Scientific Journal for Publishing in Health Research and Technology

Volume 2, Issue 3, 2026, Pages: 71-90

Journal homepage: https://sjphrt.com.ly/index.php/sjphrt/en/index

Interaction between Irrigation and Nitrogen Levels and Their Effect on Yield, Quality, and Water Use Efficiency of Potato under Drip Irrigation System

Ahlaam Rahoumah Omar Dhu [1 *], Ashraf Yacoub Sweidan [2]

[1] Libyan Authority for Scientific Research, Al-Nasr Street, Tripoli, Libya

[2] Higher Institute of Agricultural Technology, Al-Giran, Tripoli, Libya

التفاعل بين مستويات الري والنيتروجين وتأثيره على إنتاجية وجودة محصول البطاطس وكفاءة استخدام الماء تحت نظام الري بالتنقيط

أحلام رحومه عمر ضو [1*]، أشرف يعقوب سويدان [2]

[1] الهيئة الليبية للبحث العلمي، شارع النصر، طرابلس، ليبيا

[2] المعهد العالي للتقنية الزراعية، الغيران، طرابلس، ليبيا

[*]Corresponding author: ahlamalkwelde@gmail.com

Received: April 30, 2026	Accepted: July 02, 2026	Published: July 20, 2026

Abstract:

A field experiment was conducted during the growing season in Al-Maraziq, Janzour, Libya, to evaluate the interactive effects of three drip irrigation levels (100%, 70%, and 40% of field capacity) and five nitrogen rates (0, 120, 210, 300, and 390 kg N ha) on potato (Solanum tuberosum L., cv. Spunta) yield, tuber quality, and water use efficiency (WUE). A split-plot design with three replications was adopted. Results indicated that moderate irrigation (70% FC) achieved the highest WUE (96 kg mm ha), representing a 10.4% improvement over full irrigation. Nitrogen rate of 300 kg N ha (N3) produced the maximum WUE (97 kg mm ha), reflecting a 49% increase compared with the control treatment. Crop evapotranspiration (ETc) increased progressively with irrigation and nitrogen levels, reaching a maximum of 320.30 mm under I1N3 and a minimum of 143.82 mm under I3N0, confirming the strong interaction between vegetative growth intensity and water consumption. Total tuber yield was highest under full irrigation (28.59 t ha). Yield declined by 12.4% under 70% irrigation and by 36.9% under 40% irrigation. Regarding nitrogen fertilization, maximum yield was recorded at 300 kg N ha (27.10 t ha), followed by a decline at 390 kg N ha, indicating diminishing returns at excessive N supply. Moderate nitrogen application (210 kg N ha) resulted in superior tuber quality parameters: dry matter (20.27%), specific gravity (1.087), and starch content (15.23%). Excess nitrogen reduced quality due to prolonged vegetative growth and delayed physiological maturity, which limited carbohydrate translocation to tubers. The study concludes that 70% irrigation combined with 300 kg N ha optimizes water productivity, while full irrigation with 210-300 kg N ha maximizes economic yield. These findings emphasize the importance of integrated irrigation-nitrogen management strategies for sustainable potato production under semi-arid conditions.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Keywords: Potato, drip irrigation, nitrogen fertilization, water use efficiency, tuber quality, sustainable resource water management.

الملخص

أُجريت تجربة حقلية في منطقة المرازيق، جنزور، ليبيا، لتقييم التأثيرات التفاعلية لثلاثة مستويات من الري بالتنقيط (100%، 70%، و40% من السعة الحقلية) وخمسة معدلات من التسميد النيتروجيني (0، 120، 210، 300، و390 كجم نتروجين/هكتار) على إنتاجية البطاطس (صنف سبونتا)، وجودة الدرنات، وكفاءة استخدام الماء .نُفذت التجربة بتصميم القطع المنشقة بثلاث مكررات .أظهرت النتائج أن الري المعتدل (70% من السعة الحقلية) حقق أعلى كفاءة لاستخدام الماء بلغت 96 كجم/مم.هـ، بانخفاض قدره 10.4% مقارنة بالري الكامل .حقق معدل التسميد النيتروجيني 300 كجم/هكتار (N3) أقصى كفاءة لاستخدام الماء بلغت 97 كجم/مم.هـ، بزيادة قدرها 49% مقارنة بمعاملة الشاهد .ازداد الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول تدريجياً مع ارتفاع مستويات الري والنيتروجين، مسجلاً أعلى قيمة بلغت 320.30 مم تحت المعاملة I1N3وأدنى قيمة بلغت 143.82 مم تحت المعاملةI3N0 ، مما يؤكد التداخل القوي بين كثافة النمو الخضري واستهلاك المياه .كانت الإنتاجية الكلية للدرنات أعلى ما يمكن تحت الري الكامل (28.59 طن/هـ) .وانخفضت الإنتاجية بنسبة 12.4% تحت مستوى الري 70% وبنسبة 36.9% تحت مستوى الري 40 .%وفيما يتعلق بالتسميد النيتروجيني، سُجلت أقصى إنتاجية عند معدل 300 كجم/هكتار (27.10 طن/هـ)، تليها انخفاض عند معدل 390 كجم/هكتار، مما يشير إلى تناقص الغلال عند الإفراط في إمداد النيتروجين .وأدى الاستخدام المعتدل للنيتروجين (210 كجم/هكتار) إلى تفوق في معايير جودة الدرنات: المادة الجافة (20.27%)، الوزن النوعي (1.087)، ومحتوى النشا .(15.23%) وأدى الإفراط في النيتروجين إلى انخفاض الجودة بسبب استمرار النمو الخضري وتأخر النضج الفسيولوجي، مما حد من ترحيل الكربوهيدرات إلى الدرنات .وتخلص الدراسة إلى أن الجمع بين مستوى الري 70% و300 كجم نتروجين/هكتار يعمل على تحسين إنتاجية المياه، بينما يحقق الري الكامل مع 210-300 كجم نتروجين/هكتار أقصى إنتاجية اقتصادية .وتؤكد هذه النتائج أهمية استراتيجيات الإدارة المتكاملة للري والنيتروجين لإنتاج البطاطس بشكل مستدام في الظروف شبه الجافة.

الكلمات المفتاحية: البطاطس، الري بالتنقيط، التسميد النيتروجيني، كفاءة استخدام الماء، جودة الدرنات، الإدارة المستدامة للموارد المائية.

المقدمة

تعتبر عمليات إدارة مياه الري والسماد النيتروجيني المناسبين من أهم العوامل المؤثرة على نمو وإنتاجية وجودة الدرنات، غير أن التكلفة العالية لهذه المدخلات تتطلب تحسين طرق استخدامها عبر رفع كفاءة استخدام الماء بالحفاظ على رطوبة التربة باستمرار عند المستويات المثلى .(Allen et al., 1998) ويُعد السماد النيتروجيني الكافي ضرورة أساسية للحصول على معدل نمو مرتفع(Marschner, 2012) ، وكلاهما يسهم في تعظيم الإنتاج؛ إذ يؤدي نقص النيتروجين إلى انخفاض الوزن النوعي، وتقليل الكثافة النوعية، وصغر حجم الدرنات، فضلاً عن تسببـه في تساقط الأوراق بشكل مبكر ,.Belanger et al) .(2000في المقابل، تؤدي زيادة إضافة السماد النيتروجيني إلى زيادة المادة الجافة وتأخير نمو وتكوين الدرنات خلال فترة نموها .(Goffart et al., 2008; Oliveira, 2000)

إن استخدام النيتروجين المضاف بمعدلات دقيقة وفي الوقت والمكان المناسبين يرفع من كفاءة استخدامه، إذ تحتاج البطاطس إلى كميات أكبر من النيتروجين خلال مرحلة نمو الدرنات(Koch et al., 2020) ، حيث تستمد الدرنات في هذه الفترة ما بين (58% إلى 70%) من الكمية الكلية المضافة. ومع ذلك، فإن الإفراط في إضافة النيتروجين يؤثر سلباً على مقاومة الأمراض والآفات، في حين أن نقصه خلال مرحلة تكوين الدرنات يؤدي إلى جفافها وشيخوخة الأوراق، مما يعيق نموها .(Andrews et al., 2013)

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ومن الأمور الجوهرية فهم طبيعة جذور نبات البطاطس المحدودة النمو، والتي قد تؤثر على مدى استفادة المحصول من الأسمدة المضافة، حيث يسعى المزارع إلى تحقيق النمو والإنتاجية العظمى (Ghasemi et al., 2012)، وهو ما يتطلب إدارة فعالة للري والسماد النيتروجيني. وتجدر الإشارة إلى أن الاحتياجات المائية للبطاطس في طرابلس تتراوح بين (450 إلى 620) مم/موسم(Onder et al., 2005) ، وذلك بحسب العوامل المناخية للمحصول، مما يتيح تحقيق إنتاجية عالية وجودة جيدة .(Tuluçu, 2003) ونظراً لأن البطاطس من المحاصيل شديدة الحساسية للرطوبة، يجب الحفاظ على محتوى مائي متاح لا يقل عن 65% (نسبة الاستنزاف) في التربة طوال فترة تكوين الدرنات وحتى ما قبل الحصاد بنحو 15 يوماً؛ فعدم توفر المياه بشكل مناسب يؤدي إلى ظهور درنات ذات نمو ثانوي، وبالتالي يزداد عدد الدرنات على حساب متوسط وزن الدرنة الواحدة .(Yuan et al., 2003)

كما تبرز أهمية اختيار نظام الري الملائم لزراعة البطاطس؛ فالري بالرش قد يؤدي إلى غسيل النيتروجين بعيداً عن منطقة الجذور (Caliskan & Demirel, 2018) على عكس الري بالتنقيط، وهو نظام حيوي لتنظيم نقل وتيسير العناصر الغذائية في منطقة الجذور .(Alva et al., 2006) وبما أن الري والأسمدة يؤثران بشكل مباشر على جودة درنات البطاطس وقابليتها للتسويق، فإن العلاقة بينهما تتسم بالتعقيد وتعتمد على طبيعة التداخل بين مستوياتهما .(James, 1988; Fandika et al., 2016) وتتعدد استراتيجيات تعزيز كفاءة استخدام المياه للبطاطس من خلال جدولة الري واستخدام أنظمة متقدمة كالري بالتنقيط، مما يسهم في الإدارة الفعالة للنيتروجين بوصفه العنصر الأكثر تقييداً لنمو النبات، فضلاً عن تحسين الإنتاجية والجودة اعتماداً على المناخ، والتربة، والصنف، والممارسات الزراعية (Kumar et al., 2007; Mattar et al., 2021; Ghasemi et al., 2012).ولذا، تهدف هذه الدراسة إلى استقصاء آثار التداخل بين مستويات مختلفة من الري والسماد النيتروجيني على إنتاجية وجودة درنات البطاطس تحت نظام الري بالتنقيط.

المواد وطرق البحث

موقع التجربة

أُجريت التجربة في منطقة المرازيق بجنزور في ليبيا، والتي تبعد حوالي 36 كم عن مدينة طرابلس، على ارتفاع 76 متراً فوق مستوى سطح البحر. وبلغ معدل الهطول المطري نحو (292-325) مم/سنة، عند الإحداثيات.(32.56° N, 11.96° E)

الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة

الجدول(1) الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة في موقع الدراسة (عمق 0–35 سم)

الخاصية	القيمة	الوحدة
الخصائص الفيزيائية		
الكثافة الظاهرية	1.538	جم/سم^3
السعة الحقلية	18	%
نقطة الذبول	10	%
الخصائص الكيميائية		
الأس الهيدروجيني(pH)	7.83	-
التوصيل الكهربائي(EC)	1.63	ديسيسيمنز/م
محتوى النيتروجين	0.113	%
محتوى الفوسفور	7.331	جزء في المليون(ppm)
محتوى البوتاسيوم	174	جزء في المليون(ppm)

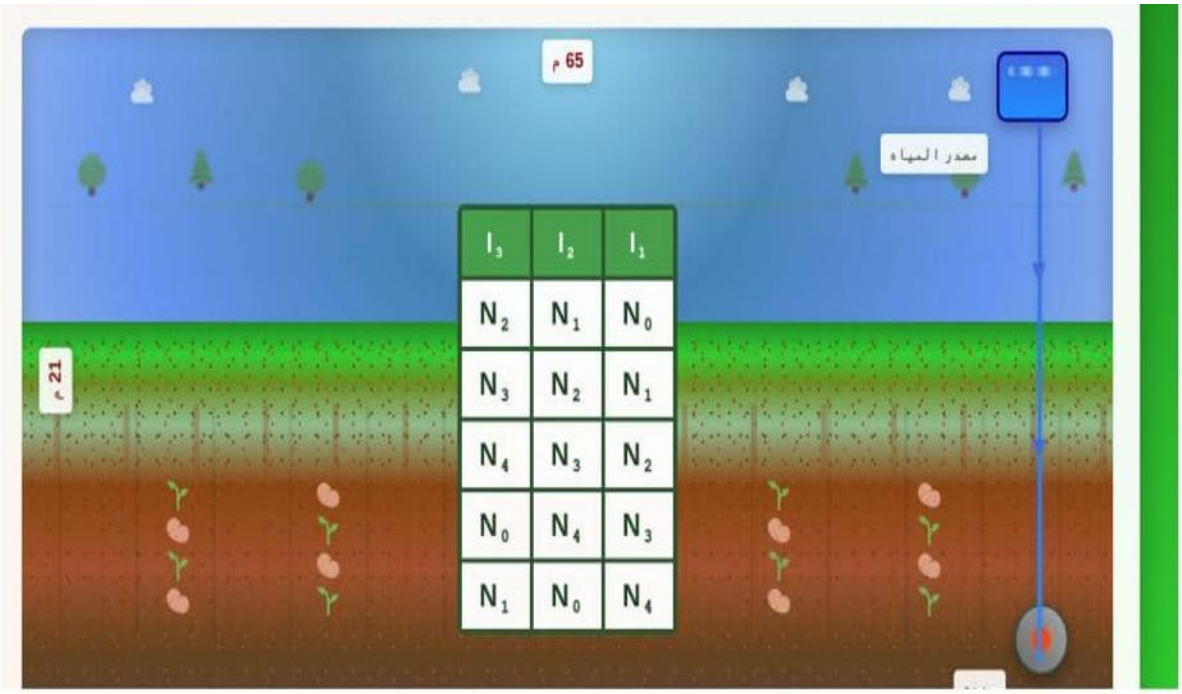
التصميم التجريبي

- **التصميم :**تصميم القطع المنشقة (Split-Plot Design) في ثلاث مكررات.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

المعاملات

- **مستوى الري :(I)** تم استخدام 3 مستويات على النحو التالي:
  - I_1 = 100% من كمية المياه المقدرة.
  - I_2 = 70% من كمية المياه المقدرة.
  - I_3 = 40% من كمية المياه المقدرة.
- **مستوى التسميد :**تمت إضافة 5 مستويات من السماد النيتروجيني مصدره سماد اليوريا– (N 46%)على النحو التالي:
  - N_0 0(0% = كجم/هكتار) .
  - N_1 = 40% (120كجم/هكتار) .
  - N_2 = 70% (210كجم/هكتار) .
  - N_3 = 100% (300كجم/هكتار) .
  - N_4 = 130% (390كجم/هكتار) .
- **المادة النباتية :**تم استخدام صنف البطاطس هولندي المصدر(Spunta) ، عبر الشركات الوكيلة. واستُخدمت وحدات تجريبية مساحتها 6.5 × 5.1) م)، وكانت مساحة الحقل الكلية 6.5 × 21) م)، كما هو موضح في الشكل (1.)
-

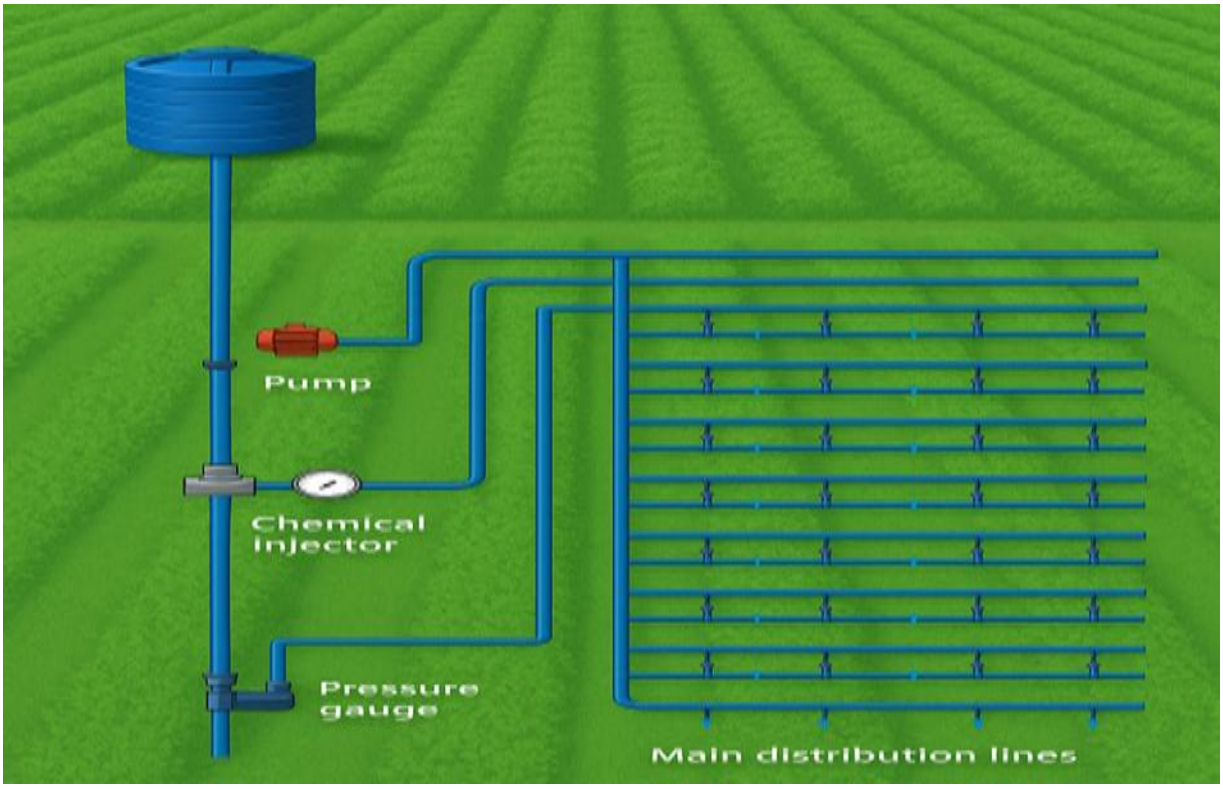


الشكل(1) تصميم التجربة

إدارة الري واستهلاك المياه

استُخدمت شبكة ري بالتنقيط، حيث بلغت المسافة بين المنقطات 30 سم .(Allen et al., 1998) وتكونت شبكة الري من خطوط ثانوية قطرها الداخلي 32 مم، تتفرع منها خطوط جانبية قطرها الداخلي 16 مم، ومؤمنة بمربط ومحبس ومنقطات هولندية المصدر بتصريف (5 لتر/ساعة)، وذات كفاءة عالية ومعامل تباين منخفض جداً .($C.V = 6.2\%$) وتعتمد الشبكة على مصدر مياه ممثل ببئر عمقه 52 متراً، كما هو موضح في الشكل (2) .(Doorenbos & Kassam, 1979)

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل(2) تصميم شبكة الري

تم تقدير متطلبات الري (IR) باستخدام المعادلة (1 ,Allen et al., 1998; Keller & Bliesner) (1990).كما أُخذت عينات من التربة كل 2-3 أيام بعد الري (عند 100% من السعة الحقلية) لكل عملية تقدير للمحتوى الرطوبي (قبل وبعد الري) بواسطة جهاز المقاومة الزمنية (TDR) اليدوي (Topp et al., 1980).

معادلة احتياجات الري:(1)

$$IR = (Fc - Sm) \times Dr \times Ap \times Pw$$

حيث:

- IR :متطلبات الري.
- Fc :السعة الحقلية.
- Sm :رطوبة التربة قبل الري.
- Dr :عمق الجذور.
- Ap :مساحة القطاع.
- Pw :نسبة الترطيب للتربة.

تقدير الاستهلاك المائي :

تم تقدير الاستهلاك المائي للمحصول (ET_c) باستخدام المعادلة (2) لكل 10 أيام لكل مستوى رطوبي بناءً على معادلة الاتزان الهيدرولوجي .(Allen et al., 1998; James, 1988)

معادلة الاستهلاك المائي للمحصول:(2) (ET_c)

$$ET_c = I + Pi \pm \Delta s - D - R$$

حيث:

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- ET_c :البخر-نتح المحصولي (مم/يوم).
- I :كمية مياه الري المضافة (مم/يوم).
- Pi :كمية الهطول الفعال (مم/يوم).
- Δs :التغير في المحتوى الرطوبي المخزن في التربة.
- D :الماء المتسرب بعيداً عن منطقة الجذور (مم).
- R :الجريان السطحي (مم).

الجدول(2) إدارة الري واستهلاك المياه لمحصول البطاطس تحت نظام التنقيط

البند	التفاصيل	الوحدة	الملاحظات
مصدر المياه	بئر	-	عمق 52 متراً
نظام الري	تنقيط	-	كفاءة عالية (88%) (Allen et al., 1998)
تصريف النقاطات	5	لتر/ساعة	مصدر هولندي
معامل التباين$(C.V)$	6.2	%	ممتاز
مسافات المنقطات	30	سم	-
أقطار الأنابيب	16جانبي - 32 ثانوي	مم	جانبي وثانوي
متطلبات الري(IR)	-	m^3	-
السعة الحقلية(Fc)	18	%	(Allen et al., 1998)
رطوبة التربة قبل الري(Sm)	55	%من السعة الحقلية	-
عمق الجذور(Dr)	حسب مرحلة النمو	متر	(Allen et al., 1998)
مساحة القطاع(Ap)	5.1×6.5	m^2	-
نسبة الترطيب للتربة (Pw)	0	%	(Allen et al., 1998)
البخر-نتح المحصولي (ET_c)	-	مم	(Allen et al, 1998)
كمية مياه الري المضافة(I)	141-476	مم/موسم	حسب المعاملة
كمية الهطول الفعال (Pi)	-	مم	(Allen et al., 1998)
التغيير في المحتوى الرطوبي(Δs)	القياس بجهاز (TDR) محمول كل 2-3 أيام	النطاق: من 100% إلى 35% سعة حقلية	(Allen et al., 1998)
الماء المتسرب بعيداً عن الجذور(D)	صفر	مم	بسبب استخدام الري بالتنقيط
الجريان السطحي(R)	صفر	مم	عدم وجوده بسبب استخدام الري بالتنقيط

كفاءة استخدام الماء

تم استخدام المعادلة (3) المقترحة في الأدبيات العلمية (James, 1988; Allen et al., 1998; Doorenbos & Kassam, 1979):

$$\mathrm{WUE} = \frac{\mathrm{Yield}}{\mathrm{ETc}}$$

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

حيث:

- WUE :كفاءة استخدام الماء (كجم/هكتار/مم).
- Yield :الإنتاجية (كجم).
- ETc :البخر-نتح المحصولي (مم/هكتار) خلال مرحلة النمو بالكامل.

إدارة التسميد

تمت إضافة الأسمدة الفوسفورية (على هيئة سوبر فوسفات الثلاثي 46%) بعد الحراثة بمقدار 80 كجم P_2O_5/هكتار). ثم أُضيفت الأسمدة البوتاسية (أكسيد البوتاسيوم 50%) بمقدار 160 كجم K_2O/هكتار)على جرعتين؛ الأولى بعد زراعة الدرنات والثانية بعد بدء نمو الدرنات.
كما أُضيف سماد النيتروجين (اليوريا) على دفعتين بحسب مستوى التسميد؛ النصف الأول (50%) بعد إعداد الحقل وزراعة درنات البطاطس، والنصف الثاني (50%) بعد تكوين الدرنات. وبلغ عدد الوحدات التجريبية 16 وحدة في كل مكرر، بمسافة 70 سم بين الصفوف. وتم استخدام مبيد الآفات (Methoxamatic)قبل الزراعة لمكافحة الآفات، واستخدام مبيدات الفطريات (مثل مقاومة اللفحة المتأخرة) وفقاً للحاجة بواقع مرتين خلال الموسم.

القياسات وتجميع البيانات: -

الإنتاجية ومعايير النمو: -

تم تجميع معايير النمو في كل مكرر بما في ذلك ارتفاع النبات وعدد السيقان وعدد الدرنات وأقطار حيث وزعت الى ثلاث فئات حسب أقطارها، الفئة A (A≥45mm), والفئة B (45≥B≥25), والفئة C(C=35) (Mattar et al., 2021; Ierna & Mauromicale, 2020.).

معايير جودة الدرنات: -

عند الحصاد تم قياس المادة الجافة للدرنات (TDM) والكثافة النوعية (SG) , وتم تقديرالكثافة بمقياس مارتن ليشمانز الرقمي (Martin Lishmans) والمادة الجافة والكثافة النوعية بإستخدام 2.5kg من درنات البطاطس وثم حساب تركيز النشا بإستخدام وزن الدرنات تحت الماء (Kumar et al., 2007; Ierna & Mauromicale, 2020).

التحليل الأحصائي:-

تم تحليل البيانات بإستخدام تحليل التباين (NOVA) عند مستوى معنوية (5%) بإستخدام برنامج SPSS:V:[22,18]22.

النتائج والمناقشة

كفاءة استخدام الماء (WUE)

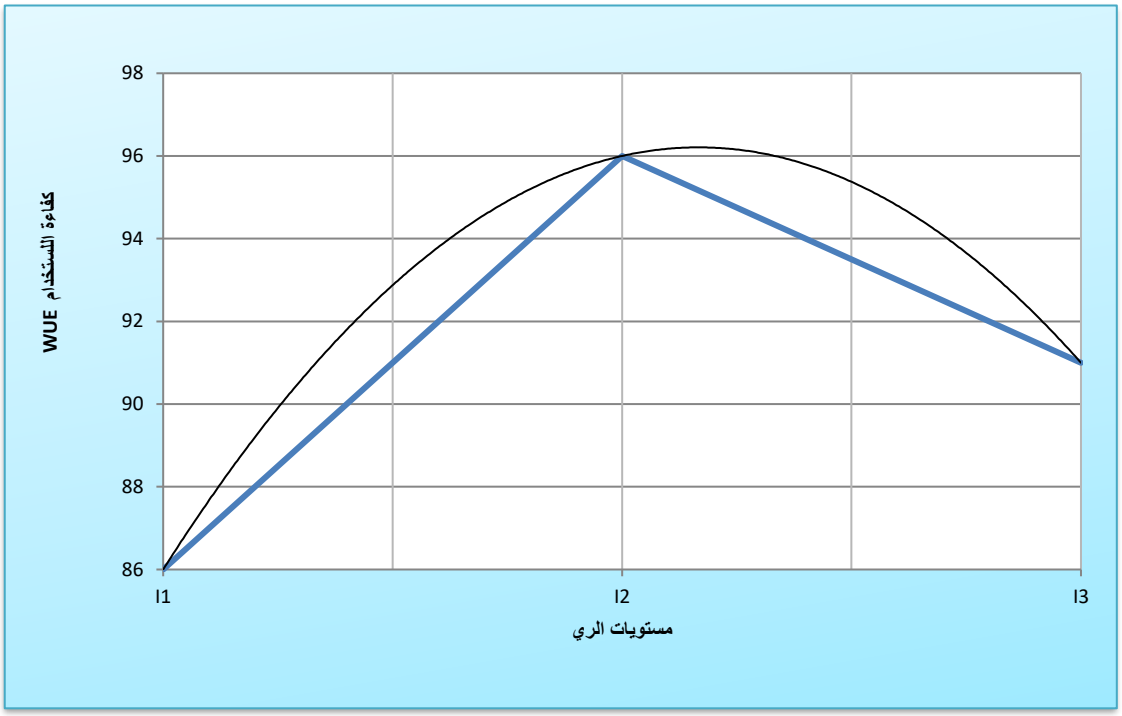
أظهرت النتائج وجود تأثير معنوي لمستوى الري على كفاءة استخدام الماء (جدول 3)، حيث حقق مستوى أعلى قيمة بلغت 96كجم/مم.هـ , يليه مستوى الري الناقص) من السعة الحقليةI_2،(70% الري المتوسط أدنى قيمة (86 كجم/مم.هـ) . (I_3)بقيمة 91 كجم/مم.هـ، بينما سجل الري الكامل(I_1)

جدول (3) يوضح كفاءة استخدام الماء لمستويات الري

مستوى الري	**I_3**	**I_2**	**I_1**
	100	**70**	**40**
الكفاءة (WUE)	**91**	**96**	**86**

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ويؤكد النموذج التربيعي الموضح في (الشكل2) ($R^2 = 0.99$) وجود نقطة مثلى عند مستوى الإجهاد المائي المعتدل، مما يشير إلى أن الري المتوسط حسّن الكفاءة الفسيولوجية للنبات من خلال تحقيق توازن أفضل بين التمثيل الضوئي وفقد الماء بالنتح، في حين أدى الري الكامل إلى زيادة الاستهلاك المائي دون زيادة مكافئة في الإنتاجية.



الشكل (2) يوضح كفاءة استخدام الماء لمستويات مختلفة من الري

$$Y=-7.5x^2+32.5x+61 R^2=0.99$$

كما كان لمستويات النيتروجين تأثير معنوي على كفاءة استخدام الماء (جدول 4)، حيث سجل N_3(300المستوى كجم نيتروجين/هـ)أعلى قيمة (97كجم/مم.هـ) , في حين كانت أدنى قيمة عند المعاملة N_0(65كجم/مم.هـ) .

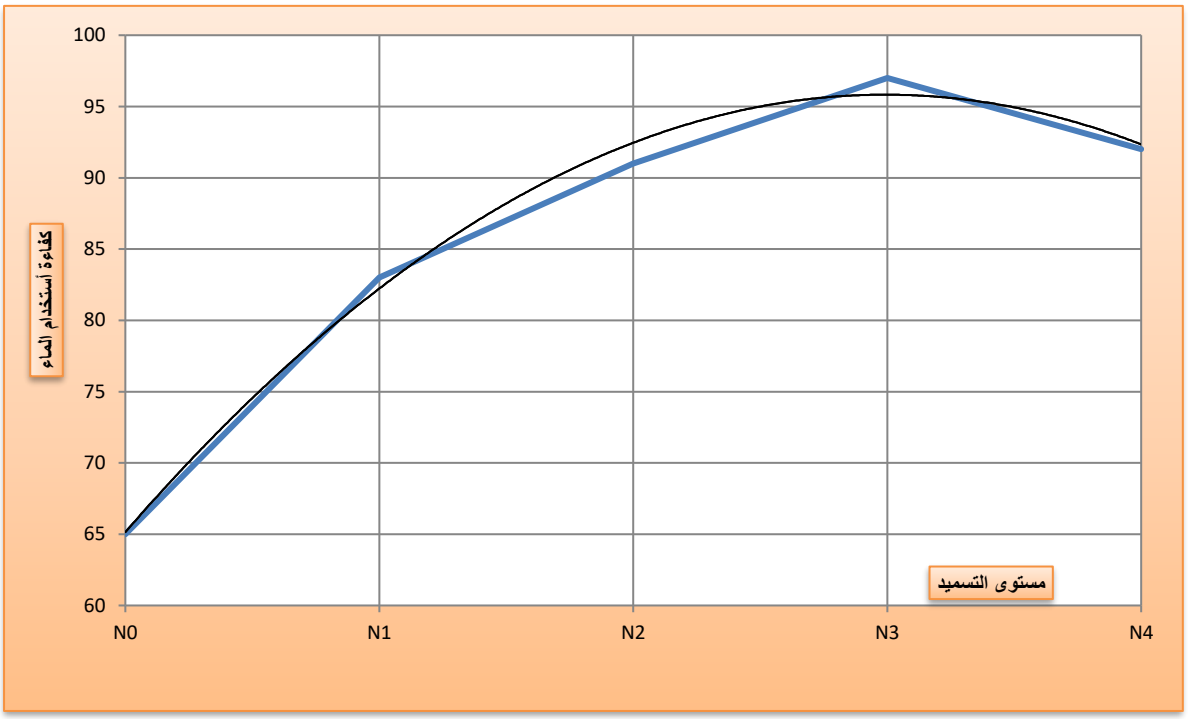
جدول (4) يوضح كفاءة الماء تحت مستوى النيتروجين (kg/mm.ha)

مستوى التسميد	N_4	N_3	N_2	N_1	N_0
الكفاءة (WUE)	92	97	91	83	65

($R^2 = 0.9$) ويوضح (الشكل 3) قوة الأرتباط الأحصائي

بين معدل التسميد وكفاءة استخدام الماء، مما يدل على وجود مستوى أمثل للتسميد، إذ إن الإفراط في أدى إلى انخفاض الكفاءة نتيجة زيادة النمو الخضري والاستهلاك المائي غير المنتج.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (3) يوضح كفاءة استخدام الماء تحت مستويات مختلفة لسماد النيتروجين (اليوريا)

$$Y=-3.4286X^2+27.371X+41.2 \qquad R^2=0.99$$

ويظهر التحليل التفاعلي أن المعاملة I_2N_3 حققت أعلى كفاءة استخدام ماء، مما يعكس التكامل بين الإجهاد المائي المعتدل والتغذية النيتروجينية المتوازنة.(Sharifi et al., 2005; Guler, 2009)

الاستهلاك المائي المحصولي (ETC)

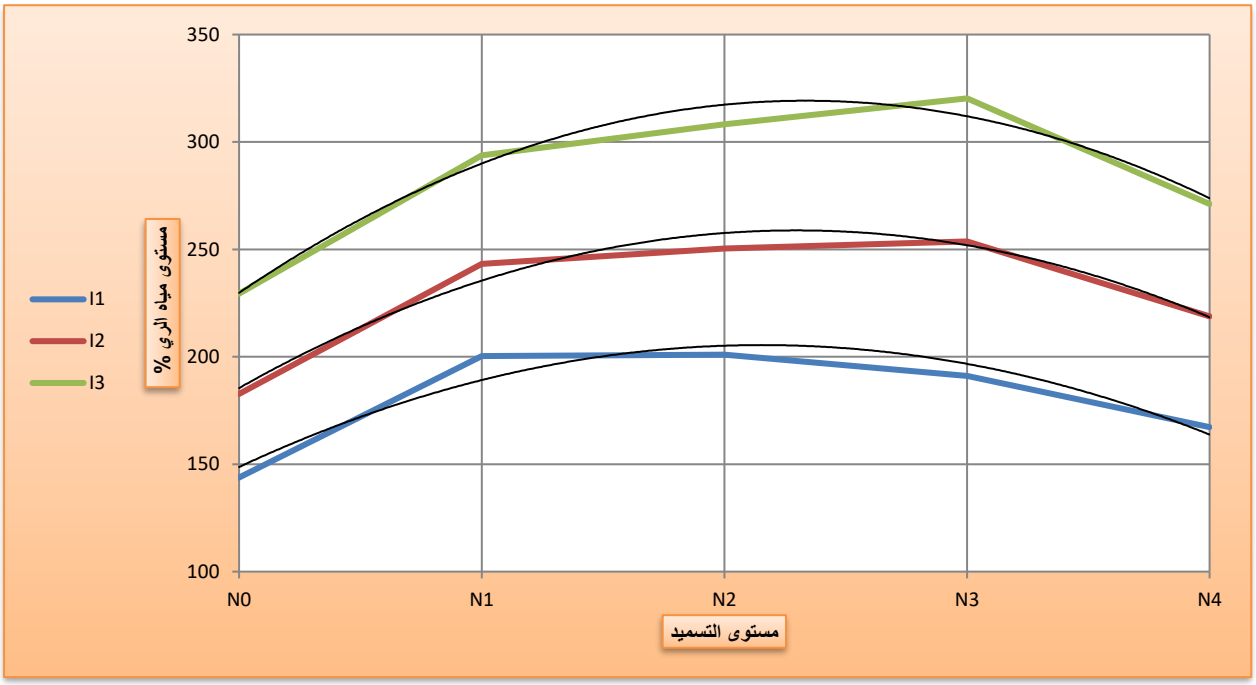
(ETC) أوضحت بيانات (جدول 5) أن الاستهلاك المائي المحصولي ازداد تدريجيًا مع ارتفاع مستويات الري والنيتروجين، حيث سجلت المعاملة I_3N_0مم 143.82). (أعلى قيمة بلغت 320.30 مم، بينما كانت أدنى قيمة عندI_1N_3

جدول (5) يوضح كمية المياه المستهلكة (ET_C) تحت مستويات الري والسماد (mm)

مستوى السماد / مستوى الري	N_0	N_1	N_2	N_3	N_4	المتوسط
I_1 40	**143.82**	**200.25**	**201.03**	**191.11**	**167.3**	**180.702**
I_2 70	**182.71**	**243.29**	**250.44**	**253.67**	**218.76**	**229.774**
I_3 100	**229.36**	**293.71**	**308.28**	**320.30**	**271.16**	**284.562**
المتوسط	**185.30**	**245.75**	**253.25**	**255.03**	**219.07**	

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ويبين (الشكل 4) العلاقة التفاعلية بين الري والتسميد في تحديد الاستهلاك المائي؛ إذ أظهر معامل الارتباط الإحصائي قوة كبيرة تراوحت بين($R^2 = 0.91 - 0.96$) ، مما يدل على أن زيادة معدل النيتروجين ضمن كل مستوى ري تؤدي إلى زيادة الاستهلاك المائي نتيجة توسع مساحة المجموع الورقي وارتفاع معدل النتح (Ahmed et al., 2009; Casa et al., 2005). ويؤكد ذلك أن النيتروجين لا يقتصر دوره على زيادة الإنتاجية فحسب، بل يرفع أيضاً الطلب المائي نتيجة تحفيز النمو الخضري (Ahmed et al., 2009; Casa et al., 2005).



الشكل (4) يوضح كمية المياه المستهلكة ET_Cتحت مستويات الري والسماد (mm)

$$y_{I3}=136.8+109.36X-16.391X^2 \qquad R^2_{I3}=0.96$$
$$y_{I2}=107.58+91.772X-13.92X^2 \qquad R^2_{I2}=0.96$$
$$y_{I1}=83.76+77.151X-12.229X^2 \qquad R^2_{I1}=0.91$$

الإنتاجية ومكونات النمو:-

تأثير الري:-

أظهرت النتائج أن الإنتاجية الكلية تأثرت معنويًا بمستوى الري (جدول 6)، حيث بلغت أعلى قيمة عند I_1 = 18.05 طن/هـ . ثم I_2=25.03 تليها I_3=28.59, الري الكامل ويمثل ذلك انخفاضًا قدره 12.4% عند مستوى 70% ري و36.9% عند 40% ري مقارنة بالري الكامل.

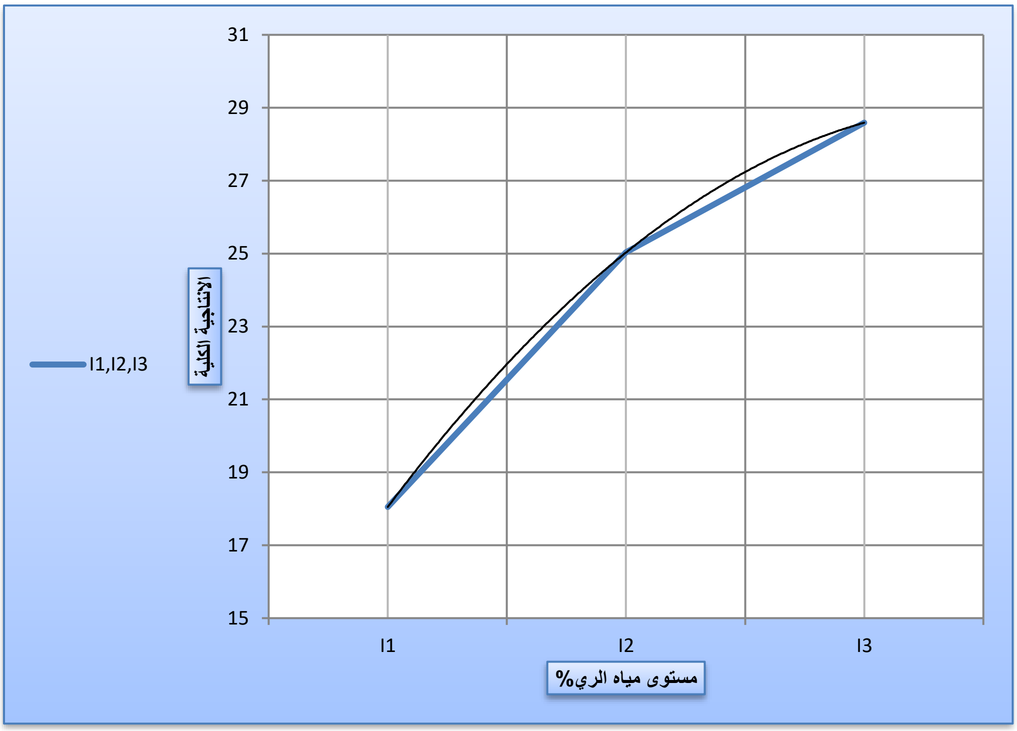
جدول (6) يوضح الإنتاجية الكلية ومعدلات النمو لمحصول البطاطس بتأثير مستويات الري والسماد

الإنتاجية (t/ha)	ارتفاع النبات (cm)	عدد السيقان /نبات	عدد الدرنات /نبات	المعاملات
التسميـــــــــــــــــــــــد				
18.79a	62.66c	2.93bc	2.55a	N_0

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

N_1	3.13a	2.74c	65.31bc	**23.73b**
N_2	2.86a	3.05bc	63.96bc	**25.03bc**
N_3	3.20a	3.16ab	65.76bc	**27.10dc**
N_4	3.63a	3.21ab	66.09ab	**23.62b**
الـــــــــــــــــــــــــــــــــــري				
I_1 40	2.90	2.76a	60.93a	**18.05a**
I_2 70	3.05	3.19ab	64.87b	**25.03ab**
I_3 100	3.23	3.35bc	67.00c	**28.59bc**

بين الري والانتاجية, مما يعكس حساسية($R^2 = 0.99$) ويؤكد (الشكل 5) العلاقة التربيعية القوية محصول البطاطس لنقص الرطوبة خاصة خلال مرحلتي تكوين وتضخم الدرنات.

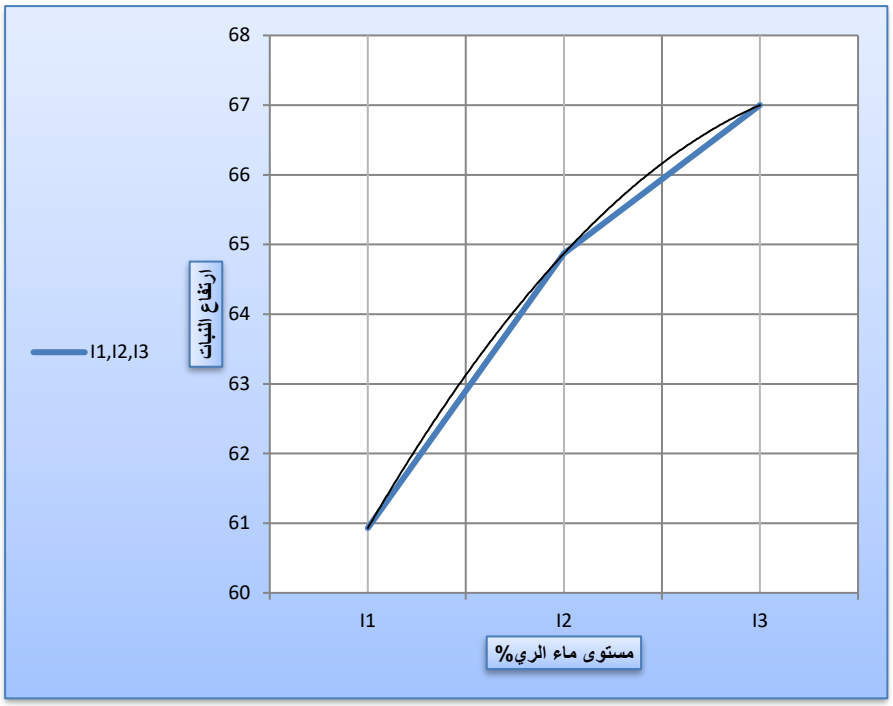


الشكل (5) يوضح تأثير الري على الانتاجية الكلية

$$y=7.65+12.11X - 1.71X^2 \qquad R^2=0.99$$ **(الانتاجية الكلية)**

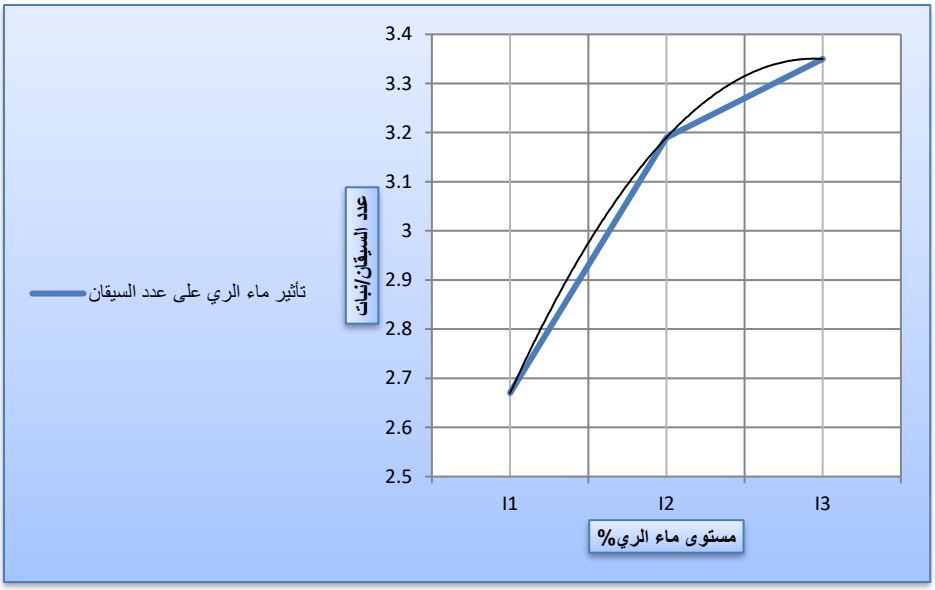
كما يوضح (الشكل 6) أن ارتفاع النبات ازداد بزيادة كمية مياه الري، ويبين (الشكل 7) زيادة عدد السيقان، بينما يؤكد (الشكل 8) زيادة عدد الدرنات مع تحسن مستوى الري، مما يدل على التأثير المباشر لتوفر الماء على النمو الخضري والإنتاجي .(Lin et al., 2007; Zhang et al., 2017)

 | **Copyright:** © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (6) يوضح تأثير الري على ارتفاع النبات

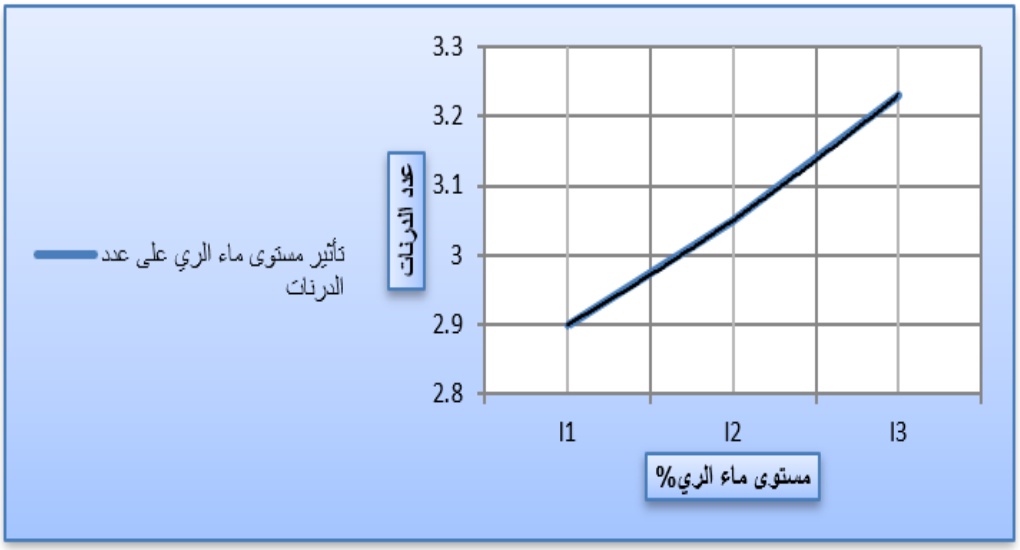
(ارتفاع النبات) $R^2=0.99$ $y=55.18+6.655X- 0.9051X^2$



الشكل (7) يوضح تأثير ماء الري على السيقان

(عدد السيقان) $R^2=0.99$ $y=1. 79+1.06X-0.018X^2$

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



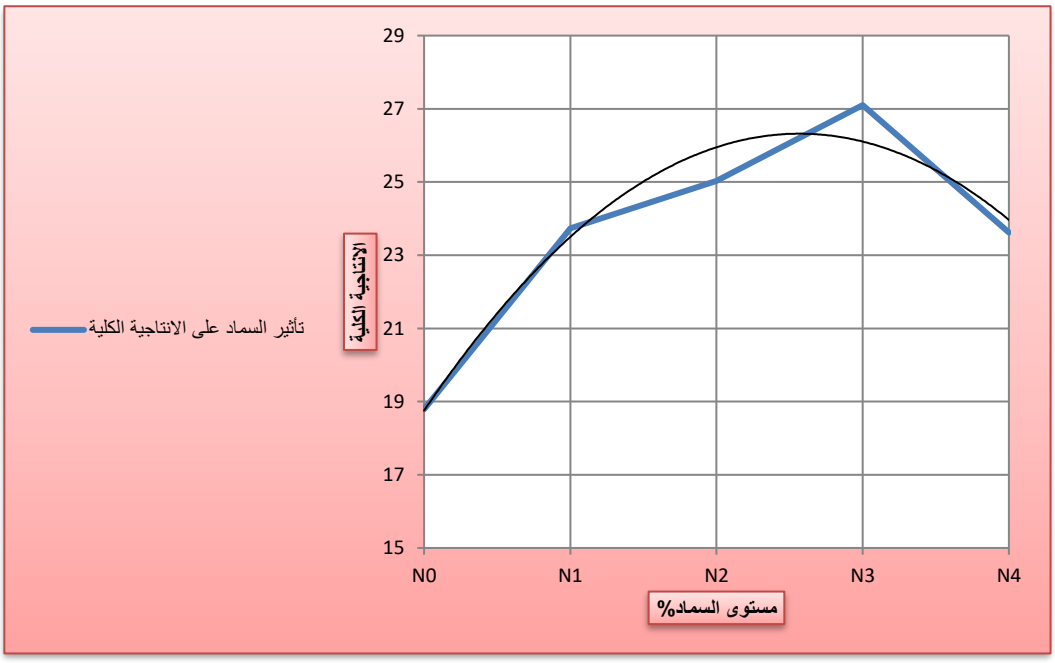
الشكل (8) يوضح تأثير الري على عدد الدرنات

(عدد الدرنات)

$$y=2.78+0.105\ X-0.05\ X^2 \qquad R^2=0.99$$

تأثير النيتروجين:-

يوضح (الجدول 6) أن أعلى إنتاجية تحققت عند المستوى N_3 بلغت 27.10 طن/هكتار، يليها انخفاض عند المستوى N_4، مما يشير إلى وجود مستوى أمثل للتسميد النيتروجيني (Adhikari & Rana, 2017). ويؤكد (الشكل 9) قوة الارتباط الإحصائي بين مستويات النيتروجين والإنتاجية الكلية($R^2 = 0.94$) ؛ حيث أدى الإفراط في التسميد إلى انخفاض نسبي في الإنتاجية نتيجة استمرار النمو الخضري وتأخر انتقال الكربوهيدرات إلى الدرنات (Adhikari & Rana, 2017).



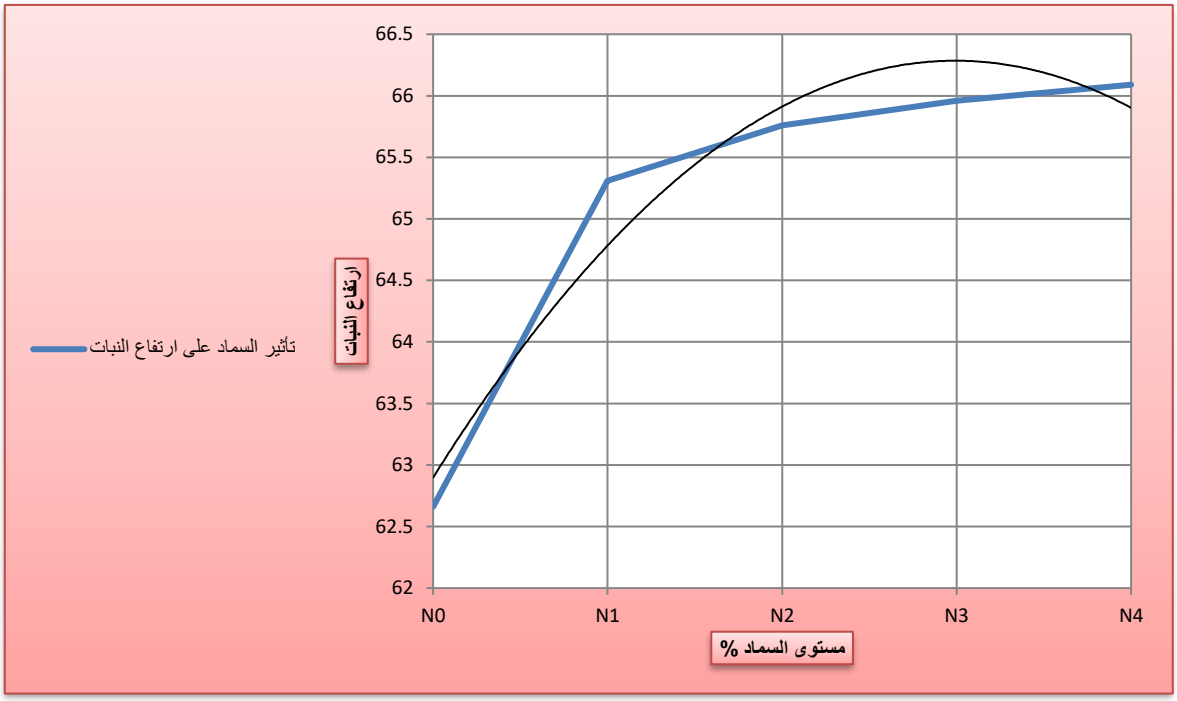
الشكل (9) يوضح تأثير مستويات مختلفة من السماد على الانتاجية الكلي

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

(الانتاجية الكلية)

$y=11.71+8.190X-1.1479X^2$ $R^2=0.94$

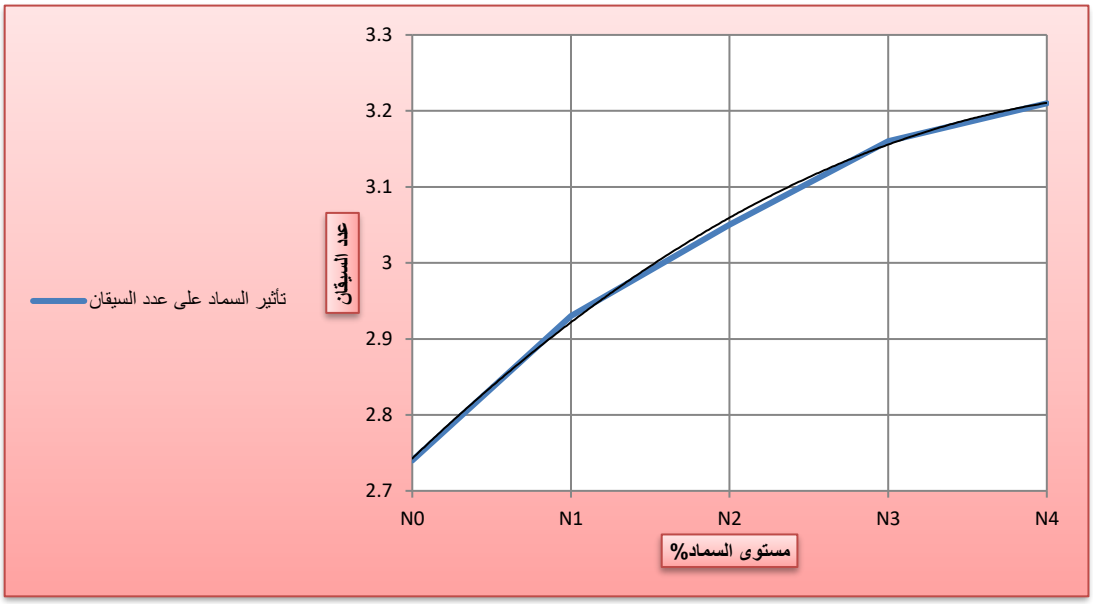
كما يوضح (الشكل 10) تأثير النيتروجين على ارتفاع النبات، ويبين (الشكل 11) تأثيره على عدد السيقان، بينما يوضح (الشكل 12) تأثيره على عدد الدرنات، مما يعكس دور النيتروجين في تعزيز النمو حتى مستوى معين قبل ظهور تأثيرات تناقصية عند المستويات العالية(Ati et al., 2012)



الشكل (10) يوضح تأثيرمستويات مختلفة من السماد على ارتفاع النبات

(ارتفاع النبات)

$\y=60.258+3.0181X-0.3779X^2$ $R^2=0.93$



الشكل (11) يوضح تأثير مستويات مختلفة من السماد على عدد السيقان

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

(عدد السيقان)

$y=2.522+0.2413X-0.0207X^2$ $R^2=0.99$

الشكل (12) يوضح تأثير مستويات مختلفة من السماد على عدد الدرنات

(عدد الدرنات)

$y=2.06+0.576\ X-0.05X^2$ $R^2=0.95$

جودة الدرنات:-

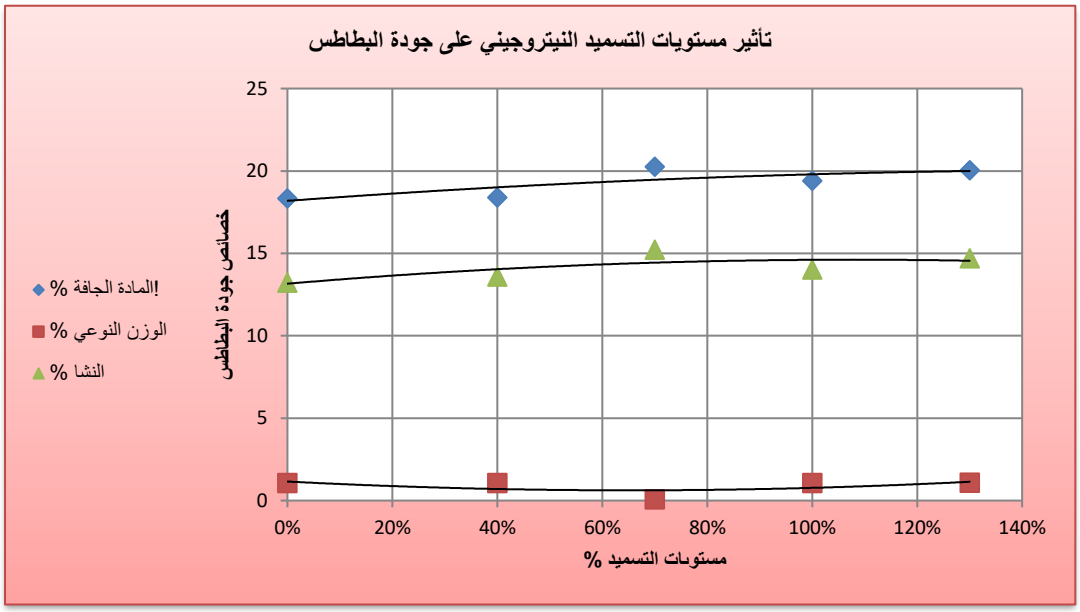
(210 كجم/هكتار) سجل أعلى نسبة مادة جافة (20.27%)، وأعلى وزن نوعي (1.087)، وأعلى نسبة نشا بلغت (15.23%).

جدول (7) يوضح تأثير مستويات الري والسماد النيتروجيني على خصائص جودة درنات البطاطس

المعاملة	المادة الجافة (%)	الوزن النوعي	النشا (%)
التسميـــــــــــــــــــــــــــد			
N_0	18.33a	1.073e	**13.23e**
N_1	18.39a	1.076d	**13.6d**
N_2	20.27c	1.087a	**15.23a**
N_3	19.41b	1.075cd	**14.02c**
N_4	20.05cb	1.082b	**14.71b**
الـــــــــــــــــــــــــــري			
I_1 40	19.65a	1.078a	**14.14a**
I_2 70	19.56a	1.078a	**14.13a**
I_3 100	18.81b	1.078a	**14.16a**

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ويبين (الشكل 13) العلاقة التربيعية بين مستويات النيتروجين وخصائص الجودة، حيث أدى المستوى المتوسط إلى أفضل توازن بين النمو الخضري وتخزين الكربوهيدرات (Cantore et al., 2014; Darwish et al., 2006)؛ بينما أدى الإفراط في النيتروجين إلى استمرار النمو وتأخير النضج الفسيولوجي، مما قلل تراكم المادة الجافة في الدرنات (Cantore et al., 2014; Darwish et al., 2006).



الشكل (13) يوضح تأثير مستويات السماد النيتروجيني على خصائص جودة درنات البطاطس

(المادة الجافة)

$$y_{N0}=18.186+2.3398X-0.7288X^2 \qquad R^2_{N0}=0.64$$

(الوزن النوعي)

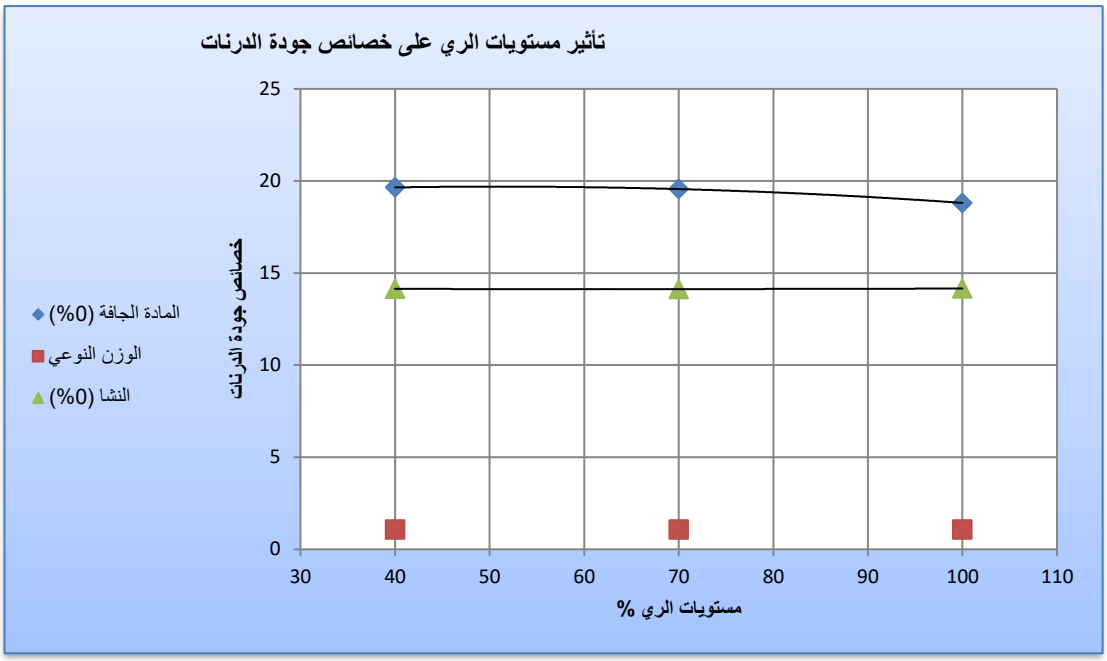
$$y_{N1}=1.1539-1.6269X+1.2441X^2 \qquad R^2_{N1}=0.32$$

(النشأ)

$$y_{N2}=13.158+2.7029X-1.2543X^2 \qquad R^2_{N2}=0.55\%$$

أما تأثير الري، فيظهر في (الشكل 14) أن الفروق في نسبة النشا بين مستويات الري كانت غير معنوية، مما يشير إلى ثبات نسبي في محتوى النشا للصنف سبونتا تحت اختلاف مستويات الرطوبة، مع ملاحظة تحسن طفيف في المادة الجافة عند الإجهاد المعتدل.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



الشكل (14) يوضح تأثير مستويات الري على خصائص جودة الدرنات

(المادة الجافة%)

$$y_{I0}=18.\ 743+0.0373X-0.0004\ X^2 \qquad R^2_{I0}=0.99$$

(الوزن النوعي%)

$$y_{I1}=1.078+3\times10^{-17}X-2\times10^{-18}X \qquad R^2_{I1}=0.99$$

النشا %)

$$y_{I2}=14.216-0.0028X+2\times10^{-5}X^2 \qquad R^2_{I2}=0.99$$

مناقشة النتائج

أظهرت نتائج هذه الدراسة أن كلاً من مستويات الري والتسميد النيتروجيني، وكذلك التفاعل بينهما، كان له تأثير معنوي على إنتاجية البطاطس، وكفاءة استخدام الماء، وجودة الدرنات تحت نظام الري بالتنقيط (Kassam, 1979 & Doorenbos). وأكدت بيانات كفاءة استخدام الماء والنماذج الرياضية أن الإجهاد المائي المعتدل عند 70% من السعة الحقلية حسن الكفاءة المائية مقارنة بالري الكامل، حيث أدى إلى تحقيق أعلى قيمة لكفاءة استخدام الماء. ويعود ذلك إلى تحسين التوازن بين عمليات التمثيل الضوئي والنتح، إذ يقلل الإجهاد المائي المعتدل من الفاقد المائي دون التأثير الكبير على الإنتاجية، مما يعزز الكفاءة الفسيولوجية لاستخدام الماء (Ghasemi et al., 2012).

كما أظهرت النتائج أن المستوى الأمثل للنيتروجين (300 كجم/هكتار) حَسَّن كفاءة استخدام الماء نتيجة تحفيز النمو الخضري المناسب وزيادة المجموع الورقي، مما يعظم عملية التمثيل الضوئي وبالتالي الإنتاجية دون إسراف في الماء (Kumar et al., 2007; Mattar et al., 2021). وفيما يتعلق بالإنتاجية، حقق الري الكامل أعلى إنتاجية كلية، مما يؤكد أهمية توفير الاحتياجات المائية الكاملة للبطاطس، لا سيما في مراحل تكوين وتضخم الدرنات (Allen et al., 1998; James, 1988). ومع ذلك، فإن الإنتاجية تحت معاملة الري الناقص (70%) كانت مقبولة مع تحقق توفير كبير في المياه، مما يدعم الاعتماد على الري الناقص في المناطق التي تعاني من شح المياه (Onder et al., 2005).

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

وتتفق الزيادة في الإنتاجية مع زيادة معدلات النيتروجين حتى 300 كجم/هكتار مع النتائج التي توصل إليها (Yuan et al., 2003)، بينما يؤدي الإفراط في التسميد إلى انخفاض الإنتاجية بسبب فرط النمو الخضري على حساب تكوين الدرنات (Belanger et al., 2000). وفيما يخص جودة الدرنات، فقد تفوق المستوى المتوسط من التسميد النيتروجيني (210 كجم/هكتار) في صفات المادة الجافة، والوزن النوعي، والنشا، وهو ما يعكس التوازن الأمثل بين النمو الخضري وتخزين المواد الصلبة (Marschner, 2012)؛ إذ يؤدي الإفراط في التسميد النيتروجيني إلى تأخير النضج الفسيولوجي وتقليل ترحيل الكربوهيدرات إلى الدرنات (Goffart et al., 2008; Oliveira, 2000).

كما أظهرت الدراسة أن التفاعل بين الري والنيتروجين كان معنويًا في معظم الصفات المدروسة، مما يؤكد أهمية الإدارة المتكاملة لهذين المدخلين (Andrews et al., 2013). وقد تبين أن المعاملة التفاعلية (I_2N_3: ري 70% + 300 كجم/هكتار نيتروجين) أعطت أفضل توازن بين الإنتاجية، وكفاءة استخدام الماء، وجودة الدرنات، وهو ما يتفق مع ما أشار إليه (Demirel, 2018 & Caliskan) و(Alva et al., 2006) في دراساتهم ضمن مناطق مشابهة. كما أكدت النتائج أن زيادة النيتروجين عن 300 كجم/هكتار أدت إلى زيادة النمو الخضري على حساب الإنتاجية، وهو ما تدعمه نتائج (Keller & Bliesner, 1990) و(Topp et al., 1980).

من ناحية أخرى، أظهرت النتائج أن الري الكامل (100%) أعطى أعلى إنتاجية ولكن بكفاءة استخدام ماء أقل، مما يرسخ مفهوم أهمية الري الناقص في ظل محدودية الموارد المائية (Kassam, & Doorenbos 1979; Allen et al., 1998). تؤكد هذه النتائج عمومًا على محورية الإدارة المتكاملة للري والتسميد النيتروجيني لتحقيق إنتاجية وفيرة وجودة عالية مع ترشيد استهلاك المياه.

التوصية النهائية: تتمثل التوصية في استخدام 70% من الاحتياجات المائية مع إضافة 300 كجم/هكتار من النيتروجين لتحقيق أفضل كفاءة استخدام للماء والجودة، بينما يحقق الري الكامل مع (210 - 300 كجم/هكتار) أقصى إنتاجية اقتصادية في المناطق التي لا تعاني من ندرة المياه (Ghasemi et al., 2012).

Compliance with ethical standards

Disclosure of conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

[1] 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. Rome, Italy.

[2] Marschner, P. (Ed.). (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press, San Diego.

[3] Belanger, G., Walsh, J. R., Richards, J. E., Milburn, P. H., & Ziadi, N. (2000). Yield response of two potato cultivars to supplemental irrigation and N fertilization in New Brunswick. *American Journal of Potato Research*, 77(1), 11-21.

[4] Goffart, J. P., Olivier, M., & Frankinet, M. (2008). Potato crop nitrogen status assessment to improve N fertilization management and efficiency: Past-present-future. *Potato Research*, 51(3-4), 355-383.

[5] Oliveira, C. A. S. (2000). Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(5), 939-950.

[6] Koch, M., Naumann, M., Pawelzik, E., Gransee, A., & Tie, H. (2020). The importance of nutrient management for potato production part I: Plant nutrition and yield. *Potato Research*, 63(1), 97-119.

[7] Andrews, M., Raven, J. A., & Lea, P. J. (2013). Do plants need nitrate? The mechanisms by which nitrogen form affects plants. *Annals of Applied Biology*, 163(2), 147-199.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[8] Onder, S., Caliskan, M. E., Onder, D., & Caliskan, S. (2005). Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agricultural Water Management*, 73(1), 73-86.
[9] Tuluçu, K. (2003). *Irrigation of Special Plants*. Cukurova University Faculty of Agriculture Publications.
[10] Yuan, B. Z., Nishiyama, S., & Kang, Y. (2003). Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. *Agricultural Water Management*, 63(3), 153-167.
[11] Caliskan, S., & Demirel, U. (2018). Potato cultivation-irrigation. In F. Akinerdem (Ed.), *Agriculture Agenda* (pp. 56-65). Hurriyet Printing Press.
[12] Alva, A. K., Huang, B., & Paramasivam, S. (2006). Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. *Journal of Crop Improvement*, 15(2), 369-420.
[13] James, L. G. (1988). *Principles of Farm Irrigation Systems Design*. John Wiley and Sons Limited.
[14] Huang, Y. L., Chen, L. D., Fu, B. J., Huang, Z. L., & Gong, J. (2005). The wheat yields and water use efficiency in the Loess Plateau: Straw mulch and irrigation effects. *Agricultural Water Management*, 72(3), 209-222.
[15] Wang, X., Jia, Z., & Liang, L. (2019). The effects of mulch and nitrogen fertilizer on the soil environment of crop plants. *Advances in Agronomy*, 153, 121-173.
[16] Fandika, I. R., Kemp, P. D., Millner, J. P., Horne, D., & Roskruge, N. (2016). Irrigation and nitrogen effects on tuber yield and water use efficiency of heritage and modern potato cultivars. *Agricultural Water Management*, 170, 148-157.
[17] Kumar, P., Pandey, S. K., Singh, S. V., & Kumar, D. (2007). Irrigation requirements of chipping potato cultivars under west-central Indian plains. *Potato Journal*, 34(3-4), 193-198.
[18] Mattar, M. A., Zin El-Abedin, T. K., Al-Ghobari, H. M., Alazba, A. A., & Elansary, H. O. (2021). Effects of different surface and subsurface drip irrigation levels on growth traits, tuber yield, and irrigation water use efficiency of potato crop. *Irrigation Science*, 39(4), 517-533.
[19] Ghasemi, S. F., Hekmat, M., & Pourkhiz, E. (2012). Effect of under irrigation management on potato performance components. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 2(2), 143-148.
[20] Ierna, A., & Mauromicale, G. (2020). Potato growth, yield and water productivity response to different irrigation and fertilization regimes. *Agricultural Water Management*, 239, 106260.
[21] Cantore, V.,ici, M., Boari, F., Albrizio, R., Stellacci, A. M., & Todorovic, M. (2014). Yield and water use efficiency of early potato grown under different irrigation regimes. *International Journal of Plant Production*, 8(3), 409-428.
[22] Darwish, T. M., Atallah, T. W., Hajhasan, S., & Haidar, A. (2006). Nitrogen and water use efficiency of fertigated processing potato. *Agricultural Water Management*, 85(1-2), 95-104.
[23] Zelalem, A., Tekalign, T., & Nigussie, D. (2009). Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilization on vertisols at Debre Berhan, in the central highlands of Ethiopia. *African Journal of Plant Science*, 3(2), 16-24.
[24] Sharifi, M., Zebarth, B. J., Hajabbasi, M. A., & Kalbasi, M. (2005). Dry matter and nitrogen accumulation and root morphological characteristics of two clonal selections of Russet Norkotah potato as affected by nitrogen fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 28(12), 2243-2253.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[25] Guler, S. (2009). Effects of nitrogen on yield and chlorophyll of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. *Bangladesh Journal of Botany*, 38(2), 163-169.
[26] Ahmed, A., Abd El-Baky, M., Ghoname, A., Riad, G., & El-Abd, S. (2009). Potato tuber quality as affected by nitrogen form and rate. *Middle East and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3(1), 47-52.
[27] Casa, R., Pieruccetti, F., Sgueglia, G., & Lo Cascio, B. (2005). Potato tuber quality improvement through nitrogen management optimization: Review of methodologies. *Acta Horticulturae*, 684, 65-72.
[28] Zhang, Y. L., Wang, X. P., Hu, X. T., & Kang, Y. (2017). Influence of different plastic film mulches and wetted soil percentages on potato grown under drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 180, 160-171.
[29] Lin, S., Sattelmacher, B., Kutzmutz, E., Muhling, K. H., & Dittert, K. X. (2007). Influence of nitrogen nutrition on tuber quality of potato with special reference to the pathway of nitrate transport into tubers. *Journal of Plant Nutrition*, 27(2), 341-350.
[30] Adhikari, R. C., & Rana, M. K. (2017). Effect of irrigation and potash levels on growth and yield of potato. *Journal of Agriculture and Environment*, 18, 106-114.
[31] Ati, A. S., Iyada, A. D., & Najim, S. M. (2012). Water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different irrigation methods and potassium fertilizer rates. *Annals of Agricultural Science*, 57(2), 99-103.
[32] Rodrigues, M. A., Coutinho, J., Martins, F., & Arrobas, M. (2005). Quantitative sidedress nitrogen recommendations for potatoes based upon crop nutritional indices. *European Journal of Agronomy*, 23(1), 79-88.
[33] Fontes, P. C., Braun, H., Busato, C., & Cecon, P. R. (2010). Economic optimum nitrogen fertilization rates and nitrogen fertilization rate effects on tuber characteristics of potato cultivars. *Potato Research*, 53(3), 167-179.
[34] Silva, M. C. C., Fontes, P. C. R., & Miranda, G. V. (2007). Statistical models to describe the potato yield as a result of the nitrogen fertilization. *Horticultura Brasileira*, 25(3), 360-364.
[35] Kaur, A., Singh, A., & Choudhary, O. P. (2022). Interactive effects of nitrogen application and irrigation on water use, growth and tuber yield of potato under subsurface drip irrigation. *Agronomy*, 13(1), 11.
[36] Hou, X., Li, R., He, W., & Ma, K. (2020). Effects of planting density on potato growth, yield, and water use efficiency during years with variable rainfall on the Loess Plateau, China. *Agricultural Water Management*, 230, 106001.
[37] Haase, N. (2003). Estimation of dry matter and starch concentration in potatoes by determination of under-water weight and near infrared spectroscopy. *Potato Research*, 46(3), 117-127.

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions, and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of **SJPHRT** and/or the editor(s). **SJPHRT** and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content.

 Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).