركت مسافة 2 متر كمنطقة حارسة بين قطاع وأخر، قسم كل قطاع الى 8 معاملات كل معاملة متمثلة بمصطبة طولها 8 م وعرضها 0.75 م ارتفاع المصطبة 0.25 م عن مستوى الأرض المجاورة، والمسافة بين كل معاملتين متجاورين 1 م. تمت زراعة درنات البطاطا (Solanium Tuberosum L.) صنف ارنوفا Arnova بتاريخ 2010/02/5على عمق 8 إلى 10سم، وبمعدل 32 درنة للوحدة التجريبية، إذ كانت المسافة 0.25 م بين درنة وأخرى وبفاصلة 1.75 م بين خط جانبي وأخر، ليصبح عدد الدرنات الكلي 768 درنة وبما يكافئ 53332 نبات.هكتار$^{-1}$. أجريت عمليات العزق اليدوي لإزالة الأدغال واستخدم مبيد Cuproxal تركيز 19% للوقاية من مرض اللفحة ومبيد Spear بتركيز 20 % لمكافحة الديدان القارضة. أضيف سماد اليوريا (46% نتروجين) وسماد السوبر فوسفات الثلاثي (TSP) (45% خماسي أوكسيد الفوسفات) وسماد البوتاس (12% نتروجين و8% فسفور و36% بوتاسيوم) بمعدلات 240 و120 و400 كغم N وP و K هكتار$^{-1}$ على الترتيب (6). أضيفت الأسمدة على دفعتين شملت الدفعة الأولى سماد السوبر فوسفات ودفعة من سماد اليوريا خلطا مع التربة قبل الزرعة، وشملت الدفعة الثانية سماد البوتاس وما تبقى من سماد اليوريا بعد شهر من الإنبات (23).

**جدول 1 الصفات الفيزيائية والكيميائية لتربة موقع الدراسة**

| ت | الصفة | وحدة القياس | القيمة | ت | الصفة | وحدة القياس | القيمة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | الكثافة الظاهرية | ميكا غرام م$^{-3}$ | 1.35 | 11 | O.M | % | 33 |
| 2 | الإيصالية المائية | سم ساعة$^{-1}$ | 12.70 | 12 | $K^+$ | ملي مول لتر $^{-1}$ | 0.5 |
| 3 | الرطوبة الوزنية عند السعة الحقلية | % | 20.84 | 13 | $Na^+$ | ملي مول لتر $^{-1}$ | 20.3 |
| 4 | الرطوبة الوزنية عند نقطة الذبول | % | 9.65 | 14 | $Mg^{2+}$ | ملي مول لتر $^{-1}$ | 26 |
| 5 | رمل | غم كغم$^{-1}$ | 638.64 | 15 | $Ca^{2+}$ | ملي مول لتر $^{-1}$ | 36 |
| 6 | غرين | | 265.33 | 16 | $Cl^-$ | ملي مول لتر $^{-1}$ | 37.5 |
| 7 | طين | | 96.03 | 17 | $SO_4^{-2}$ | ملي مول لتر $^{-1}$ | 29.4 |
| 8 | النسجة | | مزيجة رملية | 18 | $HCO_3$ | ملي مول لتر $^{-1}$ | 3.0 |
| 9 | EC | ديسي سيمنز م$^{-1}$ | 7.9 | 19 | $CO_3$ | ملي مول لتر $^{-1}$ | 0.0 |
| 10 | PH | | 6.5 | | | | |

استخدمت منظومة ري فرنسية الصنع ذات منقطات نوع T-Tape بتصريف تصميمي 1 لتر ساعة$^{-1}$ تم تقيم منظومة الري وحسب معامل التجانس ونسبة التغاير في تصريف المنقطات وتم اعتماد التصريف 0.785 لتر ساعة$^{-1}$ عند ضغط تشغيلي 40 كيلو باسكال لإعطائه أفضل معامل تجانس 97.45% ونسبة تغاير 7.85%. أُعطيت خمسة ريات ولجميع المعاملات ابتداءً من تاريخ الزراعة ولغاية نهاية مرحلة الإنبات بتأريخ 03/10، اعتماداً على جهاز متحسس الرطوبة. تمَّ جدولة الري منذ بدء مرحلة النمو الخضري في 2015/03/11 ولجميع

المعاملات وحسب مراحل نمو المحصول. اعتمدت مياه نهر الفرات مصدراً للإرواء استلمت كل معاملة حجم الماء حسب الطريقة التي يحسب بها الاستهلاك المائي وبأزمان مختلفة تحت تصريف واحد باستخدام طريقة الري بالتنقيط الشريطي T-Tap بتصريف 0.785 لتر ساعة$^{-1}$.

تم حساب الاستهلاك المائي بالطريقة المباشرة حيث تم تقدير الاستهلاك المائي عن طريق جهاز المشداد وجهاز متحسس الرطوبة التي تعتمد على معادلة الموازنة المائية إذ يمكن قياس الشد الرطوبي للتربة باستخدام مقاييس الشد (Tensiometers) التي تقيس الشد الرطوبي الناشئ عن الجهد الهيكلي ( matric potential). تمت معايرة جهاز المشداد من خلال ملئ الجهاز بالماء المقطر المغلي الخالي من الهواء، ومن ثم تثبيت الجهاز في التربة على العمق المطلوب، وتم اخذ عينات من التربة من المنطقة القريبة من الجهاز كل 12 ساعة (بعد تسجيل الشد الرطوبي الذي يقرئه الجهاز) مع أخذ وزنها الرطب قبل التجفيف ومن ثم تجفيفها بالفرن على درجة حرارة 105 درجة مئوية، تم حساب الرطوبة النسبية على أساس الوزن الجاف لكل عينة بالاعتماد على المعادلة المذكورة في (5). كما استخدم جهاز متحسس لرطوبة التربة (MN 6465) Soil Moisture Sensor لتحديد رطوبة التربة الحجمية وموعد الرية عند استنزاف 40% من الماء الجاهز إذ يتم الري عند وصول رطوبة التربة الحجمية الى 22.23%. وتم قياس عمق الرية من المعادلة.

$$d = \frac{Wf.c - Wi}{100} * \rho b * D \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

حيث ان d: عمق الرية (مم)، و$W_{f.c}$ الرطوبة الوزنية عند السعة الحقلية، و$W_i$ الرطوبة الوزنية عند الري، و$b\rho$ الكثافة الظاهرية و D عمق المنطقة الجذرية (سم).

رسم منحنى المعايرة الذي من خلاله تم تحديد موعد الرية من خلال تحديد الرطوبة الوزنية الواجب عندها الإرواء عند استنزاف 40% من الماء الجاهز والتي تساوي 16.36%، تم الاعتماد على معادلة الموازنة المائية في تقدير الاستهلاك المائي:

$$ETa = (P + Ir) - (D + R + In + \Delta) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

إذ ان Eta الاستهلاك المائي (ملميتر)، و P كمية الأمطار، و Ir كمية مياه الري، و D التخلل العميق، و R السيح السطحي، و In الماء المحتجز من قبل النبات، و S الفرق في لرطوبة التربة.

وبافتراض أن كل من السيح السطحي والماء المحتجز من قبل النبات والتخلل العميق مساويا للصفر تصبح المعادلة كالتالي:

$$ETa = (P + Ir) - \Delta s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

أما الطرق غير المباشرة فقد تم تقدير الاستهلاك المائي بطريقتين، حوض التبخر صنف A حوض دائري مصنوع من صفائح معدنية مقاومة للصدأ بقطر 125 سم وعمق 25سم يوضع على قاعدة خشبية بارتفاع

15سم فوق سطح الأرض ويملأ بالماء مع ترك 5سم من الأعلى. وتم حساب الاستهلاك المائي من خلال المعادلة المذكورة في (2)

$$ET_a = E_{pan} * K_p * K_c \text{ .....} 4$$

إذ ان ETa الاستهلاك المائي (مم)، و $E_{pan}$ التبخر المقاس من الحوض (مم يوم$^{-1}$)، و$K_p$ معامل خاص بحوض التبخر ويختلف تبعاً لنوع الحوض والغطاء النباتي المحيط بالحوض وطبيعة سطح التربة (2). اعتمدت القيمة (0.8) في هذه الدراسة استناداً لما ذكره (37). وقد تم اعتماد القيم 0.75 و1.15 و1.00 و0.80 والمذكورة في (35) لتمثل قيم معامل المحصول لمرحلة النمو الخضري ومرحلة نشوء الدرنات ومرحلة انتفاخ الدرنات ومرحلة النضج على التوالي. ومعادلة بيلني _ كريدل المعدلة من قبل نجيب خروفة (1985)، حيث حسب التبخر _ نتح المرجعي وفق المعادلة المذكورة في (5) والمعدلة من قبل نجيب خروفة.

$$ETp = CP\ Tc^{1.30} \text{ ..... } 5$$

إذ ان ETp قدرة التبخر والنتح المرجعي (مم) وTc معدل درجة الحرارة الشهري (سليليزية)، وP النسبة المئوية لعدد ساعات النهار في الشهر نسبة الى عددها في السنة، وC معامل محلي يحسب لكل موقع من معدلات البيانات المناخية المتوفرة للأشهر حزيران وتموز وآب ويساوي 0.34.

ثم حسب الاستهلاك المائي (ETa) بدلالة معامل المحصول وفق المعادلة الآتية:

$$ETa = ETp * Kc \text{ ..... } 6$$

إذ ان ETa الاستهلاك المائي (مم) وETp قدرة التبخر والنتح المرجعي (مم)، وKc معامل المحصول. وتم اعتماد فاصلة ري 3 أيام لمعاملة الحوض ونجيب خروفة.

تم حساب زمن الإرواء على وفق المعادلة التي ذُكرت في (2) وكالاتي:

$$q*t= a*d \text{ ..... } 7$$

إذ ان: q التصريف المعطى للخطوط الجانبية (م$^3$.ساعة$^{-1}$)، وt زمن الري (ساعة) وa المساحة المزروعة (م$^2$) وd عمق الماء المضاف (م).

حسبت كمية الماء الواجب إضافتها لغسل الأملاح وفق المعادلة التي ذكرها (19) والخاصة بأنظمة الري الحديثة ومنها الري بالتنقيط، وكالاتي:

$$LR = \frac{E_{cw}}{2(MAX_{EC\ e})} * 100 \text{ .....} 8$$

إذ تمثل LR متطلبات الغسل (%)، و $E_{cw}$ الإيصالية الكهربائية لماء الري (ديسي سيمينز م$^{-1}$)، وأقصى إيصالية كهربائية (ديسي سيمينز م$^{-1}$) لتربة المحصول المزروع والذي يكون عندهُ حاصل المحصول صفراً، وهي قيمة جدولية تختلف باختلاف المحصول، وتساوي 10 لمحصول البطاطا (16).

قدرت بعض خصائص النمو كارتفاع النبات والوزن الجاف وعمق الجذور وحسب الحاصل الكلي كما وحسبت كفاءة استعمال الماء وفق المعادلة الأتية:

$$WUE_f = \frac{Yield(Kg.ha^{-1})}{Water\ Applied(m^3.ha^{-1})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 9$$

حللت البيانات إحصائيا باستخدام برنامج Genstat وسجل أقل فرق معنوي LSD

## النتائج والمناقشة

### الاستهلاك المائي (مم)

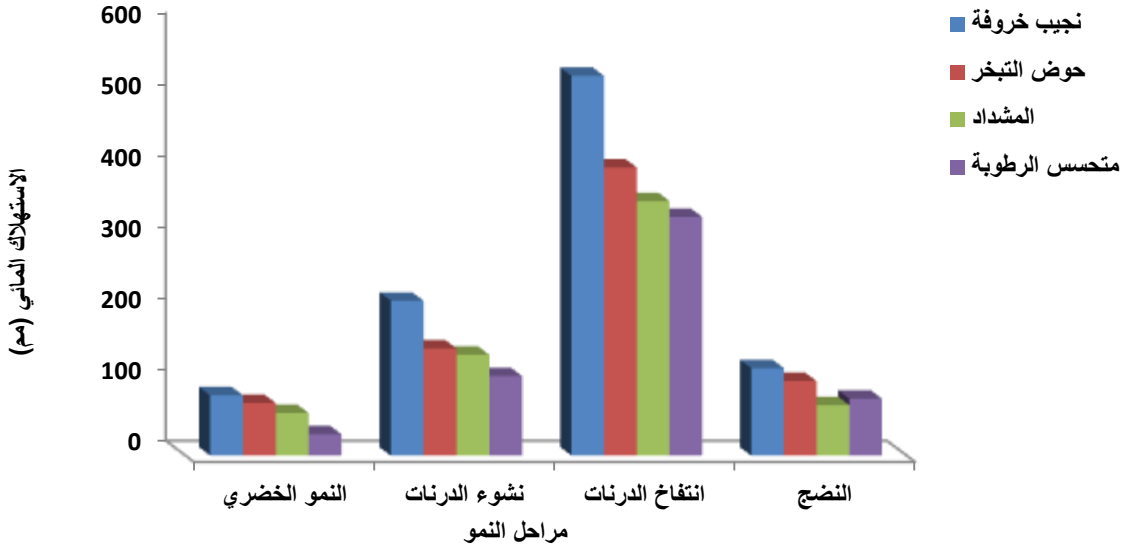
يوضح شكل 1 قيم الاستهلاك المائي المحسوبة بالطرائق المدروسة وحسب مراحل نمو نبات البطاطا، يلاحظ بشكل عام زيادة قيم الاستهلاك المائي مع تقدم مراحل نمو النبات، وانخفض في مرحلة النضج، إذ بلغ اعلى استهلاك مائي حصل في مرحلة انتفاخ الدرنات إذ بلغت القيم 533 و 405 و 358 و 337 مم لطريقة نجيب خروفة وحوض التبخر والمشداد ومتحسس الرطوبة، على الترتيب، فيما بلغ اقل استهلاك مائي لنبات البطاطا في مرحلة النمو الخضري حيث بلغ 85 و74 و60 و30 مم لطريقة نجيب خروفة وحوض التبخر والمشداد ومتحسس الرطوبة على الترتيب، وهذا يعود إلى تطور المجموع الجذري والخضري للنبات وارتفاع دالة المساحة الورقية (38). يزداد معدل الاستهلاك المائي بتوفير الرطوبة وعدم تعرض النبات للشد الرطوبي (13).

يبين الشكل 1 أيضا أن قيم الاستهلاك المائي اختلفت حسب طريقة القياس إذ بلغت اعلى قيمة له 996 مم ولجميع مراحل النمو عند استخدام معاملة نجيب خروفة، فيما بلغت أقل قيمة للاستهلاك المائي 595 مم المحسوب باستخدام متحسس الرطوبة، وبلغت قيمة الاستهلاك المائي 772 و668 مم المحسوب بطريقة حوض التبخر والمشداد على الترتيب. ان ارتفاع قيم الاستهلاك المائي المحسوبة وفقاً لمعاملة نجيب خروفة ربما يعود الى ارتفاع قيم العوامل التي تدخل في معادلة الحساب النسبية مع تقدم عمر النبات، كما ان قيمة المعامل المحلي (C) الذي بلغ 0.34 والمحسوب حسب الظروف البيئية لمدينة بغداد بالإضافة الى انه حسب للأشهر تموز وأب وحزيران يعتبر مرتفع مقارنة بظروف منطقة الدراسة ووقت تنفيذ التجربة. وربما يكون من المناسب حساب قيمة المعامل C وفقاً لظروف كل منطقة، وعند مقارنة قيم الاستهلاك المائي المحسوبة من متحسس الرطوبة ومعاملة نجيب خروفة يستوجب تصحيح المعامل المحلي الى 0.17 لظروف منطقة التجربة لتكون قيم الاستهلاك المائي قريبة لطريقة المتحسس الرطوبي الذي يعطي قراءه دقيقة معتمدة على خصائص التربة. ويلاحظ عند المقارنة أن نسبة الزيادة في قيم الاستهلاك المائي بين معاملة نجيب خروفة ومعاملة متحسس الرطوبة بلغت 67.4%، وعند حساب كمية الماء التي يوفرها متحسس الرطوبة والتي بلغت 2447 م$^3$ علماً أن كمية الماء التي يستهلكها الدونم

الواحد عند استخدام معاملة متحسس الرطوبة هي 910 م$^3$ بالدونم من هذا نجد أن الكمية تكفي لزراعة مساحة 6.7 دونم التي تبلغ إنتاجيتها 50 طن، مقارنة بالمساحة المزروعة عند استخدام معاملة نجيب خروف التي بلغت 4 دونم بإنتاجية 43 طن هـ$^{-1}$.

كما نلاحظ من الشكل 1 أن قيم الاستهلاك المائي لمعاملة حوض التبخر بلغت 772 مم مقارنة مع قيم الاستهلاك المائي لمعاملة متحسس الرطوبة 595 مم وبنسبة زيادة بلغت 29.74% وربما يعود السبب الى زيادة معدل التبخر من حوض التبخر بسبب ارتفاع درجة الحرارة والتي أدت الى ارتفاع حرارة المعدن المصنوع منه حوض التبخر من خلال تعرضه المباشر لأشعة الشمس (32). بالإضافة الى التبخر المستمر من حوض التبخر في الليل والنهار من السطح المائي المكشوف في حوض التبخر، فضلاً عن أن التبخر من السطح المائي الحر يكون اقل من التبخر من حوض التبخر الأمريكي A، وذلك بسبب ان جوانب وقاع الحوض يضيفان حرارة تشارك في عملية التبخر (18). أو ربما يستوجب تصحيح لمعامل الحوض لعدم تماثل المعدن المصنوع منه أو ظروف المنطقة المعاير عليها. كذلك عند حساب كمية الماء المتوفرة عند استخدام متحسس الرطوبة والتي بلغت 1083 م$^3$ تمكننا من زراعة مساحة إضافية تعادل 1.160 دونم بإنتاجية بلغت 39.5 طن 5.160 دونم$^{-1}$، تفوق إنتاجية معاملة الحوض التي بلغت 37.87 طن هـ$^{-1}$.

ان ارتفاع قيم الاستهلاك المائي لمعاملة المشداد مقارنة بمعاملة المتحسس الرطوبي (شكل 1)، ربما يعود السبب إلى ملائمة عمل المشداد في مثل هذا النوع من تربة الحقل الخفيفة (المزيجة الرملية) وكون شد الماء المتيسر في التربة يقع ضمن الشد الذي يحسسه المشداد. يمكن القول ان معاملة المشداد ومتحسس الرطوبة كانت الأفضل مقارنتا مع معاملة نجيب خروفة والحوض كونها أعطت أفضل كفاءة استعمال ماء (الشكل 6)، ويعود السبب إلى أن أجهزة المشداد ومتحسس الرطوبة تكون بتماس مباشر مع التربة وتحاكي خصائص التربة الفيزيائية، حيث يتم من خلالها إعطاء الماء حسب الحاجة المباشرة للتربة وتأثرها بالشد (الجهد الهيكلي)



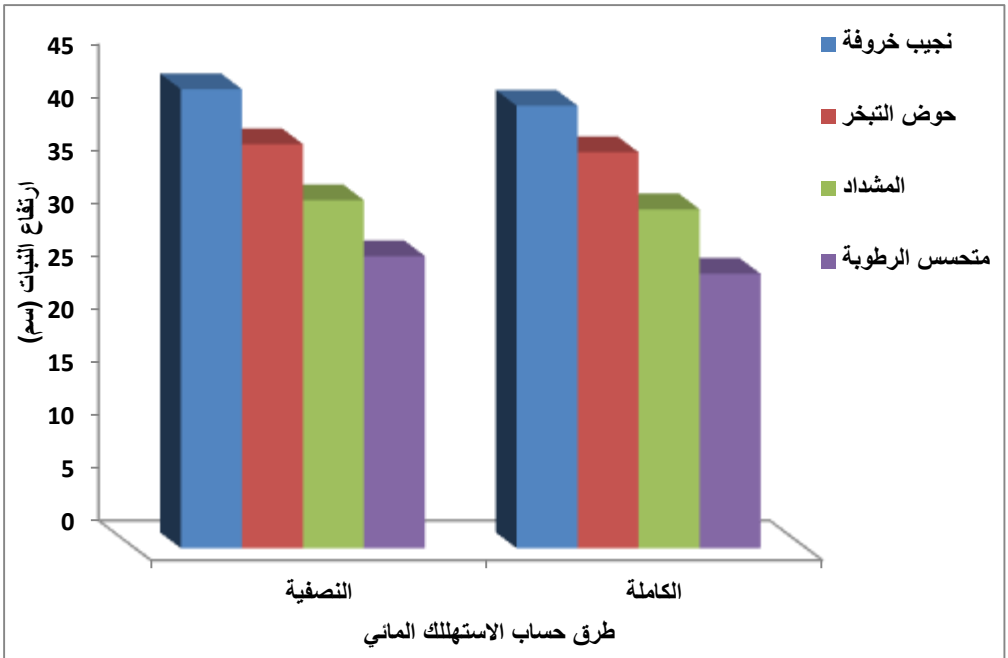

**الشكل 1 يوضح قيم الاستهلاك المائي (مم) لكل مرحلة من مراحل النمو**

**صفات النمو والحاصل**

**طول النبات**

يبين الشكل 2 تأثير معاملات الدراسة في قيم ارتفاع النبات، إذ يلاحظ أن قيم الوزن الجاف اختلفت معنوياً باختلاف طرق قياس الاستهلاك المائي، حيث بلغت اعلى قيمه لها 41.83 سم واقل قيمة 25.93 سم عند اعتماد معادلة نجيب خروفة ومتحسس الرطوبة على الترتيب، في حين بلغ 37.43 و32.03 سم لمعاملات حوض التبخر والمشداد، ويعود السبب الى عامل الرطوبة بشكل رئيسي، حيث ان زيادة كميات مياه الري أدت الى زيادة ارتفاع النبات (20). إذ لوحظ زيادة ارتفاع النبات بزيادة كمية الماء المضاف (14). ان ارتفاع المحتوى الرطوبي في مقد التربة وسهولة حصول النبات علية أدى إلى تحسين نمو النبات (7). كذلك فان زيادة الماء الجاهز للنبات أدى الى زيادة في طول النبات من خلال تأثيرها على العمليات الفسيولوجية وان نقصه يؤثر في عملية التركيب الضوئي (31). كما وان الإجهاد المائي يعمل على احتمال تثبيط عمل الهرمونات لاسيما هرمون الاوكسي وهذا يعمل على خفض ارتفاع النبات مع انخفاض باقي مؤشرات الدراسة (3 و11).

توضح نتائج الشكل 2 تفوق أسلوب الإضافة النصفية على أسلوب الإضافة الكاملة إذ بلغت قيم طول النبات 43.4 و38.2 و32.9 و27.6 سم لأسلوب الإضافة النصفية مقارنة مع 41.83 و37.43 و32.03 و25.93 سم لأسلوب الإضافة الكاملة عند اعتماد معادلة نجيب خروفة وحوض التبخر والمشداد ومتحسس الرطوبة على الترتيب.



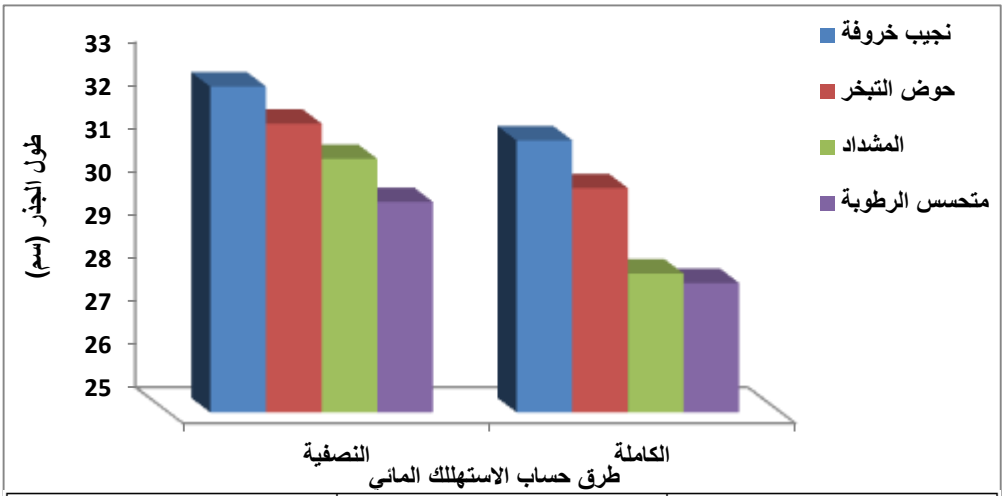

| LSD | طرق تقدير الاستهلاك المائي | اسلوب الإضافة |
|---|---|---|
| 0.05 | 1.629 | 1.304 |

**الشكل 2 تأثير معاملات الدراسة في ارتفاع النبات (سم).**

**طول الجذور**

يبين الشكل 3 تأثير معاملات الدراسة في قيم طول الجذور ومنه يتضح ان قيم طول الجذور اختلفت اختلاف غير معنوي باختلاف طرق الاستهلاك المائي إذ بلغت اعلى قيمه لها 31.31 سم لمعاملة نجيب خروفة واقل قيمه بلغت 28 لمعاملة متحسس الرطوبة في حين بلغت 30.2 و28.22 سم لمعاملات حوض التبخر والمشداد ويعزى سبب هذه الزيادة الى زيادة المحتوى الرطوبي وقلة تركيز الأملاح وانخفاض قيم الكثافة الظاهرية مما جعلها تزداد عمقاً في مقد التربة لتغطية احتياجات المحصول من الماء والعناصر الغذائية (29).

توضح نتائج الشكل 3 تفوق أسلوب الإضافة النصفية وبشكل معنوي على أسلوب الإضافة الكاملة إذ بلغت قيم طول الجذور 32.56 و 31.7 و 30.88 و 29.88 سم لأسلوب الإضافة النصفية مقارنة مع 31.31 و 30.2 و 28.22 و 28 سم لأسلوب الإضافة الكاملة عند اعتماد معادلة نجيب خروفة وحوض التبخر والمشداد ومتحسس الرطوبة على الترتيب، وربما يعود السبب الى زيادة تركيز الأملاح بالابتعاد أفقيا وعموديا عن المنقط مما يحد من انتشار الجذور الى مساحة اكبر من هذا الحيز بالإضافة الى ارتفاع الكثافة الظاهرية في معاملات أسلوب الإضافة الكاملة وهذا كله يعود الى التدرج في المحتوى الرطوبي .




| LSD | طرق تقدير الاستهلاك المائي | اسلوب الإضافة |
|---|---|---|
| 0.05 | 1.530 | 1.082 |

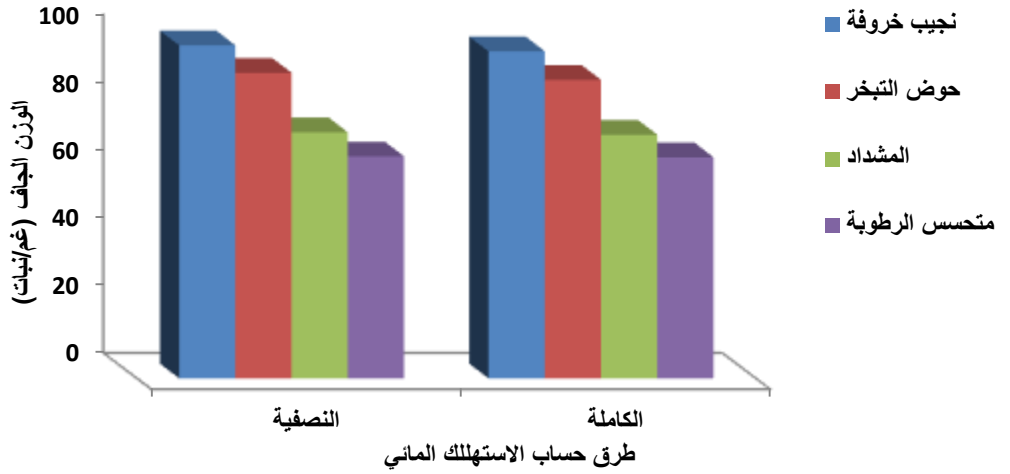
**الشكل 3 تأثير معاملات الدراسة على طول الجذور (سم).**

**الوزن الجاف للنبات**

يبين الشكل 4 تأثير معاملات الدراسة في قيم الوزن الجاف للنبات، إذ يلاحظ ان قيم الوزن الجاف اختلفت معنوياً باختلاف طرق قياس الاستهلاك المائي، حيث بلغت اعلى قيمه 96.74 غم نبات$^{-1}$ واقل قيمة 65.56 غم نبات$^{-1}$ عند اعتماد معادلة نجيب خروفة ومتحسس الرطوبة للإضافة الكاملة على الترتيب، في حين بلغ 88.31 و72.17 غم نبات$^{-1}$ لمعاملات حوض التبخر والمشداد للإضافة الكاملة على الترتيب، ويعود السبب

الى عامل الرطوبة بشكل رئيسي. إذ لوحظ زيادة الوزن الجاف بزيادة كمية الماء المضاف (14). ان ارتفاع المحتوى الرطوبي في مقد التربة وسهولة حصول النبات علية أدى إلى تحسين نمو النبات (7). كذلك فان زيادة الماء الجاهز للنبات أدى الى زيادة في قيم المادة الجافة من خلال تأثيرها على العمليات الفسيولوجية وان نقصه يؤثر في عملية التركيب الضوئي (31). كما وتقل جاهزية العناصر الغذائية اللازمة لحصول عملية تكوين الخلايا ونموها عند انخفاض المحتوى الرطوبي في التربة وان ارتفاع قيم الشد الرطوبي تؤثر سلبا في عدد وحجم واتساع أوراق النبات مما يؤدي الى انخفاض الكتلة الجافة للنبات (8). كما وان الإجهاد المائي يعمل على احتمال تثبيط عمل الهرمونات لاسيما هرمون الاوكسي وهذا يعمل على خفض الوزن الجاف للنبات مع انخفاض باقي مؤشرات الدراسة (3 و11).

توضح نتائج الشكل 4 تفوق أسلوب الإضافة النصفية على أسلوب الإضافة الكاملة إذ بلغت قيم الوزن الجاف 98.5 و90.39 و72.9 و65.81 غم نبات$^{-1}$ لأسلوب الإضافة النصفية مقارنة مع 96.74 و88.31 و72.17 و65.56 غم نبات$^{-1}$ لأسلوب الإضافة الكاملة عند اعتماد معادلة نجيب خروفة وحوض التبخر والمشداد ومتحسس الرطوبة على الترتيب، وربما يعود السبب في ذلك الى المحتوى الرطوبي الذي تحققه الإضافة النصفية في إبقاء الرطوبة لمدة أطول في التربة وعدم فقدها بالاتجاه العمودي.




| LSD | طرق تقدير الاستهلاك المائي | اسلوب الإضافة |
|---|---|---|
| 0.05 | 2.086 | 1.475 |

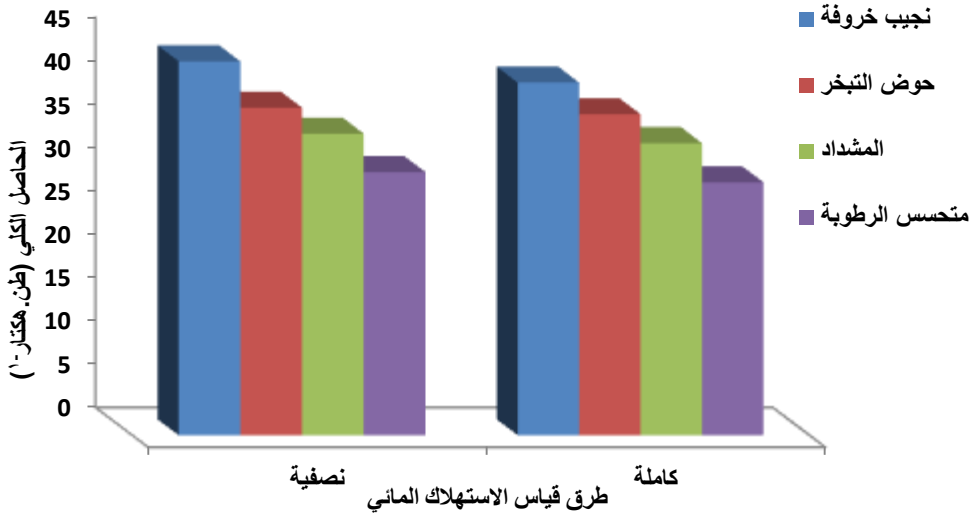
**الشكل 4 تأثير معاملات الدراسة على الوزن الجاف للنبات (غم نبات$^{-1}$)**

**الحاصل الكلي**

يبين الشكل 5 تأثير معاملات الدراسة في الحاصل الكلي حيث أثرت طرق قياس الاستهلاك المائي تأثيرا معنويا على الحاصل حيث تم الحصول على أعلى حاصل عند استعمال معاملة نجيب خروفة بلغ 40.75 طن هـ$^{-1}$ واقل حاصل تحت معاملة متحسس الرطوبة بلغ 29.28 طن هـ$^{-1}$، في حين بلغت 37.10 و33.79 طن هـ$^{-1}$ لمعاملات حوض التبخر والمشداد، ويعزى سبب هذه الزياد إلى وجود محتوى رطوبي عالي بصوره مستمرة في المنطقة الجذرية من خلال زيادة حجم الماء المضاف وان زيادة المحتوى الرطوبي أدى إلى تقليل

الجهد الأزموزي لمحلول التربة، وان انخفاض المحتوى الرطوبي في طبقات التربة التي ينتشر فيها المجموع الجذري يؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح حيث ان الري بالتنقيط على فترات متقاربة بالإضافة إلى حجم الماء يعمل على زيادة المحتوى الرطوبي في المنطقة الجذرية وتقليل الشد الرطوبي وخفض تركيز الأملاح وبالتالي يؤدي الى جودة نمو النبات وزياده في الحاصل (4). كما انعدم تعرض النبات في المعاملة المعتمدة على معادلة نجيب خروفة للشد الرطوبي إذ أن توفر الرطوبة أعطى الفرصة للنبات لإتمام عملية النمو وزيادة المساحة الورقية والمادة الجافة والحاصل (12). أما بالنسبة لمعاملة متحسس الرطوبة فقد أظهرت انخفاض في قيم الحاصل ويعود السبب في ذلك الى تعرض النبات في هذه المعاملة الى الشد الرطوبي وخصوصا في مرحلة النمو الخضري (28). حيث ان الإجهاد المائي يعمل على خفض إنتاج المحاصيل أكثر من أي إجهاد أخر (27)، وان تعريض نباتات البطاطا إلى الإجهاد المائي أدى الى خفض حاصل الدرنات قياسا مع النباتات التي لم تتعرض الى إجهاد مائي(33).

وتوضح النتائج المبينة في الشكل 5 تفوق أسلوب الإضافة النصفية على أسلوب الإضافة الكاملة إذ بلغت 43.19 و37.87 و34.88 و30.46 طن هـ$^{-1}$ لمعاملات نجيب خروفة وحوض التبخر والمشداد ومتحسس الرطوبة النصفية على الترتيب، بالمقارنة مع 40.75 و34 و31.29 و29.28 طن هـ$^{-1}$ للمعاملات الكاملة.




| LSD | طرق تقدير الاستهلاك المائي | اسلوب الإضافة |
|---|---|---|
| 0.05 | 3.649 | 2.580 |

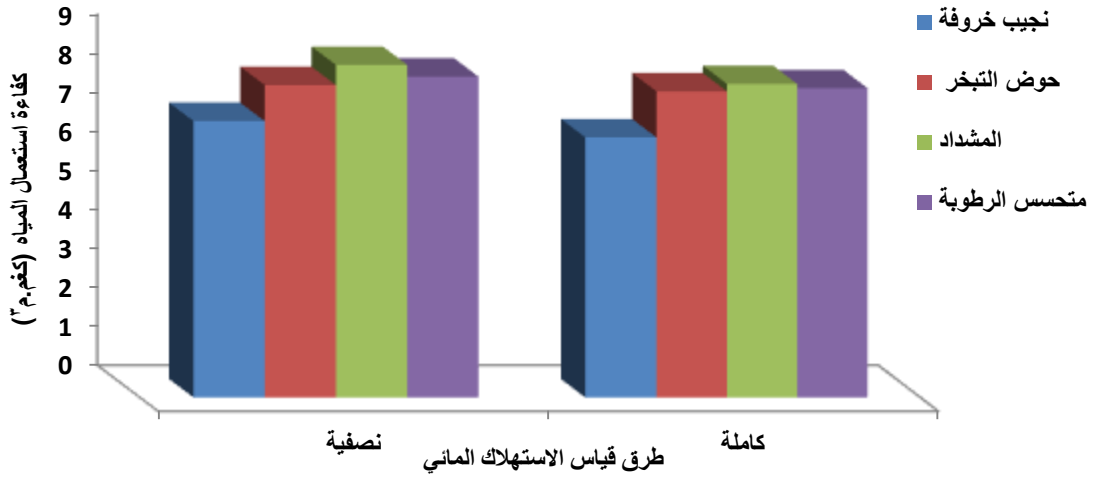
**الشكل 5 تأثير معاملات الدراسة في الحاصل الكلي (طن هـ$^{-1}$).**

**كفاءة استعمال الماء**

يبين الشكل 6 تأثير معاملات الدراسة في قيم كفاءة استعمال المياه إذ بلغت أعلى كفاءة استعمال مياه 8.04 كغم.م$^{-3}$ لمعاملة المشداد وبلغت اقل كفاءة استعمال مياه 6.67 كغم م$^{-3}$ لمعاملة نجيب خروفة، حيث كان

الفرق بين القيمتين معنوي مقارنة مع باقي المعاملات التي بلغت 7.85 و7.93 كغم م $^{-3}$ لمعاملة حوض التبخر ومتحسس الرطوبة على الترتيب، كان الفرق غير معنوي ويعود السبب الى ان الزيادة في الإنتاجية يقابلها زيادة في حجم الماء المضاف، وكذلك الانخفاض في الإنتاجية يقابلها انخفاض مماثل في حجم الماء المضاف، أن كفاءة استعمال الماء تنخفض عند مستويات الري العالية وأن اعلى كفاءه تكون للمعاملات التي أضيفت لها اقل كمية من مياه الري (25).

يبين الشكل 6 تفوق أسلوب الإضافة النصفية على أسلوب الإضافة الكاملة إذ بلغت قيم كفاءة الاستهلاك المائي 7.09 و8.01 و8.53 و8.23 كغم م$^{-3}$ لأسلوب الإضافة النصفية، بالمقارنة مع 6.67 و7.85 و8.04 و7.93 كغم م$^{-3}$ لأسلوب الإضافة الكاملة لمعاملة نجيب خروفة والمشداد وحوض التبخر ومتحسس الرطوبة على الترتيب.




| LSD | طرق تقدير الاستهلاك المائي | اسلوب الإضافة |
|---|---|---|
| 0.05 | 0.816 | 0.577 |

**الشكل 6 تأثير معاملات الدراسة في كفاءة استعمال المياه (كغم م$^{-3}$).**

## المصادر


1- البنداوي، باسم رحيم بدر، 2014. التأثير المتداخل بين التسميد العضوي وكمية الماء المضافة في جاهزية مغذيات النبات في التربة وحاصل البطاطا (Solanumtuberosum L.). أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

2- الحديثي، عصام خضير واحمد مدلول الكبيسي وياس خضير الحديثي، 2010. تقانات الري الحديثة ومواضيع أُخرى في المسالة المائية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الأنبار-كلية الزراعة.

3- الدخولة، أحلام عبد الرزاق محمد، 2001. تأثير التسميد بالبوتاسيوم والنتروجين والفوسفور والشد المائي في مراحل نمو وإنتاجية نبات البطاطا (Solanum tuberosum L) أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة

والغابات، جامعة الموصل.

4- الراوي، مقداد نافع، 1980. تأثير فترات الري على توزيع الماء والأملاح في التربة تحت نظام الري بالتنقيط في الظروف الصحراوية، رسالة ماجستير، كلية الزراعة – جامعة بغداد.

5- الطيف، نبيل ابراهيم وعصام خضير الحديثي، 1988. الري أساسياته وتطبيقاته. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي؛ جامعة بغداد – كلية الزراعة.

6- الفضلي، جواد طه محمود، 2006. تأثير إضافة إلـ N P K إلى التربة والرش في نمو وحاصل ومكونات البطاطا. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة والمياه. كلية الزراعة. جامعة بغداد.

7- ذياب، على حمضي، 1996. تأثير طرق ومستوى إضافة اليوريا على مصدر النتروجين ونمو وإنتاجية الطماطة المزروعة تحت نظام الري بالتنقيط. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة. جامعة البصرة. العراق

8- سرحان، عبد الهادي محمد، 2009. تأثير مواعيد الري تحت نظام الري بالتنقيط في التوزيع الرطوبي والملحي في تربة متأثرة بالملوحة. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة والمياه. كلية الزراعة– جامعة بغداد.

9- صالح، عبد الأمير ثجيل، 2013. حساب الاحتياجات المائية لبعض المحاصيل بوساطة معادلة بليني – كريدل المحورة في منطقة أبو غريب. مجلة ديالى للعلوم الزراعية 5 (1): 54 –60.

10- مهدي، احمد محمد علي، 1996. تحسين الأداء الهيدروليكي لشبكات الري بالتنقيط. رسالة ماجستير. قسم هندسة البناء والإنشاءات. الجامعة التكنولوجية.

11- Abdel-Latif, K. M ،.E. A. M. Osman, R. Abdullah and N. Abdelkader, 2011, Response of potato plants to potassium fertilizer rates and soil moisture deficit. Advances in Applied Science Research Journal، 2 (2):388-397.

12- Abdel majid, E. A. M. A. Mustafa, and I. Ayad, 1982. Effect of irrigation interval, urea gypsum on N, P. and uptake by forage sorghum on highly saline sodiccly.Exp. Agric. 18: 177-182.

13- Al-Hadi, S. S., 1994. Effect of different Soil moisture contents on Barely water consumptive use. Direst 5: 119-131.

14- Amanullah, A. S. M. S. U. Talukder, A.A. Sarkar and A. S. M. Ahsanullah, 2010. Yield and water use efficiency of four potato varieties under different irrigation regimes. Bangladesh Res. publications. J. 4(3):154-264.

15- Ati, A. S. R. M. Shihab, S. A. Aziz. And F. H. Ahmed, 2010. Production and Water use of Potato under Regulated deficit irrigation treatments . Annals, Agric .Sci. Ain Shams Univ, Cairo, 55(1), 123-128.

16- Ayers, R. and D. Westcot, 1976. Water quality for agriculture irrigation and drainage .Paper No. 29. FAO publication, Rome.

17- Blake، G. R., 1965. Bulk density. In Black, C. A; D. D. Evans, L. E; Ensminger, J.L. white، and F. E. Clark (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 1. Agronomy 9. Am. Soc. of. Agron. Madison, Wisconsin U.S.A. pp. 374- 390.

18- Brutsaert, W, 2006. "Indications of increasing land surface evaporation during the second half of the 20th century". Geophysical Research Letters 33 (20): 1410-1411.

19- Dorota Z. Haman, 2000. Irrigation with high salinity water. Florida. Cooperative Extension service, Institute of food and agricultural sciences, University of Florida.

20- EL-Banna, E. N. A. F. H. Selim and H. Z. Abd El-Salam, 2001. Effect of irrigation methods and water regimes on potato plant) Solanum tuberosum L.) under Delta soil conditions. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 26(1):1-11.

21- Erdem. T. Y, Erdem. H. Orta and H. Okursoy, 2006. Water-Yield relationships of potato under different irrigation methods and regimens *Sci* .Agric. Piracicaba, Braz) ،V.63, N. 3:226 231.

22- FAO, 2002. Crop Water Management: potato. AGLW Water Management Group. FAO, Rome.

23- Fatih, M. K. U. sahin. T. Tunc; and s. Diler, 2006. The Effect of Deficit Irrigation on potato Evapotranspiration and Tuber yield under cool season and semi-arid climatic conditions. Journal of Agronomy 5(2): 284 – .288

24- Fipps, G. and J. Frank, 2001. Irrigation .In: Frank, j., and Sam, Ced, Hand Book of Vegetable Growers, Taxes, USA, P.90.

25- Fouda, T. A., E. A ELmaetwalliand, 2012. Response of potato to nitrogen and water deficit under sprinkler irrigation .Scientific papers Series Management، Economic Engineering in Agriculture and Rural Development V.12:77-82.

26- Kovda, V. A, 1973.Irrigation Drainage and salinity. FAO/UNESCO. An International Source Book. Hutchison and Co. Ltd.P.468,478

27- Lambers, H.F., S. Chapin and T.L. Pons, 2008. Plant Physiological Ecology .2nd Ed .Springer .New York.

28- Najy, A. S., 2009. Response of corn (*Zea mays L.*) to deficit irrigation at different growth stages. A thesis of master. College of agriculture. Al-Sulaimani University.

29- Oliveira, M. R. G. A. M. Calado; and C. A. M. Portas, 1996. Tomato root distribution under drip irrigation. Amer. Soc. Hort. Sci. V. 121 (4) P. 644-648.

30- Panigrahi ،B., S. N. Panda; and N. S. Raghuwabshi, 2001. Potato Water Use and Yield under Furrow irrigation. Irrig. Sci; 20: 155 - 163.

31- Poul, J, 1974. Fifty year of progress in water relation research. Plant Physiology. 54: 463-471.

32- Roderick, M. L. and G. D. Farquhar, 2002. "The cause of decreased pan evaporation over the past 50 years". Science 298 (5597): 1410-1411.

33- Selim. E. M., I. S. Shedeed, F. F. Asaad and A. S. EL- Neklawy, .2012 Interactive Effects of Humic Acid and water stress on Chlorophyll and mineral nutrient contents of potato plants J of Applied Sci Research 8(1):531-537.

34- Shaw, R. H, 1994. Prediction of soil moisture under meadow. Agron. J. 56:320-324.

35- Shiri-e-Janagrad, M. A. Tobeh, S. Hokmalipour, Jamaati-e- Somarin, Sh. A; Abbaasi, and K. Shahbazi, 2009. Potato Response to drip irrigation regimes and plant arrangements during growth periods. Asian J. of Plant Sciences. V (8). Issue: 6 P: 390-399.

36- Wright, J. L. and J.C. Stark, 1990. Potato.in Stewart. B. A. and Nielson. D. R.) eds.) Irrigation of Agricultural Crops .Agronomy Monograph. ASA CSSA SSSA. 30. PP. 859-888.

37- Yildrim, O. D. Uygan, and H. Boyaci, 2002. Irrigation scheduling of drip - irrigated tomatoes using class Apan Evaporation. Turk. J. Agric. 26, p: 171-178.

38- Zhao C. Z. Nan and G. Cheng, 2005. Methods for estimating irrigation needs of spring wheat in the middle Heihe basin, China. Agricultural Water Management.75 (1): 54-70.