مجلة العلوم الشاملة
عدد خاص بالمؤتمر الدولي الثالث للعلوم والتقنية
المجلد (10)، العدد (37)، (نوفمبر2025)
ردمد: 3014-6266

Comprehensive Journal of Science
Volume (10), Issue (37), (NOV. 2025)
SICST2025, www.sicst.ly
ISSN: 3014-6266

مقارنة بين نظامي الري السطحي وتحت السطحي وكفاءة استخدام المياه على نمو وإنتاجية

البطاطس في ليبيا(Solanum tuberosum) الصنف (Spunta)

ليلي موسي[1]، نجلاء المالطي[2]

[1] الحفر والموارد المائية، المعهد العالي للتقنيات الزراعية بالغيران، جنزور، ليبيا

[2] الحفر والموارد المائية، المعهد العالي للتقنيات الزراعية بالغيران، جنزور، ليبيا

* البريد الإلكتروني (للباحث المرجعي): abdoloky loky@gmail.com

Comprision between surface and subsurface irrigation system and water use efficiency on growth of

Potatoes in Libya (Solanum tuberosum) Variety (Spunta)

Laila mousay[1] , Najla Malti[2]

[1] Higher Institute of Agricultural Technology, Ghiran, Libya

[2] Higher Institute of Agricultural Technology, Ghiran, Libya

Received: 30-09-2025; Revised: 10-10-2025; Accepted: 31-10-2025; Published: 25-11-2025

الملخص:

أجريت هذه الدراسة في منطقة المرازيق تبعد عن طرابلس حوالي 30.6 كم في العروة الخريفية بهدف المقارنة بين نظامي الري بالتنقيط تحت السطحي SDI والري بالتنقيط السطحي DI وذلك من حيث كفاءة استخدام المياه على نمو و انتاجية محصول البطاطس صنف (Spunta) وهو صنف للطهي ولا يدخل في الصناعات الغذائية المختلفة واستخدم في البحث تصميم تجريبي بمكررات ثلاثية. وقد أظهرت النتائج تفوق نظام الري تحت السطحي توفير استهلاك المياه حيث وفر نظام حوالي 213 3م بنسبة انخفاض 5.4% مقارنة بنظام (DI) وذلك بسبب تقليل الفاقد الناتج عن البخر السطحي للتربة وزيادة كفاءة توصيل المياه مباشرة إلى منطقة الجذور، وأيضاً حقق نظام SDI انتاجية مياه أعلى للمحصول5 7.00كجم م3 مقابل 6.492 كجم/م^3 لنظام DI بزيادة نسبتها 7.9% مما يشير إلى أن كل متر مكعب من المياه في نظام SDI ينتج كمية أكبر من المحصول مقارنة بـDI وأكدت النتائج كذلك على ارتفاع كفاءة استخدام الماء بنسبة 27.9 % في نظام SDI مقابل 25% في نظام DI مما أنعكس ايجابياً وأدى إلى تحسين الإنتاجية الكلية للبطاطس تحت نظام SDI بمقدار 550 كجم /هكتار . أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق ذات دلالة إحصائية $P \leq 0.05$ بين النظامين في معظم المتغيرات المدروسة. وقد يعزى هذا إلى تقليل الإجهاد المائي على النبات والتوزيع الأفضل للرطوبة والعناصر الغذائية حيث يعتبر أكثر فعالية في تحسين امتصاص الأسمدة فلا تتعرض للبخر أو الجريان السطحي مما يحافظ على تركيزها حول الجذور وبالتالي تزداد الانتاجية والعائد الاقتصادي وتؤكد هذه النتائج تفوق نظام الري بالتنقيط تحت السطحي في الإدارة الفعالة للموارد المائية، مما يجعله خياراً مستداماً إنتاجية البطاطس في المناطق الجافة وشبه الجافة.

الكلمات المفتاحية: الري بالتنقيط تحت السطحي ، الري بالتنقيط السطحي ،البطاطس، جدولة الري ، كفاءة استخدام المياه.

Abstract:

This study was conducted in the Al-Maraziq area, approximately 30.6 km from Tripoli, during the autumn season. It aimed to compare subsurface drip irrigation (SDI) and surface drip irrigation (DI) systems in terms of water use efficiency and their impact on the growth and yield of potato plants (Spunta). A experimental design with three replications was used. The results demonstrated the superiority of the SDI system in saving irrigation water, conserving about 213 m³/ha (5.4% decrease) compared to the DI system. This is attributed to reduced losses from soil surface evaporation and increased efficiency in delivering water directly to the root zone. The SDI system also achieved higher water productivity of 7.005 kg/m³ compared to 6.492 kg/m³ for the DI system (an increase of 7.9%), indicating a greater crop yield per unit of water consumed. Furthermore, water use efficiency increased to 27.9% under SDI compared to 25% under DI , which positively reflected on the total potato yield, improving it by 550 kg/ha. Statistical analysis showed significant differences ($P \leq 0.05$) between the two irrigation systems for most of the studied variables.

This superiority can be attributed to the reduction of water stress on the plants and the better distribution of moisture and nutrients in the SDI system. It is considered more effective in enhancing fertilizer uptake, as fertilizers are not lost to evaporation or surface runoff, thus maintaining their concentration around the roots and consequently increasing yield and economic return. These results confirm the superiority of the subsurface drip irrigation system for the effective management of water resources, making it a sustainable option for enhancing potato productivity in arid and semi-arid regions.

Keywords: Subsurface drip irrigation, Surface drip irrigation, Potatoes, Irrigation scheduling, Water use efficiency.

المقدمة:

تعد قضية ندرة المياه وتحديات الإدارة الفعالة للموارد المائية من ابرز التحديات التي تواجه القطاع الزراعي في المناطق الجافة وشبه الجافة مثل ليبيا حيث يعتمد الاقتصاد الزراعي بشكل كبير على الري التكميلي بسبب محدودية الهطول المطري وفقاً لتقارير منظمة الأغذية والزراعة FAO (2020) وعليه تبرز أهمية الدراسة والمفاضلة بين نظم الري المختلفة مثل الري بالتنقيط بنوعيه التحت سطحي SDI والسطحي DIوذلك لتحسين كفاءة استخدام المياه وزيادة انتاج المحاصيل الاستراتيجية مثل البطاطس ،التي تعتبر من المحاصيل الأساسية في ليبيا لدورها في تحقيق الأمن الغذائي.

ومع تزايد ارتفاع درجات الحرارة وتناقص هطول الأمطار بسبب التغير المناخي وسيادة المناخ شبه الجاف في ليبيا ولان التربة الرملية هي السائدة وهي فقيرة في محتواها من العناصر الغذائية الضرورية أصبح من الضروري الاهتمام ودراسة الموارد المائية والزراعية في ليبيا كذلك توجب الاتجاه للطرق الصحيحة للاستفادة من الموارد المائية المحدودة والغير متجددة الفقيرة في ليبيا. تستهلك الزراعة في ليبيا ما يزيد عن 85% من اجمالي الموارد المائية(FAO 2020) ، مما يفرض ضرورة تبني تقنيات ري مبتكرة لتقليل الفاقد المائي وزيادة العائد الزراعي ويعتبر الري السطحي كالري بالغمر أو الري الرش من أكثر الأنظمة شيوعاً ،لكنه غالباً ما يرتبط بمعدلات تبخر عالية وجريان سطحي مما يقلل من كفاءة الاستخدام للمياه . لقد ركزت العديد من الدراسات السابقة على تقييم كفاءة نظم الري المختلفة، حيث أشارت دراسة (أحمد عبد المنعم، 2016) قام بها إلى أن نظام الري بالتنقيط يبقي المحتوى الرطوبي في منطقة الجذور أكثر ثباتاً وفعالية مقارنة بنظم الري التقليدية. وفي سياق تحسين كفاءة الري السطحي وجد (Al-Ghussain & El-Hassan, 2019) أن استخدام تقنيات مثل التقسيم الزمني وتغطية التربة يمكن أن يسهم في خفض استهلاك المياه في زراعة البطاطس بنسبة تصل إلى 20 %. كما أظهرت دراسات أخرى تفوق نظام الري تحت السطحي SDI في زيادة كفاءة استخدام المياه بنسبة تتراوح بين 30-50 % مقارنة بالأنظمة التقليدية ، وذلك بسبب تقليل الفاقد بالبخر والجريان السطحي وتوصيل المياه والعناصر الغذائية مباشرة إلى منطقة الجذور (Pereira et al., 2021). وقد أكد (Mater et al., 2021) أن الري تحت السطحي يحسن من نمو الجذور وامتصاص الماء والعناصر الغذائية ، خاصة في الأراضي الرملية السائدة في المناطق الجافة على الرغم من هذه النتائج الإيجابية ، فإن تطبيق تقنية الري تحت السطحي في البيئة الليبية لا يزال محدوداً ، كما أنه يوجد نقص في الدراسات التي تقارن بشكل مباشر ومفصل بين نظامي الري السطحي وتحت السطحي على محصول البطاطس في الظروف الليبية وعليه تهدف هذه الدراسة إلى سد هذا النقص من خلال إجراء مقارنة شاملة وميدانية بين النظامين ، مع التحقق من الفروق الإحصائية ، لتقديم توصيات قائمة على الأدلة من شأنها المساهمة في تحسين إنتاجية البطاطس وترشيد استهلاك المياه في ليبيا.

وعلى الرغم من النسبة المرتفعة من المياه المستخدمة في الزراعة بليبيا الا أن الحاجة لا زالت ماسة لاستيراد المنتجات الزراعية بمختلف أنواعها سواء الخضراوات او الفواكه أن نسبة الاكتفاء الذاتي من البطاطس لا تتعدى 60 %، مما يسلط الضوء على المشكلة وهي الفجوة بين الإنتاج والاستهلاك المائي والحاجة الماسة لتعزيز كفاءة استخدام المياه لسد هذه الفجوة.

مشكلة البحث:

تكمن في ندرة الأبحاث الميدانية التي تقيم الأداء الشامل (النمو، الإنتاجية، كفاءة المياه) لنظامي الري بالتنقيط السطحي وتحت السطحي على محصول البطاطس في الظروف المناخية والتربوية المحددة لليبيا ، مع تضمين تحليل إحصائي دقيق لتأكيد مصداقية النتائج.

فرضيات البحث:

1. يختلف نظام الري تحت السطحي SDI معنوياً عن نظام الري السطحي DI في تحسين نمو وإنتاجية محصول البطاطس.

2. يتميز نظام SDI بكفاءة استخدام مياه أعلى معنوياً مقارنة بنظام DI.

3. يؤدي نظام SDI إلى توفير معنوي في كميات مياه الري المستهلكة دون التأثير سلباً على الإنتاجية.

1.المواد وطرائق البحث

1.1 موقع الدراسة :

تم اجراء هذه التجربة الحقلية في منطقة المرازيق التي تبعد عن جنزور30.6 كم خلال الفترة من10 سبتمبر وحتى14 يناير وهي منطقة على ارتفاع 76سم فوق مستوى سطح البحر.

1.2. تصميم الدراسة:

تم تقسيم قطعة الأرض إلى ثلاثة مكررات Blocks لضمان دقة النتائج ، حيث احتوت كل مكررة على قطاعين تجريبيين، مثل أحدهما نظام الري بالتنقيط تحت السطحي SDI والآخر نظام الري بالتنقيط السطحي DI. وبهذا، كان إجمالي عدد القطاعات التجريبية 6 قطاعات 3 مكررات × 2 نظام ري. اعتمدت الدراسة على مسافة بين النباتات 0.35 م والمسافة بين الخطوط 0.75 م، وبلغت مساحة كل قطاع مزروع 265 م². تم استخدام منقطات من نوع GR بمعدل تصريف 4 لتر/ساعة، ووضعت منقطات نظام SDI على عمق 0.15 م تحت سطح التربة. تم أخذ 16 عينة تربة عشوائية بطريقة Zigzag لتحليل خصائص التربة الأساسية.

1.3. تحليل التربة:

أظهر تحليل التربة أن درجة الحموضة (pH) بلغت 7.76، وقيمة التوصيل الكهربائي (EC) كانت 1.52 ديسيمنز/م. وتم تصنيف قوام التربة على أنه رملية سلتية إلى رملية، كما هو موضح في الجدول1.الذي يوضح الخصائص الفيزيائية للتربة.

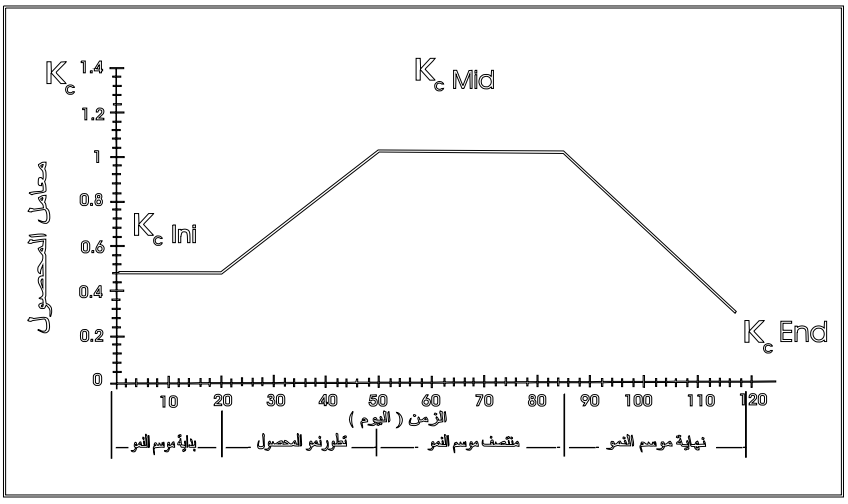
جدول1. يوضح الخصائص الفيزيائية للتربة قيد الدراسة

عمق التر	نسبة الرمل	نسبة السلت	نسبة الطين	القوام	كثافة الظاهري	طة التشبع	سعة الحقلية	قطة الذبول
(السم)	(%)	(%)	(%)		(جم/م^3)	Sp(%)	Fc(%)	WP(%)

7.9	13.6	25.6	1.57	ملي سلتي	7	10	83	15-0
7.1	12.9	24.1	1.59	رملي	6	9	85	30-15
7.3	13.5	25.8	1.61	رملي	6	8	86	45-30

1.4 . المادة النباتية وتصميم التجربة:

تم اختيار صنف البطاطس سبونتا (Spunta) لإجراء الدراسة عليه والذي يعتبر الصنف السائد في منطقة الدراسة وتمت الزراعة تمت الزراعة في 14 سبتمبر 2019 وتم الحصاد في 10 يناير 2020. مر المحصول بأربع مراحل نمو أساسية خلال 118 يوماً. كما هو موضح في شكل 1. كما ذكر سابقاً، استخدم تصميم تجريبي بمكررات ثلاثي.



شكل .1. معامل المحصول مع مراحل النمو المختلفة

1.5. إدارة التسميد Fertilization Management

تم تسميد الأرض مرة وذلك في مرحلة إعداد وتجهيز الأرض قبل الزراعة ثم تسميد المحصول بالمرحلة الأولى للإنتاجية والموضحة شكل.1. تم إضافة السماد الأساسي (سوبر فوسفات الثنائي) بكمية 40 كجم/هكتار أثناء تجهيز الأرض. ثم تم التسميد بسماد اليوريا (46% نيتروجين) على ثلاث دفعات خلال مراحل النمو بكميات 50، 80، 70 كجم/هكتار على التوالي. كما أضيف البوتاسيوم على ثلاث دفعات بكميات 100، 110، 210 كجم/هكتار وفقاً لتوصيات منظمة الأغذية والزراعة (FAO – 33) .

1.6. جدولة الري Irrigation Scheduling :

تم حساب البخر– نتح المرجعي (ETo) باستخدام معادلة منظمة الأغذية والزراعة (FAO–56) لبنمان–مونتيث (Allen et al., 1998) كالتالي:

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \frac{900}{T}\gamma n 2\delta e}{\Delta + \gamma(1 + 0.34n^2)} \dots\dots\dots\dots (1)$$

ETo: البخر–نتح المرجعي (مم/يوم)، Δ: ميل منحنى ضغط البخار المشبع كيلو باسكال/°م، Rn: صافي الإشعاع عند سطح المحصول (ميجا جول/م²/يوم)، G: كثافة التدفق الحراري للتربة (ميجا جول/م²/يوم)، γ: ثابت السيكرومتر كيلو باسكال/°م، T: متوسط درجة الحرارة اليومية عند ارتفاع 2 م (°م)، u2: سرعة الرياح م/ث عند ارتفاع 2 م ، es: ضغط بخار التشبع (كيلو باسكال)، ea: ضغط البخار الفعلي (كيلو باسكال).

ملاحظة: إن المعاملات 0.408و900 ليست بدون وحدات ولكنها تأخذ في الاعتبار التحويل من قيم الطاقة إلى أعماق المياه المكافئة حيث تقاس مم/يوم ويمكن بعد ذلك استخدام معادلة البخر والنتح المرجعي من النباتات لتقييم معدل البخر والنتح حيث K_c = ET.

وكذلك تم تقدير البخر والنتح للمحصول باستخدام المعادلة التالية :

$$ETC = KC * ETO \dots\dots\dots\dots (2)$$

ETc = معدل البخر والنتح للمحصول مم/يوم ، K_C =معامل المحصول،ETO = معدل البخر والنتح القياسي مم/يوم

وباستخدام معادلة (FAO– 36) تم تقدير أجمالي مياه الري كالتالي:

$$IRg = \frac{ETo * Kc * Kr + Pi - R}{Ks * Eu(1 - LR)} \dots\dots\dots\dots (3)$$

IRg: إجمالي مياه الري (مم/هكتار)، Kr: معامل التخفيض، Pi: الأمطار الفعالة (مم)، R: الجريان السطحي (مم)، Ks: معامل الاحتفاظ بالماء (0.8)، Eu: كفاءة نظام الري (%)، LR: معامل الرشح.

وأيضاً تم تقدير الفترة بين الريات باستخدام المعادلة التالية :

$$IRb = \frac{(Fc-Wp)*\rho b*Dr*F*P}{ETc\ max} * 10 \dots\dots\dots\dots (4)$$

IRb: الفترة بين الريات /يوم، Fc: السعة الحقلية %، Wp: نقطة الذبول الدائم %، ρb: الكثافة الظاهرية للتربة كجم/م³، Dr: عمق الجذور الفعال / سم، F: نسبة الاستنزاف المسموح به %، P: نسبة المساحة المبللة %، ETc max: أقصى بخر– نتح للمحصول مم/يوم.

وكذلك تم تقدير زمن الري باستخدام معادلة (FAO– 36) كالتالي:

$$\mathbf{IRt = \frac{IRg * Se * Sl}{qe} \dots\dots\dots\dots (5)}$$

IRt: زمن الري بالساعة، Se: المسافة الأفقية بين المنقطات المتر ، Sl: المسافة بين الخطوط بالمتر، qe: معدل تصريف المنقطة لتر/ساعة.

2.القياسات والتحليل الإحصائي:

تم قياس المحتوى الرطوبي الحجمي θv يومياً باستخدام جهاز (TDR) على أعماق مختلفة وهي5 أعماق (0−10)

(10−20)(20−30)(30−40)(40−50) وذلك وفق المعادلة التالية:

$$Sto = \theta v * ls * 10 \dots\dots\dots\dots (6)$$

θv_i =المحتوى الرطوبي الحجمي (i=1.2.3.4.5.6.....) Ls_i = عمق طبقة المياه (i=1.2.3.4.5.6.....)

2.1. كفاءة تخزين مياه التربة (Soil water storage efficiency)

$$Es = \frac{Vs}{Vfc - Va} * 100 \dots\dots\dots\dots (7)$$

1:السعة الحجمية للسعة الحقلية بمنطقة الجذور(م^3/هكتار)،va :حجم المياه في منطقة الجذور قبل الري (م^3/هكتار).

2.2. تحديد الاتزان المائي في مياه التربة (Determine the water balance in soil water)

ويحسب بالمعادلة الرياضية التي اقترحها (Garice et al 2010) كالتالي:

$$ETc = IRg + Pi \pm \Delta SW \dots\dots\dots\dots (8)$$

ETC :البخر والنتح للمحصول والمقدر بالمعادلة (2) ،IRg : اجمالي مياه الري (م^3/هكتار) ،ΔSW : مقدار التغير في المحتوى الرطوبي في منطقة الجذور pi :كمية الهطول الفعال(FAO−24).

2.3. انتاجية مياه الري (Irrigation water productivity)

ولحسابها تم استخدام المعادلة التي اقترحها (Parades et al 2017)و كذلك (Pereira et al 2018) كالتالي:

$$IWP = \frac{\text{Ya}}{\text{Twu}} \dots\dots\dots\dots (9)$$

IWP: إنتاجية مياه الري م^3/هكتار، Ye: إجمالي الإنتاجية م^3/هكتار ،Twu : الاستخدام الكلي لمياه الري م^3/هكتار /الفصل.

2.4.حصاد محصول البطاطس (Potato crop harvest)

تم حصاد محصول البطاطس بعد مرور 110 يوم من بدء الزراعة وتم اختيار عينات عشوائية من البطاطس بكمية محددة لكل وحدة وتسجيل أعدادها وعمل مكررات لها وذلك بإلقاء مربع خشبي بهيئة إطار أبعاده 1م ×1م .

2.5. التحليل الإحصائي:

تم تحليل البيانات باستخدام تحليل التباين ANOVA في برنامج الإحصاء (SPSS) تمت مقارنة المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي LSD عند مستوى دلالة $P \leq 0.05$ لتحديد الفروق المعنوية بين متوسطي معاملتي الري.

3. النتائج والمناقشة

تم قياس قيمة البخر والنتح القياسي المقدر والإنتاجية المائية لمحصول البطاطس كما موضحة بالجدول 3.حيث تبين زيادة قيمة (ETc) مع زيادة مراحل الموسم وتقدم عمر ونمو المحصول حتى مرحلة منتصف الموسم وهي المرحلة الثالثة ثم انخفضت مع نهاية الموسم .

جدول 2. تأثير اختلاف نظم الري على إجمالي وإنتاجية مياه الري وعلى نسبة الماء المتوفر والإنتاجية الكلية للمحصول

نوع نظام الري	اجمالي مياه الري ($م^3$/هكتار)	إنتاجية مياه الري (كجم/$م^3$)	الماء المتوفر (%)	الانتاجية (كجم/هكتار)
الري السطحي بالتنقيط	3982	6.492	25.2	25850
ري تحت السطحي بالتنقيط	3769	7.005	27.9	26400

جدول 3. معدل البخر والنتح القياسي والمقدر ومعامل المحصول واجمالي مياه الري

الشهر	الأيام	Eto(مم/يوم)	Kc	Etc(مم/يوم)	GWR(مم/يوم)
9	14	5.82	0.50	2.91	40.74
10	31	5.65	0.57	3.17	98.27
11	30	4.38	0.86	3.77	113.10
12	31	3.71	1.00	3.71	115.01
1	12	2.10	0.91	1.91	19.10
المتوسط		4.332	0.772	3.094	

جدول4.اختلاف تأثير الري السطحي والتحت سطحي بالتنقيط على متوسط تخزين مياه الري في التربة وكمية مياه السعة الحقلية وكفاءة التخزين بمنطقة الجذور

ظام الري المستخدم	كمية المياه اللازمة للسعة الحقلية ($م^3$/هكتار)	كمية المياه المخزنة ($مم^3$/يوم)	كفاءة التخزين (%)
لري السطحي بالتنقيط	1275.12	1497.14	75.8
ي تحت السطحي بالتنقي	2151.35	1742.59	80.1

3.1.مناقشة النتائج

مما لاشك فيه أن نظم الري بالتنقيط بأنواعها تعمل على زيادة كفاءة استخدام المياه ويعتبر الري بالتنقيط عامل رئيسي في حفظ التربة والمياه (Silva-Diaz. 2020)،حيث إن المناطق التي تعاني من نذرة المياه بسبب مناخها الجاف وشبه الجاف تعمل على تقييد التنمية الاقتصادية والاجتماعية (Vreugdenhil.2017).

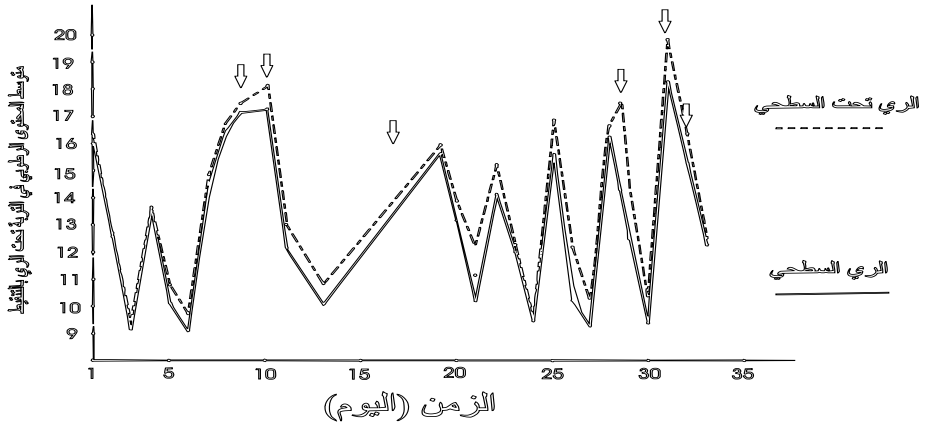
والحقيقة أن العديد من الدراسات (Hu,et al.2013) أكدت أن الري تحت السطحي يعمل على زيادة الانتاجية وحفظ المياه حيث أن التربة الرملية تسود معظم المناطق الجافة وشبه الجافة حيث يسود ويغلب تأثير قوى الجاذبية الأرضية (Gravity force)على حساب القوى الشعرية (Capillary force) في حركة الماء للأسفل وتقليل البخر من التربة كما أن الجذور تتعمق وتتبع الرطوبة ولاحظ الباحثون (Matter et al .2021) أن سقوط الأمطار يساهم كعامل ايجابي في زيادة المحتوى الرطوبي في التربة مما يعزز من تأثير الري التحت سطحي وزيادة امتصاص الجذور للماء والعناصر الغذائية مما يعمل على زيادة الأساس الفسيولوجي (Physiology basis) مما يزيد من المساحة الورقية للنبات وتنشط عملية البناء الضوئي بنسبة 12 % وبالتالي يزداد إنتاج المادة الجافة بنسبة لا تقل عن 8% مقارنة بالري السطحي (Iwama,2008) كما يؤدي لتراكم النشاء في الدرنات وبالتالي زيادة الإنتاجية (Puertolas&Dodd,2021) كما أن نمو الجزء الاقتصادي من البطاطس تحت سطح التربة ومع توافر الماء والعناصر الغذائية الميسرة بسبب الري بالتنقيط التحت سطحي يزيد من حجم الدرنات وتحسين جودتها بالمقارنة مع الري السطحي التقليدي.

جدول5. النسبة المئوية للمتوسط المحتوى الرطوبي في التربة بعد الري بالتنقيط

عدد أيام الري	الري السطحي	الري التحت سطحي
1	16.1	16.3

12.8	21.6	2
9.5	9.2	3
13.7	13.5	4
10.8	10.2	5
9.7	9.2	6
14.9	14.9	7
16.7	16.3	8
17.5	17.1	9
18.1	17.3	10
13	12.2	11
10.9	10.1	12
15.9	15.6	13
13.9	13.2	14
11.1	10.2	15
15.2	14.2	16
12.2	12	17
9.6	9.5	18
16.9	15.6	19
12.1	10.2	20
10.3	9.3	21
16.6	16.2	22
17.6	14.2	23
10.9	10.3	24
19.9	18.2	25

26	15.2	16.3
27	12.2	12.6



شكل 2. معدل متوسط المحتوى الرطوبي في التربة تحت الري بالتنقيط والتحت سطحي

أظهرت النتائج تفوق نظام SDI بشكل واضح. حيث وفر ما يقارب 213 م³/هكتار من المياه انخفاض 5.4% مقارنة بنظام DI جدول 2. كما سجل نظام SDI إنتاجية مياه أعلى من7.005 كجم/م³ مقابل 6.492 كجم/م³ لنظام (DI)، بزيادة نسبتها 7.9%. وارتفعت كفاءة استخدام المياه إلى 27.9% تحت نظام SDI مقارنة بـ 25% تحت نظام (DI)، ما أدى إلى تحسين الإنتاجية الكلية بمقدار 550 كجم/هكتار.

3-2 مناقشة التحليل الإحصائي:

أظهر تحليل التباين وجود فروق ذات دلالة إحصائية $P \leq 0.05$ بين نظامي الري في كل من: إجمالي مياه الري المستهلكة، إنتاجية المياه IWP، كفاءة استخدام المياه WUE، والإنتاجية الكلية. وهذا يدعم فرضيات البحث ويؤكد أن الفروق الملاحظة ليست هي نتيجة حقيقية لتأثير نظام الري وتتفق هذه النتائج مع ما ذكره (Silva-Diaz, 2020) و (Hu et al., 2013) حول قدرة نظام SDI على تقليل الفاقد بالبخر وتحسين كفاءة توصيل المياه والمواد الغذائية إلى منطقة الجذور، مما يقلل الإجهاد المائي على النبات (أحمد عبد المنعم، 2016) ويحسن العمليات الفسيولوجية مثل البناء الضوئي، وينعكس إيجاباً على نمو الدرنات وتراكم المواد الكربوهيدراتية فيها (Puertolas & Dodd, 2021). كما أن

انخفاض كفاءة التخزين في نظام DI 75.8% مقارنة بـ SDI 80.1% الجدول .4 يفسر جزئياً ارتفاع الفاقد المائي في النظام السطحي وعلى ضوء النتائج التي أكدها التحليل الإحصائي، يمكن الاستنتاج أن نظام الري بالتنقيط تحت السطحيSDI متفوق معنوياً على نظام الري بالتنقيط السطحي DI في زراعة البطاطس تحت الظروف الليبية. يتميز نظام SDI بقدرته على توفير كميات كبيرة من مياه الري، ورفع كفاءة استخدام المياه، وزيادة الإنتاجية الكلية ومحصول المياه.

التوصيات:

1. تكليف الجهات المعنية (وزارة الزراعة ، المراكز البحثية ،جمعيات المزارعين) بالدعوى لحملات التوعية والتدريب بأهمية استخدام الري تحت سطحي في دعم التنمية المستدامة والمطالبة بتضمينه كجزء هام من الاستراتيجية الوطنية لإدارة الموارد المائية الشحيحة.

2. تشجع وتحفيز المزارعين على اعتماد منظومة الري تحت سطحي كخيار اول للري وذلك بدعم وتخفيض اسعار المنظومة وأسعار طاقة التشغيل مع التركيز على المكاسب الاقتصادية المباشرة التي تتحقق عند التطبيق من حيث توفير المياه 5.4 % وزيادة الانتاجية 550 كجم / هكتار.

3. توفير كتيب خاص بالمواصفات الفنية القياسية كدليل لمنظومة الري تحت سطحي وكذلك توفير قطع الغيار والفلاتر عالية الجودة في الأسواق المحلية، وتشجيع إنشاء وحدات متخصصة لتقديم خدمات الصيانة.

4. التوجه العام لتطبيق برامج تسميد دقيقة عبر نظام الري تحت سطحي لتعزيز كفاءة امتصاص العناصر الغذائية، مما يقلل من الفاقد بالأسمدة والمياه .

5. تشجيع ودعم المراكز البحثية بالوسع في الدراسات الخاصة في مجال انشاء وتطبيق منظومات الري تحت السطحية مع التركيز على وضع الخطط الاستراتيجية لتحويل أنماط الري التقليدية إلى أنظمة حديثة وذكية كشرط لتحقيق الأمن المائي والغذائي.

المراجع العربية:

1- أحمد عبد المنعم حسن ، (2016):زراعة البطاطس ،المكتبة العربية للنشر والتوزيع ،مصر ،القاهرة.
2- كرشي،عماد ،ولاء القزاز،وفاء حمودة (2014)،علم الإحصاء،وزارة التعليم العالي والبحث العلمي بغداد ،العراق.
3- نصر فرج ،المايل ،عبد السلام (2012)الادارة المتكاملة للموارد المائية ودورها في الأمن المائي الليبي ،بحوث اقتصادية عربية(89-98)،180-200.

References:

1. Al-Ghussain, I., & EL-Hassan, A. (2019). Improving Surface Irrigation Techniques for Potato Cultivation in Arid Regions. *Libya Journal of Agriculture Sciences*.
2. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. FAO.
3. FAO. (2020). *Water Scarcity in the Arab World*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
4. Guarr, T., Liu, P., Ligno, J., & Fan, M. (2025). Shallow burial of drip irrigation tape improves the water use efficiency of Potatoes in semi-arid area. *Scientific Reports*, *10*, 11–21.
5. Hu, G., Pan, X., Shao, C., & Yang, N. (2013). Impact on Potato irrigation amount. *Chinese Journal of Agrometeorology*, *34*, 419–424.
6. Iamr, K. (2008). Physiology of the Potato: New insights into root systems and repercussion for crop managements. *Potato Research*, *51*, 333–353.
7. Mater, M., EL-Abedin, T. K. Z., Alazba, A. A., & Elansary, H. O. (2021). Effect of different of surface and subsurface drip irrigation levels on tuber yield and irrigation water use efficiency of Potato crop. *Irrigation Science*, *39*, 517–533.
8. Mead, R., Gilmour, S. G., & Mead, A. (2012). *Statistical principles for the design of experiments*. Cambridge University Press.
9. Paredes, P., Rodrigues, G., & Pereira, L. S. (2017). Effect two drip irrigation methods in growth and yield Potato. *Journal of Applied Sciences*, *15*, 129–147.
10. Pereira, L. S., et al. (2021). Subsurface Drip Irrigation Efficiency in Root Crops: A META–analysis. *Agricultural Water Management*.

11. Puertolas, J., & Dodd, I. C. (2024). Tow Potato varieties different in drought tolerance due to differences in root growth at depth. *Functional Plant Biology*, *41*, 1107–1118.

12. Shock, C. C. (2018). *Potato Irrigation Management in Water-Scarce Environments*. University of Oregon Extension Service.

13. Silva-Diaz, C. (2020). Effect of drip irrigation regimes on Potato tuber yield. *Agronomy*, *10*(1), 64–78.

14. Vreugdenhil, D. (Ed.). (2017). *Potato biology and biotechnology: advances and perspectives*. Elsevier.