

تأثير تقنية الزراعة المائية في بعض المؤشرات الفيزيائية لانتاج ونمو نبات الخس

أمان ادلبي¹ رياض عبد القادر بلدية² حسان عبد الله عبيد³

1: طالب دكتوراه في قسم الهندسة الريفية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق

2: أستاذ في قسم الهندسة الريفية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق.

3: أستاذ في قسم علوم البستنة، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق.

الملخص:

نفذ البحث في مزرعة أبي جرش في كلية الهندسة الزراعية بجامعة دمشق خلال الموسم الاول 2020-2021 وفي الموسم الثاني (تكرار التجربة) 2021-2022 هدفت التجربة الى دراسة تأثير ثلاث تقنيات مختلفة من الزراعة المائية: تقنية فيلم الغشاء المغذي NFT، تقنية نظام الري بالتنقيط DST، تقنية الزراعة بالغمر أو الطفو DWC، على بعض الصفات النوعية الفيزيائية لصنفي الخس الرومين والآيسبيرغ باستخدام ثلاث نسب من التراكيز المختلفة للمحالييل المغذية (100%، 50%، 25%)، حيث تمت بداية التجربة بزراعة بذور الخس ضمن صواني الشتيل في منتصف شهر ايلول وبعد الزراعة ب 45-50 يوماً تدخل الشتول في نظام الزراعة المائية في أواخر شهر تشرين الأول، وخلال شهري (تشرين الثاني وكانون الأول) تمت تنمية النباتات ضمن تقنية الزراعة المائية وتغذيتها بالمحلول المغذي، وفي النهاية تم الحصول على الجزء الاقتصادي من المحصول في نهاية شهر كانون الثاني بمجرد النضج وتكوين الرؤوس الصلبة والمندمجة وقبل ظهور الشماريخ والنموات الزهرية واستطالة الساق الداخلية إضافة الى مؤشر تلون الأوراق. أظهرت نتائج تحليل التباين وفقاً للاختبارات الفيزيائية أنَّ معاملة تقنية الزراعة المائية أثرت إيجابياً في بعض مؤشرات النمو لنبات الخس، حيث سجلت متوسطات الانظمة لمعاملتي الزراعة المائية NFT، DWC أعلى القيم في مؤشرات الوزن الرطب المشبع للأوراق، الوزن الجاف للأوراق، طول الجذور، المساحة الورقية، عدد الأوراق وطول المجموع الخضري مقارنة مع متوسط نظام معاملة الزراعة المائية DST.

الكلمات المفتاحية: الغشاء المغذي - الزراعة بالغمر - الري بالتنقيط - صنف الخس الرومين والآيسبيرغ - تقنية الزراعة المائية .

تاريخ الايداع: 2023/1/26

تاريخ القبول: 2023/3/13



حقوق النشر: جامعة دمشق -

سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق

النشر بموجب الترخيص

CC BY-NC-SA 04

Effect of hydroponics technology on some physical indicators for the production and growth of lettuce

Aman Idelbe¹, Reyad Abd Alkader Baladiah², Hassan Abd Allah Obead³

1: PhD. Student, Department of Rural engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Syria.

2: Professor, Department of Rural engineering, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Syria.

3: Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Engineering, Damascus University, Syria.

Abstract:

The research was carried out on Abu Jerash farm at the Faculty of Agricultural Engineering at the University of Damascus during the first season 2020-2021 and in the second season (repeating the experiment) 2021-2022. The experiment aimed to study the effect of three different hydroponics techniques: Nutritious Film Technology (NFT), Drip Irrigation System Technology (DST), the cultivation technique by immersion or floating DWC, on some chemical and physical qualitative characteristics of the two cultivars of romaine and iceberg lettuce, using three percentages of different concentrations of nutrient solutions (100%,50%,25%). The experiment began by planting lettuce seeds within seedling trays in the middle of September and 45-50 days after planting, the seedlings enter the hydroponics system at the end of October and during the months(November and December) the plants were developed within the hydroponics technique and fed with the nutrient solution. Finally, the economic part was obtained from the crop was at the end of January, as soon as it was ripe and the solid and fused heads are formed, before the emergence of buds and flowering growths, and the elongation of the inner stem, in addition to the leaf discoloration index. The results of the variance analysis according to the tests Physiologically showed, that the treatment of hydroponics technology had a positive effect on some growth indicators of lettuce plants, as the average systems for the two hydroponics treatments NFT, DWC recorded the highest values in the indicators of saturated wet weight of leaves, dry weight of leaves, root length, leaf area, number of leaves and Leaves length compared with the average of the DST hydroponics treatment system.

Received: 26/1/2023

Accepted: 13/3/2023



Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Key Words: NFT-DWC-DST- Romaine And Iceberg Lettuce Cultivars - Hydroponics

المقدمة :

أطلق الرومان القدماء على الخس اسم لاكتوكا باللاتينية *lactuca* التي اشتقت منها عدّة أسماء أوروبية مثل الإنجليزية «Lettuce» والفرنسية «Laitue» وهو اسم مشتق من كلمة "لاك" التي تعني الحليب باللغة اللاتينية، في إشارة ضمنية إلى المادة البيضاء الموجودة في ساق النبتة، والتي تُعزف في الوقت الحاضر باسم لاتيكس وقد أصبحت هذه الكلمة هي الاسم العلمي لجنس الخس لأنه يستخرج من ساقه عصير لبنني مهدئ للأعصاب (latex)، وأما اسم النوع فهو ساتيفا باللاتينية *sativa* أي "المزروع" أو "المحصول"، وتشكل الكلمتان معاً اسم الخس المزروع باللاتينية *Lactuca sativa* (بوراس، 2004)، كما يستخرج من بذوره زيت ويساعد في تخفيف حموضة المعدة ويساهم في تقوية الدم من الجسم، يساعد في الهضم يفيد في علاج الإمساك والإضطرابات المعوية والقوي والغثيان، وبقي زيت الخس من حالات الإجهاض، ويدر الحليب لدى المرأة المرضعة ويساعد في انقاص الوزن (حمية)، ويفيد في ترطيب خلايا الجسم، وبقي الجسم من الأمراض السرطانية وينظف الجسم من السموم ويؤخر الشيخوخة (البكري، 2013)، ويعود سبب الإنتشار الواسع لنبات الخس لما يتمتع به من قيمة غذائية كبيرة ويعد من النباتات سريعة النمو والمتحملة للبرودة والصقيع الخفيف، مما أدى ذلك إلى انتشار زراعته على نطاق واسع في كثير من دول العالم ومنها البحر الأبيض المتوسط ويعد من النباتات الغنية بالألحاح المعدنية والبروتين والكاربوهيدرات (أبو القاسم، 2009)، واعتمد الانسان منذ القدم على الزراعة واستمد منها غذاءه الرئيسي، ويزيادة متطلبات الحياة المعيشية أصبح من الضروري تطوير سبل الحصول على القوت اليومي وتحسين طرائق الزراعة فالطرائق البدائية أو التقليدية أصبحت منخفضة الكفاءة مقابل الطلب المتزايد على الغذاء ونتيجة استخدام الأدوات البدائية واعتمادهم على ظروف ومواسم الأمطار والتنبؤ بالطقس فقد حد من قدرتهم على الزراعة على مدار العام، ولكن التقدم العلمي الذي جعل الانسان يتعرف على موسميات النباتات واحتياجاتها من رطوبة واشعاع شمسي وغيره من الإحتياجات جعل منه أن يوفر هذه الأجواء بطريقة اصطناعية ليحصل على محاصيل الخضراوات الصيفية والشتوية (الورقية والثمارية) في غير مواعيدها ثم تطور العلم به حتى وصل الى طرائق وتكنولوجيا حديثة في الزراعة وهي الهيدروبونيك (الزراعة المائية) وكل هذا التطور هدفه زيادة الإنتاج وحل مشاكل التربة والآفات والاستثمار الأمثل للمساحات (Johnson وزملاؤه، 2010)، ويقصد بالزراعة المائية تنمية النباتات (الخضار الورقية والثمارية) في وسط آخر غير التربة يكون ملائماً لنموها وتعرف بتكنولوجيا تنمية النباتات في مزارع المحاليل المغذية مع استخدام أو عدم استخدام وسط بيئي خشن مثل: الرمل - الحصى - نشارة الخشب - بيرليت ... إلخ)، وهي طريقة متطورة في الزراعة وتساعد على التخلص من المشاكل المتعلقة بإنخفاض خصوبة التربة وعدم ملائمتها لنمو النبات والظروف المناخية القاسية وقلة الموارد المائية وغيرها من المشاكل التي يمكن أن تواجه الزراعة التقليدية (منشورات الموسوعة العربية، 2016)، ومما أوجب علينا الاهتمام بالواقع المائي ورفع كفاءة استخدام المياه لكوننا نقع بالمنطقة الجافة وشبه جافة التي تعاني ندرة المياه وعدم تجانس توزيعها المكاني والزمني وبالتالي عدم انسجامها مع التوزيع الاقليمي للسكان مما يعرض الموارد المائية لضغوطات كبيرة (بلدية، 2014)، وقد زاد من حدة هذه الضغوطات تزايد معدلات النمو السكاني والتطور الاقتصادي والاجتماعي السريع وما يرافقه من نشاطات بشرية أدت الى الكثير من التغيرات في استعمالات المياه، وانخفاض حاد في معدلات الهطول المطري الذي فاق الاستنزاف المائي حجم الموارد المائية المتاحة في بعض الأماكن، ما أدى الى ظهور عجز مائي مترافق مع زيادة الطلب على المنتجات الزراعية لذا فقد توجهت اهتمامات وأولويات القطاع الزراعي ومشاريع الري الى تطبيق أساليب الري الأكثر اقتصادية في توفير مياه الري مع ضمان الحصول على زيادة المردود الزراعي ولاسيما أن مشكلة الامن الغذائي في الوقت الحاضر تعد من

أبرز المشكلات تعقيداً على المستوى الدولي والاقليمي والقطري (بلدية، 2013). وبذلك فقد أصبح تطبيق تقنية الزراعة المائية من الدراسات والتجارب التي يمكن الاستغناء عن العمليات المختلفة التي تتطلبها الزراعة التقليدية من عمليات تحضير التربة وإضافة الأسمدة العضوية وتطبيق الدورة الزراعية، كما تساعد في استغلال الأراضي غير الصالحة للزراعة والاقتصاد بالأيدي العاملة إضافة إلى إنتاج محاصيل الخضار الورقية والثمارية في غير مواسمها وما لذلك من أثر اقتصادي وسد حاجات المستهلك على مدار العام (منشورات وزارة البيئة والمياه الإماراتية، 2013).

مواد البحث وطرائقه:

مكان إجراء البحث :

أجريت الدراسة في كلية الهندسة الزراعية بجامعة دمشق قسم علوم البستنة في مخبر أبحاث الزراعة المائية والفيزيولوجيا (لإجراء الاختبارات الفيزيائية)

المادة النباتية المدروسة:

تمت الدراسة على صنفين من نبات الخس المزروع:

الخس الروماني Romaine lettuce: من أصل مصري منتشر في بلاد الشام والبحر الأبيض المتوسط والوطن العربي ذو شكل رأسي متطاوّل نموها عمودي لونها أخضر داكن، يصل طول النبات إلى أكثر من 25 سم، وطول المجموع الجذري قد يصل إلى أكثر من 20 سم (البسيط، 2003) **الخس الآيسبيرغ Iceberg lettuce :** من أصل أوروبي وذو شكل مستدير كروي، لونها أخضر فاتح، يصل طول النبات إلى أكثر من 20 سم، ويصل طول المجموع الجذري إلى أكثر من 15 سم (البسيط، 2003) **انتاج الشتول:** في صواني الانبات باستخدام التورب فقط وروبت بالماء العادي فقط، وتوالت عملية الري والمتابعة لصواني الزراعة، وخلال 15 يوماً تنبت البذور وتنمو في غرف درجة حرارتها 23 درجة مئوية (بيت بلاستيكي شفاف)، لرفع مستوى الرطوبة في الهواء المحيط بالبذور النابتة بهدف زيادة عدد الشتول الناتجة، وإجراء انتخاب للشتول الملائمة للإنتاج فيما بعد بناءً على حجم الورقة الحقيقية الأولى ويكون 80% على الأقل من البادرات نموذجية (البسيط، 2003).

المحاليل المغذية الخاصة بتقنيات الزراعة المائية :

هي محاليل تحتوي على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات وتستخدم في ري النباتات في نظم الزراعة دون تربة ويوجد بالمحاليل المغذية مصدران للأملاح هما الأسمدة المذابة والأملاح الموجودة في الماء ويجب أن يحتوي المحلول المغذي على كافة العناصر الغذائية والتركيز المناسب لنمو النبات ومن أمثلة المحاليل المستخدمة لتغذية (الخضار الورقية) في نظم الزراعة دون تربة:

أ - محلول هوجلاند الجدول رقم (1)

ب - محلول كوبر الجدول رقم (2)

الجدول (1): التراكيز الأصلية أو الأساسية لمحللول هوجلاند

التركيز بالجزء في المليون	الرمز	العنصر
210	N	Nitrogen الآزوت
31	P	Phosphorous الفوسفور
235	K	(Potassium) البوتاسيوم
200	Ca	Calcium الكالسيوم
48	Mg	Magnesium الماغنسيوم
1-5	Fe	(Iron) الحديد
0.5	Mn	Manganese المنجنيز
0.02	Cu	Copper النحاس
0.05	Zn	Zinc الزنك
0.5	B	Boron البورون
0.01	Mo	Molybdenium المولبيدينوم
64	S	Sulfur الكبريت

(1950 Arnon و Hogland)

الجدول (2): التراكيز الأصلية أو الأساسية لمحلول كوبر

العنصر	الرمز	التركيز بالجزء في المليون
الآزوت Nitrogen	N	200
الفوسفور Phosphorous	P	60
البوتاسيوم (Potassium)	K	300
الكالسيوم Calcium	Ca	170
المغنسيوم Magnesium	Mg	50
الحديد (Iron)	Fe	12
المنجنيز Manganese	Mn	2
النحاس Copper	Cu	0.1
الزنك Zinc	Zn	0.1
البورون Boron	B	0.3
المولبيدينوم Molybdenum	Mo	0.2
الكبريت Sulfur	S	69

(1988، cooper)

معاملات طريقة تحضير نسب وتراكيز المحلول المغذي Stock Solution الخاص بتقنية الزراعة المائية:

– أجريت دراسة من قبل (Bridgewood، 2012) بأنه لابد من خلط المحلول المغذي للحصول على محلول جاهز للاستخدام من خلال تخفيف المحلول المركز المخزون A و B 100 مرة وهذا يعني إضافة 1 لتر من كل من المحلولين المركزين A, B الى 98 لتر من الماء بشكل منفصل تجنباً لترسب أملاح العناصر المعدنية، يلاحظ أن محلول هوجلاند يملك كمية كبيرة من الآزوت والبوتاسيوم فهو مناسب جداً لتطور النباتات ويعد جيد جداً لنمو الخضار الورقية التي تتطلب كميات أقل من العناصر عند تخفيض التركيز إلى النصف أو الربع من التركيز الأصلي، وبالتالي تمت الدراسة على ثلاثة نسب من التراكيز المختلفة للمحلول المغذي واعتماداً على أوزان الأملاح المطلوبة والمأخوذة من جدول هوجلاند لتحضير 1000 لتر من هذا المحلول على الشكل التالي:

التركيز الأول: (x1) STOCK SOLUTION:

المحلول A1: يحتوي: نترات الكالسيوم 656.40g وشيلات الحديد 5.30g وتمت اذابة نترات الكالسيوم في 10 لتر من الماء حتى تمام الذوبان ثم تمت اذابة شيلات الحديد في نفس المحلول. (Hogland و Arnon 1950)

محلول B1: يحتوي: فوسفات أحادية البوتاسيوم 115.03g، نترات البوتاسيوم 606.60g، سلفات المغنيزيوم 240.76g، كلوريد المنغنيز 1.81g، سلفات النحاس 0.08g، حمض البوريك 1.70g، موليبيدات الأمونيوم 0.016g، سلفات الزنك 0.22g وتمت اذابة المادة الكيميائية الأولى ضمن 10 لتر من الماء ثم إضافة المادة الأخرى حتى تمام الذوبان إلى نفس المحلول وهكذا مع جميع المواد المضافة. (Hogland و Arnon 1950)

ثم تم التحضير للتركيز الثاني (x2) STOCK SOLUTION المحلول A2 و B2:

بنفس الطريقة السابقة وتمت اذابة العناصر المعدنية في 12.5 لتر من الماء حتى تمام الذوبان

كذلك الأمر تم التحضير للتركيز الثالث (x3) STOCK SOLUTION المحلول A3 و B3 بنفس الطريقة السابقة وتمت اذابة

العناصر المعدنية في 15 لتر من الماء حتى تمام الذوبان

معاملات طرائق وتقنيات هندسة الزراعة المائية:

1- تقنية فيلم المغذيات: Nutrient Film Technique (NFT)

تعتمد على وجود الغشاء المغذي الرقيق (المحلول المغذي) وتدفقه على دفعات بحيث يغمر المحلول المغذي 2-3 سم من الجذور ويبقى الباقي معلقاً في الهواء فوق المحلول المغذي ويمتص الأوكسجين والغذاء على التوالي، وعندما يدور المحلول المغذي ويعود الى الخزان فإنه يتشبع بالأوكسجين، تم تصميم أطوال أنابيب ال PVC لا يقل عن 1.5م * 4 أنابيب، قطر الأنابيب المستعملة 10سم حوالي 4 انش، وعمل فتحات دائرية مثقبة في الأنبوب باتجاه واحد وعددها يصل الى 28 ثقب وتم وضع الشتلات داخل الثقوب والمثبتة بأكواب بلاستيكية خاصة بالزراعة المائية وتحتوي على عدد كبير من الفتحات لخروج الجذور للماء ولتسهيل دخول الماء، تملأ الأكواب البلاستيكية بالأوساط الزراعية الخشنة (الخفان) للثبيث والدعم ولمنع وصول الضوء والتبخر قدر الإمكان عن الجذور، طلاء الأنابيب باللون الأبيض للتقليل من ارتفاع حرارة المحلول المغذي وذلك في الأماكن المفتوحة والحارة أو المغطاة والمحمية، مسافة التباعد بين النباتات على أنابيب الزراعة المائية 25 سم واغلاق أحد طرفي الأنبوب بواسطة سداده وترك الطرف الآخر مفتوحاً وتم ربطه مع بقية الأنابيب الأخرى بواسطة متتمات واكسسوارات شبكات الري. تم التحكم بمستوى أو منسوب الماء ضمن القنوات بواسطة سكر يتم فتحه واغلاقه عند الحاجة، تم الري باستخدام المضخة التي يتم تشغيلها باستمرار وعلى دفعات متتالية حيث يضخ المحلول الى النهاية العلوية لكل قناة وينساب عن طريق الجاذبية الأرضية إلى النهاية السفلية للقناة مبللاً الجذور التي تقترش عادةً في قاع القناة (Dinda, 2011).

2- تقنية زراعة المياه على عمق: Deep Water Culture (DWC)

وهي زراعة المياه على عمق لغمر وغمس الجذور كاملاً ضمن محلول مغذٍ ساكن تم استعمال حوض بلاستيكي بحجم 1m*1m*0.25m عمق الحوض وسطياً 25 سم ليوفر كمية كافية من المحلول المغذي وتم توفير لوحة مثقبة من الفوم لتوضع فوق الحوض لمنع الضوء من الاختراق ومن أجل تثبيت النباتات عليها ضمن الأكواب البلاستيكية في ثقوب أحواض الزراعة المائية الخاصة بطريقة DWC مسافة التباعد بين الثقوب 20سم مع مراعاة وجود فتحة أو ثقب إضافي للتهوية ضمن اللوحة وإعادة ملء المحلول المغذي، والبادرات أو الشتلات التي تم نقلها الى الأكواب البلاستيكية تم ملؤها بوسط بيئي خشن (الخفان) لتثبيت النبات حسب الحاجة والدراسة وتم ملء ثلثي الخزان أو حوض الزراعة المائية بالمحلول المغذي حينما ينخفض مستوى المحلول المغذي في الحوض وبالتالي لابد من إعادة تعبئة المحلول من جديد على الأقل مرة بالشهر بوجود مضخة مائية داخل خزان الري أو المحلول، عدد النباتات وفق عدد الثقوب يصل عددها الى 25 نباتاً مزروعاً إضافة إلى وجود مضخة هوائية داخل الحوض لتزويد الأوكسجين اللازم للجذور وسكر خاص من أجل تفريغ المحلول المغذي عند الحاجة. (Alder وزملاؤه، 2007).

3-تقنية الري بالتنقيط بالزراعة المائية: (DST) Drip system Technique

تعتمد على تقنية ري النباتات بالمحلول المغذي بواسطة تمديد شبكة ري بالتنقيط والمزودة بأنابيب المعكرونة الرفيعة ونقاطات ذات تصريف معدل على أنابيب الزراعة المائية ال PVC والتي تتصف بنفس المواصفات السابقة لتقنية NFT إلا أنها مزودة بمضخة لدفع مياه الري من خزان المحلول الى انابيب ال PVC إضافة الى وجود مضخة هوائية داخل خزان الري أو المحلول، ومؤقت زمني لتحديد فترات الري للزراعة المائية بالتنقيط والتي تتطلب 3-4 مرات باليوم لفترة 15 دقيقة ولا بد من إضافة وسط بيئي للنبات للدعم والتثبيت (الخفان) (Newton و Jimmy، 2013).

تصميم التجربة:

تعتمد على وجود (منظومة) الزراعة المائية والمكونة من عدة نظم من تقنيات الزراعة المائية (NFT,DST,DWC) المربوطة والمتصلة مع بعضها البعض بواسطة اكسسوارات وأنابيب الري الزراعي PE وأنابيب PVC مع العلم ان هذا الجهاز مزود بخزان مشترك في قاعدة المنظومة موصول مع كل أنظمة تقنيات الزراعة المائية ويحوي الخزان المشترك على المحلول المغذي ويغمر بداخله مضخة هوائية ومضخة مائية تعملان في نفس الوقت على ضخ المحلول المغذي والأكسجين وإيصاله الى الثلاث تقنيات معا وبوقت واحد وعادته مرة ثانية الى الخزان المشترك للمحلول المغذي وهكذا تتم دورة تشغيل المنظومة ضمن دائرة مغلقة ويمكن تفريغ المحلول المغذي من كافة الأنابيب الموصولة مع الأنظمة ومن الخزان المشترك بواسطة سكر، إضافة لتزويد منظومة الزراعة المائية بمؤقت زمني متصل بالخزان والمضخة وفي حال تم تشغيل الجهاز أو المنظومة فإنه يعمل على تشغيل ثلاث أنظمة في وقت واحد ضمن دائرة تشغيل واحدة ومغلقة مع استعمال احدى نسب التراكيز للمحلول المغذي (100% أو 50% أو 25%) واستخدام احدى صنفى الخس المزروع (الرومين أو الأيسبيرغ).

وبالتالي يتكون لدينا عدة تجارب لدى تطبيق عدة تقنيات وجمع عدة معاملات ضمن منظومة الزراعة المائية وبوقت واحد على الشكل التالي:

- T1 التجربة الأولى: NFT + STOCK SOLUTION (X1) + Romaine lettuce
- T2 التجربة الثانية: DST + STOCK SOLUTION (X1) + Romaine lettuce
- T3 التجربة الثالثة: DWC + STOCK SOLUTION (X1) + Romaine lettuce
- T4 التجربة الرابعة: NFT + STOCK SOLUTION (X2) + Iceberg lettuce
- T5 التجربة الخامسة: DST + STOCK SOLUTION (X2) + Iceberg lettuce
- T6 التجربة السادسة: DWC + STOCK SOLUTION (X2) + Iceberg lettuce
- T7 التجربة السابعة: NFT + STOCK SOLUTION (X3) + Romaine lettuce
- T8 التجربة الثامنة: DST + STOCK SOLUTION (X3) + Romaine lettuce
- T9 التجربة التاسعة: DWC + STOCK SOLUTION (X3) + Romaine lettuce
- T10 التجربة العاشرة: NFT+STOCK SOLUTION(X1) + Iceberg lettuce
- T11 التجربة الحادية عشرة: DST+STOCK SOLUTION(X1) + Iceberg lettuce
- T12 التجربة الثانية عشرة: DWC+STOCK SOLUTION(X1) + Iceberg lettuce
- T13 التجربة العاشرة: NFT+STOCK SOLUTION(X3)+Romaine lettuce

T14 التجربة الحادية عشرة: DST+STOCK SOLUTION(X3)+Romaine lettuce

T15 التجربة الثانية عشرة: DWC+STOCK SOLUTION(X3)+Romaine lettuce

T16 التجربة العاشرة: NFT+STOCK SOLUTION(X3)+Romaine lettuce

T17 التجربة الحادية عشرة: DST+STOCK SOLUTION(X3)+Romaine lettuce

T18 التجربة الثانية عشرة: DWC+STOCK SOLUTION(X3)+Romaine lettuce

المؤشرات المدروسة:

أ- الاختبارات الفيزيائية :

1- المساحة الورقية :

مساحة المسطح الورقي لورقة كاملة النمو (سم²/ ورقة): تم أخذ 4-5 أوراق مكتملة النمو محيطية من كل معاملة وبشكل عشوائي، وتم قياس المساحة الورقية عن طريق برنامج مزود بجهاز قياس المساحة الورقية، وأخذ قراءة للطول والعرض والمحيط والمساحة ومعالجة الصور View sonic image وتقدير المساحة الورقية لورقة واحدة (سم²/ ورقة) (Arenas وزملاؤه، 2002)

2- طول المجموع الجذري(سم):

تم قياس طول المجموع الجذري باستخدام مسطرة (متر) القياس بأخذ 4 - 5 مكررات من كل معاملة (Mabkbb و Du plooy، 2009).

3- طول المجموع الخضري(سم):

تم قياس طول المجموع الخضري باستخدام مسطرة القياس من سطح الوسط وحتى نهاية النمو، ويقاس طول الرأس بقياس المسافة بين أبعد نقطتين في الحزمة الورقية (Mabkbb و Du plooy، 2009).

4-متوسط عدد الأوراق على النبات (ورقة/ النبات):

تم أخذ 4-5 مكررات من كل معاملة وحساب عدد الأوراق (Kleiber و Grajek، 2015).

5- الوزنين الرطب والجاف للمجموع الخضري (غ):

في نهاية التجربة تم قلع عدة نباتات من كل معاملة ونظفت جذورها بشكل جيد ثم فصل المجموع الخضري عن الجذري ويوزن المجموع الخضري ثم يوضع بالمجففة على درجة حرارة 105 م° حتى ثبات الوزن، وبعدها تم وزن العينات للحصول على الوزن الجاف للمجموع الخضري للنبات

أ- الوزن الرطب: تم اخذ ورقة من كل نبات (4-5 نباتات) ثم قياسها بواسطة الميزان الحساس

ب- الوزن الجاف: تم وضع تلك الأوراق في المجففة على درجة حرارة 105 م° حتى ثبات الوزن ثم تم أخذ الوزن الجاف للنبات (حداد وعبيد، 2011).

6- الوزن الرطب المشبع :

تم وزن الأوراق وأخذ الوزن الرطب وتم وضع الأوراق الموزونة في جو رطب مشبع (وهو عبارة عن علب من البلاستيك نضع فيها الورق النشاف ثم نقوم بترطيبها بالماء ثم نضع ورق السلوفان) نترك الأوراق لمدة 48 ساعة في الجو الرطب ثم وزن الأوراق للحصول على الوزن الرطب المشبع. (حداد وعبيد، 2011).

التحليل الإحصائي:

تم التحليل الإحصائي لمتوسط عامي الزراعة باستخدام تصميم القطع المنشقة ضمن قطاعات عشوائية ثم تمت معالجة بيانات التجربة احصائيا بعد تبويبها بالشكل المناسب باستخدام برنامج ال SPSS لمعرفة تأثير تقنيات الزراعة المائية على المؤشرات المدروسة لإنتاج نبات الخس وتم حساب أقل فرق معنوي LSD على مستوى ثقة 95% للمقارنة بين القيم وذلك بطريقة :
Two way analysis of variance

النتائج:

وفقا للاختبارات الفيزيائية يبين الجدولين (3و4) المؤشرات المدروسة لمتوسط معاملات أنظمة الزراعة المائية باستخدام نسب من التراكيز المختلفة للمحالييل المغذية والمطبقة على صنفى الخس الرومين والآيسبيرغ، لوحظ التفوق المعنوي لمعاملة نظام الزراعة المائية DWC زيادة في طول المجموع الجذري بقيمة وصلت الى 32.2سم مقارنة مع قيم متوسط الانظمة لمعاملتي الزراعة المائية NFT,DST والتي وصلت الى 22.6سم، 28سم على التوالي، اضافة لوجود فروقات معنوية بين معاملي نظام الزراعة المائية NFT,DST في مؤشر طول المجموع الجذري وكانت لصالح تقنية NFT، حيث ان قيمة $LSD < 0.05$. في حين أظهرت تفوقا معنويا لمعاملي نظام الزراعة المائية NFT,DWC في مؤشر الوزن الرطب المشبع للأوراق حيث وصلت قيمة كل منهما على التوالي (23.6، 25.6) غرام وكذلك الأمر بالنسبة للوزن الجاف وصلت قيمة كل منهما (2.6، 2) غرام على التوالي مقارنة مع متوسط نظام معاملة الزراعة المائية DST بقيمة وصلت الى 19 غرام في مؤشر الوزن الرطب المشبع للأوراق وبقيمة وصلت الى 1 غرام في مؤشر الوزن الجاف للأوراق حيث ان قيمة $LSD < 0.05$ بينما لم تسجل أية فروق معنوية لمعاملي نظام الزراعة المائية NFT,DWC فيما بينهما ضمن مؤشر الوزن الرطب المشبع والوزن الجاف للأوراق حيث كانت القيم شبه متقاربة فيما بينهما، اضافة الى عدم تسجيل أنظمة الزراعة المائية NFT,DST,DWC فروقا معنوية فيما بينها بالنسبة لمؤشر عدد الأوراق والمساحة الورقية وطول المجموع الخصري، حيث سجلت القيم على التوالي: 41,35,38 لمؤشر الاوراق وقيمة $LSD > 0.05$ بينما سجلت القيم التالية (299.4, 233, 265.6) سم² على الترتيب لدى مؤشر المساحات الورقية، أما بالنسبة لمؤشر طول المجموع الخصري فقد كانت القيم (30.6، 29.1، 32.2) سم على التوالي ومع العلم قيمة $LSD > 0.05$.

تأثير تقنية الزراعة المائية في بعض المؤشرات الفيزيائية لإنتاج ونمو نبات الخس
الجدول (3) المؤشرات المدروسة في الاختبارات الفيزيائية لمتوسط معاملات نظم الزراعة المائية (باستخدام ثلاث نسب من التراكيز المختلفة للمحاليل المغذية والمطبقة على صنفى نبات الخس، تشير الحروف المختلفة ضمن العمود الواحد الى وجود فروقات معنوية عند ($LSD_{0.05}$) والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات)

الجزري المجموع طول					الأوراق عدد					الورقية المساحة									
تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط					
		Romaine	iceberg	NFT			Romaine	iceberg	NFT			Romaine	iceberg	NFT	Romaine	iceberg	NFT		
NFT	100%	38.3	26.3	28b	NFT	100%	37	50	38a	NFT	50%	32	250.23	265.6a	50%	290.7	342.4	310.5	100%
		50%	35				44	250.23				236	164			290.7	342.4	310.5	
		25%	24				37	27				25%	236			164	290.7	342.4	
تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط					
		Romaine	iceberg	DST			Romaine	iceberg	DST			Romaine	iceberg	DST	Romaine	iceberg	DST		
DST	100%	27.3	25	22.6c	DST	100%	32	47	35a	DST	50%	29	210.4	233a	50%	240.3	325.6	292.6	100%
		50%	22				41	210.4				240.3	325.6						
		25%	20.7				35	26				122.8	203.5			292.6	325.6		
تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط					
		Romaine	iceberg	DWC			Romaine	iceberg	DWC			Romaine	iceberg	DWC	Romaine	iceberg	DWC		
DWC	100%	42	29.4	32.2a	DWC	100%	40	53	41a	DWC	50%	35	286.7	299.4a	50%	303.9	418.75	322.31	100%
		50%	37				49	286.7				303.9	418.75						
		25%	33.5				40	30				189.75	275.31			418.75	322.31		
LSD					LSD					LSD									
<.0001					0.5699					0.3889									

المشبع الرطب الوزن					للأوراق الجاف الوزن					الخنثري المجموع طول				
تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط
		Romaine	iceberg	NFT			Romaine	iceberg	NFT			Romaine	iceberg	NFT
NFT	23.6a	100%	28.25	24.73	NFT	2a	100%	2.55	2.14	30.6 a	NFT	100%	37.1	30
		50%	27.07	21.7			50%	2.19	1.93			50%	33.5	28.2
		25%	21.95	18.24			25%	1.84	1.63			25%	30	25.1
تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط
		Romaine	iceberg	DST			Romaine	iceberg	DST			Romaine	iceberg	DST
DST	19b	100%	27.66	16.32	DST	1b	100%	1.5	1.97	29.1 a	DST	100%	36.2	29.3
		50%	22.19	14.92			50%	1.33	1.1			50%	32	26.7
		25%	20.11	12.45			25%	1.2	0.89			25%	28.2	22
تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط	تقنيات	التواكيز	الأول صنف	الثاني صنف	الأنظمة متوسط
		Romaine	iceberg	DWC			Romaine	iceberg	DWC			Romaine	iceberg	DWC
DWC	25.6a	100%	31.88	26.81	DWC	2.6a	100%	3.1	2.72	32.2 a	DWC	100%	38.7	31.6
		50%	27.39	24.13			50%	2.97	2.38			50%	35.4	29
		25%	23.07	20.43			25%	2.41	2			25%	30.8	27.8
LSD					LSD					LSD				
0.0343					0.0017					0.5767				

تأثير تقنية الزراعة المائية في بعض المؤشرات الفيزيائية لإنتاج ونمو نبات الخس ادلبي و بلدية و عبيد

الجدول (4) ملخص المؤشرات المدروسة في الاختبارات الفيزيائية لمتوسط معاملات نظم الزراعة المائية (باستخدام ثلاث نسب من التراكيز المختلفة للمحالييل المغذية والمطبقة على صنفى نبات الخس، تشير الحروف المختلفة ضمن العمود الواحد الى وجود فروقات معنوية عند (LSD 0.05) والترتيب الأبجدي إلى معنوية الفروق بين المعاملات)

الاختبارات الفيزيائية					
تراكيز المحلول المغذي %	صنفي الخس	المؤشر المدروس	متوسط الأنظمة		
			DWC	DST	NFT
0.5699	Romaine& iceberg	عدد الأوراق	41a	35a	38a
0.3889		المساحة الورقية	299.4a	233a	265.6a
<0001		طول المجموع الجذري	32.2a	22.6c	28b
0.5767		طول المجموع الخضري	32.2 a	29.1 a	30.6a
0.0343		الوزن الرطب المشبع للأوراق	25.6a	19b	23.6a
0.0017		الوزن الجاف للأوراق	2.6a	1b	2a
100&50&25					

المناقشة:

بينت تجارب استخدام انظمة الزراعة المائية بشكل عام تأثيراً ايجابياً في الخصائص الفيزيائية إذ أنَّ تقنيات الزراعة المائية DWC,NFT,DST لها دور كبير في التأثير في معايير النمو والانتاج، وان استخدام نظامي الزراعة المائية NFT,DWC, أدى الى تحسين الصفات الفيزيائية في المؤشرات التالية طول المجموع الجذري والخضري والوزن الرطب المشبع للأوراق والوزن الجاف للأوراق وعدد الاوراق والمساحة الورقية مقارنة مع نظام DST الذي يعتمد على تقنية الري بالتنقيط وتزويد جذور النباتات بالمحلول المغذي (ماء+ عناصر معدنية) على دفعات دون الغمر المباشر بالماء، في حين أنَّ تقنيتي NFT,DWC تعملان على توفير الماء بصورة دائمة وينسب متنزعة مع التهوية (رطوبة مناسبة+ تهوية مناسبة) بحيث يتم غمر وغمس مباشر للجذور بشكل دائم والى عمق محدد الأمر الذي أدى الى زيادة امداد النبات بالماء وبما يحويه من عناصر مغذية وفقاً لدراسة (Dubik وزملاؤه، 1990) وبالتالي يساعد على الانتشار الأكبر للمجموع الجذري وينعكس على زيادة عدد الشعيرات الماصة والامتصاص الأكبر من المحلول المغذي (ماء+ عناصر معدنية) في بيئة نمو الجذور فينشط من امتلاء الخلايا وانقسامها واستطالتها وبالتالي زيادة في الوزن الرطب للنبات وزيادة في الوزن الرطب المشبع للأوراق، توافقت هذه الدراسة مع العديد من الدراسات منها

(Verdonck وزملاؤه، 2007؛ Dinda، 2011) اضافة لتراكم بعض العناصر المغذية بصورة أكبر مثل (كالسيوم) الذي يساهم في بناء الجدر الخلوية ويشجع من عمليات الانقسام وبالتالي زيادة المسطح الورقي، مما يزيد من تراكم ووجود قيم اكبر من العناصر المغذية في النبات يؤدي الى تنشيط التحولات الغذائية داخل النبات بالاضافة لتنشيط بعض الأنزيمات الداخلة في التحول الغذائي كما يساهم في تسريع انتقال المواد الكربوهيدراتية المصنعة في الاوراق والذي يؤثر ايجابا على معدل النمو وتصنيع المادة الجافة وزيادة كميتها المتاحة لنمو أجزاء النبات وبالتالي زيادة في وزن النبات ويؤثر لاحقا في الوزن الجاف للأوراق وتحسين الجودة وهذا يتفق مع ما أكدته (McMurtry وزملاؤه، 2012؛ Albaho وزملاؤه، 2009)، وزيادة عدد الأوراق نتيجة ارتفاع كمية المياه الممتصة وازدياد عمليات الانقسام والاستطالة وتراكم العناصر وزيادة المسطح الورقي.. اذ تعمل منظومات النمو في الجذور مثل

السيوكينين على تنبيه هرمونات موجودة في المجموع الخضري لزيادة عدد الأوراق، وهذا ما أكدته دراسة (verdonk وزملاؤه، 1982; Albaho وزملاؤه، 2009)، و(تراكم الزنك) أي يتدخل في اصطناع تربتوفان طليعة الاوكسين مما يعزز ويحفز النمو الشاقولي والسيادة القمية للنبات هذا وما أكدته (Nicholls، 2011).

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- تقنيات الزراعة المائية أثرت ايجابيا في مؤشرات النمو والانتاج لنبات الخس .
- 2- اظهرت الدراسة ان معاملة نظام الزراعة المائية DWC,NFT من التقنيات الهامة والتي اعطت تفوقا معنويا لمعظم المؤشرات المدروسة مقارنة مع معاملة نظام DST
- 3- دراسة تأثير لحجم حبيبات اوساط النمو في انتاج نبات الخس
- 4- دراسة تأثير اوساط نمو أخرى والمتوفرة في بيئتنا في نمو وانتاج الخضار المختلفة
- 5- ينصح باستخدام تقنية الزراعة المائية DWC كتقانة حديثة لانتاج نبات الخس في البيوت المحمية للحصول على نمو أفضل وزيادة في الانتاج وتحسين نوعية الهجن المدروسة

التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. أبو القاسم - سامح (2009) منشورات هيئة البحوث العلمية الزراعية المصرية رقم النشرة 373 الصفحات 8 - 16 البسيط ، إبراهيم. (2003). انتاج محاصيل الخضر، الجزء النظري، منشورات جامعة دمشق.
2. البكري، أحمد(2013). الزراعة بدون تربة لمحاصيل الخضر في البيوت المحمية-منشورات وزارة الزراعة والثروة السمكية سلطنة عمان. ص20.
3. بوراس، ميتادي. (2004). انتاج محاصيل الخضر، الجزء العملي، منشورات جامعة دمشق ص141-145.
4. بلدية، رياض 2013. ري وصرف. للمعاهد التقنية في سوريا- جامعة دمشق
5. بلدية، رياض 2014. الهيدرولوجيا كلية الزراعة- جامعة دمشق
6. حداد، سهيل؛ عبيد، حسان. (2011). الزراعة بدون تربة (الزراعة المائية)، الجزء العملي- مطبعة دار الكتاب، جامعة دمشق.
7. منشورات الموسوعة العربية، الجوانب الاقتصادية لنظم الزراعة بدون تربة 2016.
8. منشورات وزارة البيئة والمياه والإماراتية، خصائص الماء المستخدم في الري وفي تحضير المحاليل المغذية للنباتات 2013.
9. Adler, P.R., J.K. Harper, F. Takeda, E.M. Wade, and S.T. Summerfelt. 2007. Economic evaluation of hydroponics and other treatment options for phosphorus removal in aquaculture effluent. HortScience. Vol. 35, No. 6. p. 993-999.
10. Albaho, M.; Bhat, N.; Abo-Rezq, H. and Thomas, B. (2009). Effect of Three Different Substrates on Growth and Yield of Two Cultivars. Eur. J. Sci. Res., 28(2): 227-233
11. Arenas, M. ; Varrina, C.S. ; Cornell, J.A. ; Hanlonm E.A. and Hochmuth, G.J. 2002. Coir as an alternative to peat in media for lettuce transplant production. Hort Science. 37(2): 309-312.
12. Bridgewood, L. (2012). Hydroponics: Soilless gardening explained. Ramsbury, Marlborough, Wiltshire: The Crowood Press Limited
13. Cooper, A. 1988. Chemicals needed to prepare 1000 liters of nutrients solution . in: Hydroponics (soilless culture). Soilless culture book (English) 18p. An html. Document. Hydroponics website. P.p.212.
14. Dinda, Kara. 2011. Hydroponics & aquaculture working together: A case study. The Growing Edge. September-October. p. 56-59.
15. Dubik, S. P.; Krizek, D. T. and Stimart, D. P. (1990). Influence of root zone restriction on mineral element concentration, water potential, chlorophyll concentration, and partitioning of assimilate in spreading euonymus (E. kiautschovica Loes. 'Sieboldiana'). J. Plant Nutr., 13: 677-699.
16. Hogland, A.A. and G. Arnon. 1950. Chemicals needed to prepare 1000 liters of nutrients solution . in: Hydroponics (soilless culture). Soilless Culture of Greenhouse Vegetables. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, 218: 19-22.
17. Johnson, Jr. H.; Hochmuth, G. J. and Maynard, D. N. (2010). Soilless Culture of Greenhouse Vegetables. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, 218: 19-22.
18. Kleiber, T. and Grajek, M. 2015. Lettuce reaction on excessive manganese nutrition. Bulgarian journal of Agricultural science. 21(1):118-125.
19. Mabkbb, M.M. and Du Plooy, C.P. 2009. Comparative performance of lettuce cultivars in soilless vs. in soil production system. Acta Hort. 843:314-318.

20. McMurtry, M.R., D.C. Sanders, and P.V. Nelson. 2012. Mineral nutrient concentration and uptake by lettuce irrigated with recirculating aquaculture water as influenced by quantity of fish waste products supplied. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 16, No. 3. p. 407–409.
21. Newton, Scott and Jimmy Mullins. 2013. Hydroponic Tomato Production Using Fish Pond Water. Virginia Cooperative Extension Service. Fact Sheet No. 31. 3 p
22. Nicholls, R. E. (2011). *Beginning hydroponics: Soilless gardening: A beginner's guide to growing vegetables, houseplants, flowers, and herbs without soil*. Philadelphia, PA: Running Press
23. Verdonck, O.; De Vleeschauwer, D. and De Boodt, M. (1982). The influence of the substrate to plant growth. *Acta. Hortic.*, 126: 251-258.