

١- المقدمة

Introduction

الفلفل *Capsicum annum* L. نبات عشبي يتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae ، موطنه الأصلي أمريكا الوسطى والجنوبية ومنها انتقلت زراعته إلى بقية أنحاء العالم (Thang, 2007) . يزرع في العراق بطريقة الزراعة المكشوفة في بداية الربيع، والزراعة المحمية في بداية الخريف.

يعد الفلفل ثالث اهم محاصيل العائلة الباذنجانية بعد الطماطة والبطاطا (الخفاجي والمختار ، ١٩٨٩). يؤكل طازجاً أو في السلطة وكذلك يستعمل في التخليل والحشو والصلصة. تحتوي كل ١٠٠ غم من ثماره الطازجة ٤,٨% كربوهيدرات و ١,٢% بروتين فضلاً عن أملاح الحديد والبوتاسيوم والكالسيوم وكذلك مادة الفلورين التي تمنع تسوس الأسنان (خليل ، ٢٠٠٤). ويعتبر الفلفل الأخضر من اغنى جميع الخضراوات بفيتامين C، حيث يكفي واحد من الثمار الطازجة أن يمد عشرين شخصاً باحتياجاتهم اليومية من هذا الفيتامين (فراج ، ١٩٨٠) كما تحتوي ثمار الفلفل على الكثير من المركبات الكيميائية التي تعتبر من اهم مضادات الأكسدة وهي تقلل من مخاطر الأمراض المزمنة والسرطانية (، Yaha 2000; Howard , et all2000). فضلاً عن احتوائها على مضادات الالتهابات والحساسية (Lee and all 2005) كما أنها تحتوي على مركبات Carotenoides وهي من مكونات الأنظمة غير الأنزيمية المضادة للأكسدة وهي ضرورية لصحة الإنسان (Rao and Roa , 2007) ، وفي دراسة حديثة اكد (Wahba et ,2010) all (، أن الثمار الفلفل تحتوي على مركبات ذات فعالية عالية ضد المكروبات .

ان الأحماض الأمينية الحرة عند أضافتها مصدراً نتروجينياً أساسياً في بناء البروتينات والأنزيمات وتجهيز الطاقة التي تشجع النمو الخضري والجذري (Khalil and Mohamed , 1992 , Balbaa and Abdel ; 2007), وان أضافتها تؤدي إلى زيادة فترة وعدد الانقسامات الخلوية وتوسعها (إدريس ، ٢٠٠٩). عند تعرض النباتات للإجهاد الملحي. (Larhar and Stewart ;1977, Stewart and all١٩٨٠).

الحديد من المغذيات الصغرى المهمة في عمليات الأكسدة والاختزال وتكوين الكلوروفيل فضلاً عن أهميته في عملية التمثيل الضوئي، وتكوين العديد من مركبات السايبتوكرومات والفريدوكسين ذات الأهمية في عملية التمثيل الضوئي الذي يدفع إلى زيادة معدلات النمو. كما أن للحديد أهمية في زيادة المساحة الورقية للنبات، وقد أشار إلى أن زيادة مساحة ورقة العلم لها أهمية بالغة إذ أن معظم الغذاء يتم تحويله إلى بقية أجزاء النبات.

يقصد بالزراعة بدون تربة زراعة النباتات في أوساط زراعية لا تكون التربة إحدى مكوناتها، ويتم تغذيتها باستخدام محاليل مغذية خاصة تحتوي على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، ويقصد بها تنمية النباتات في وسط آخر غير التربة يكون ملائماً لنموها سواء كان هذا الوسط داخل المنازل أو المكاتب والصالات والمداخل وغيرها، أو بالخارج في الشرفات وحدائق الأسطح والمساحات المكشوفة. وهي طريقة متطورة في الزراعة تساعد على التخلص من المشاكل المتعلقة بقلّة خصوبة التربة وعدم ملاءمتها لنمو النبات والظروف المناخية القاسية وقلّة الموارد المائية وغيرها من المشاكل التي تواجه الزراعة العادية.

٢- مراجعة المصادر

Review of literature

١-٢. المغذيات الصغرى

هي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة وتشمل (, Cl , Mo , B , Zn, Mn ,) , Cu , Fe, Ni) ويبلغ تركيزها حوالي ١-٢٠٠ جزء بالمليون (ppm) في مادة النبات الجافة .

منذ منتصف القرن الحالي بدأ الاهتمام بالعناصر الغذائية الصغرى أكثر فأكثر للمحاصيل الحقلية والخضروات والفاكهة وأشجار الغابات وفي تغذية الانسان وكذلك في تغذية وتربية الحيوان وذلك لان التوسع في الانتاج الزراعي واستخدام نظام الزراعة الكثيفة قد ادى الى ظهور اعراض النقص العناصر الغذائية الصغرى (Bergmaun et al, 1978) .

٢-٢. دور المغذيات الصغرى

وضع حد فاصل بين العناصر الغذائية الكبرى وبين العناصر الغذائية الصغرى يعتبر من الامور المعقدة نظراً لان بعض النباتات تحتاج الى كميات كبيرة من عنصر معين بينما نباتات اخرى تحتاج هذا العنصر بكميات صغيرة وعلى اية حالة استقرت الآراء على اعتبار ان العناصر الغذائية الصغرى تحتاجها معظم النباتات بكميات اقل بكثير مما تحتاجه من العناصر الغذائية الكبرى .

٣-٢. عنصر الحديد (Fe)

يبلغ محتوى الحديد في النباتات من ٥٠-٢٠٠ ppm، ولكننا قد نجد احيانا تراكيز بحدود ٨٠٠ ppm وحتى ٢٠٠٠ ppm . يمتص الحديد بالدرجة الاساس على صورة الحديد الثنائي التكافؤ Fe^{+2} غير ان النبات يمكنه امتصاص الحديد بشكل مركب عضوي مثل مركبات الحديد المخيلية عن طريق الجذور . كما ان النباتات يمكنها اخذ الحديد عن طريق الاوراق عند رش النباتات بمحاليل الحديد مثل كبريتات الحديدوز ($FeSO_4$).

١-٣-٢ . وظائف الحديد (Fe)

يشارك الحديد في مساعدة تكوين الكلوروفيل بالرغم من انه لا يدخل في تكوينه ، يدخل في تكوين السايتركرومات (Cytochromes) ذات الاهمية الكبيرة في عمليتي التركيب الضوئي والتنفس ، حيث يشترك انزيم ال Cytochrome Oxidase في عملية نقل الالكترونات لسلسلة عملية التنفس . كما ان الفيتوفيريتين (Phytoferritin) عبارة عن بروتين فوسفاتي حديدي يعتبر مخزناً للحديد في البلاستيدات الخضراء ، حيث وجد ان ٨٠% من الحديد الكلي يوجد في البلاستيدات الخضراء وهذا يوضح اهميته في عملية التركيب الضوئي . ثبت ان انزيم السايتركروم اكسيديز (Fritz and Beevers ,1955) يدخل في اخر خطوة تأكديسة في دورة كريبس (Krebs cycle) ويظهر ان الحديد ضروري في تكوين الكلوروفيل ولكن لايعرف هل ان هذا التأثير مباشر ام غير مباشر . الحديد احد مكونات الفيريديوكسين Ferridoxiu (الناقل الكتروني البروتيني) (Burris, 1966) الذي اكتشفه (Mortenson. et. Al ,1962) والذي يرافق الكلوروبلاست (Smilli ,1963) و وظيفته في التركيب الضوئي هو اختزال النترات و النتروز (Joyud Hageman ,1966, Bettsaud Hewitt, 1966) كما يدخل في تثبيت النتروجين ، للحديد جهد تأكسدي اختزالي اوطاً من اي حامل تم فصله لحد الان .

يحتاج انزيم الاكونيتيز Aconitase الى الحديد في عمله (Cloutier and Dikman , 1955) , لذا عند فقدان الحديد يتحد هذا الانزيم مع البروتينات الفوسفورية (Liebich ,1941) ويتجمع حامض الستريك (Ilijin , 1951) وذلك لقله فعالية الاكونايتيز (Dekock , 1958) وفي الخلايا التي تحتوي على كميات كافية من الحديد يبقى قسم من هذا الحديد بشكل غير مرتبط (Dekock , 1958) نقص الحديد يسبب اختزال فعالية انزيم النايتريت ريديكتيز اختزالاً جزئياً (Cheniae and Evans , 1960) والفيريتين النباتي او الفايتوفيريتيت (Plautferritui or Phyto ferritui) هو مركب حديدي بروتيني معقد يقع داخل البلاستيدات الخضراء في الاجزاء التي يشغلها نظام التايلاكويد هذا وقد (Seckbach , 1969, thyla koid) وجدت علاقة بين تركيز الحديد في الوسط الغذائي وبين تركيز صبغة اليخضور في الاوراق (Evans, 1959 and Dekock et .al 1960) لذا فقد استنتج هولاء الباحثون بأن نقص

الحديد يسبب اختزال تركيز انزيم الكاتاليز كما سنقل فعالية انزيم (Photosynthetic Pyridinenucleotid) في الاوراق .

٢-٣-٢. اعراض نقص الحديد

الحديد من العناصر البطيئة الحركة داخل النبات ولذلك تظهر اعراض نقصه اولاً على الاوراق الحديثة للنبات حيث يسبب اصفراراً لجميع نصل الورقة وتظل عروق الورقة محتفظة بلونها الاخضر وفي حالة اشتداد النقص قد تبدو الاوراق الحديثة صفراء او حتى بيضاء بما في ذلك عروق الورقة . وقد يحدث نخر موضعي (Necrosis) على قمة وحواف الاوراق او موزع بشكل غير منتظم فيما بين العروق او على العروق نفسها وتكون قمة الورقة مشوهة ومدببة كما في حالة نقص المنغنيز .

٤-٢ . التغذية الورقية Foliar nutrition

هي عملية رش محاليل العناصر الغذائية بشكل سائل على المجموع الخضري للنبات ، اذ تعد الاوراق مركزا مهما للعديد من الفعاليات الايضية ، ولها المقدرة على الامتصاص شأنها في ذلك شان الجذور ، كما ان استعمال طريقة التغذية الورقية لايؤثر فقط في الفعاليات الحيوية للورقة كعمليتي التنفس والبناء الضوئي ، بل مهمة في منع استنفاد العناصر الغذائية في الأوراق . وان لهذه الطريقة اهميتها وفوائدها التطبيقية تحت ظروف معينة متمثلة بظروف التربة غير الملائمة كالجفاف او الارتفاع الحادين في درجات حرارة التربة التي تحد من جاهزية العناصر الغذائية وامتصاصه.

٥-٢ . اوساط المحاليل الغذائية

التربة وسط معقد جداً وغير متجانس، لذلك نجد ان محلول التربة الذي يغطي جذراً ما يختلف في مقدار تراكيز العناصر عن محلول تربة الذي يغطي جذراً اخر وان تراكيز العناصر الموجودة في محلول التربة تختلف من وقت الاخر متأثرة بمقدار فعالية الجذور ولصعوبة السيطرة على مثل هذه التغيرات ولضرورة اجراء تجارب دقيقة في موضوع الفسلجة النباتية لأظهار الحقائق المتعلقة في فسلجة العناصر الغذائية للنبات لذلك اصبح من الضروري جداً

ايجاد وصيفة لمحلول يحتوي على تراكيز معينة من العناصر على ان يكون هذا المحلول غير قابل للتأثير بالموثرات الخارجية التي تتأثر بها التربة . ولكي يتمكن المختصون ضبط وملاحظة العوامل المؤثرة على النبات فقد وضعت عدة صيغ من المحاليل الغذائية النباتية وفي جميع هذه المحاليل يشترط تغميس الجذور فيها وسميت هذه الطريقة اوساط المحاليل الغذائية النباتية .

ففي وسط المحلول الغذائي النموذجي تثبت النباتات بحيث ان جذورها تكون مغمورة داخل المحلول الذي يحتوي على جميع العناصر الغذائية للنبات وتزود هذه المحاليل بالاكسجين عن طريق مضخ هوائي يدفع بالهواء الى المحاليل بشكل فقاعات هوائية صغيرة . فعند توفير مثل هذه الظروف وتزويد النباتات بكل احتياجاتها وتثبيت الاس الهيدروجيني بما يتناسب احتياج النبات نجد النباتات النامية في هذه الاوساط (المحلل الغذائي) تنمو طبيعياً كما لو كانت نامية في تربة جيدة ومسمدة بشكل مثالي في اوساط المحاليل الغذائية يمكن السيطرة على مقدار الضوء ودرجة الحرارة وذلك بوضع النباتات في غرف خاصة حسب الاحتياج .

ان طرق تنمية النباتات في الاوساط المائية قد تغيرت قليلاً منذ ان بداها (Knop and Sacks ; 1860 Hoagland and Arnon ; 1950) حيث ادخلت بعض التعديلات الكيميائية والميكانيكية للحصول على طرق جديدة يمكن الاستفادة منها في تجارب خاصة مثلاً ازالة عنصر معين واحلال عنصر اخر او الاستفادة منها بما يتعلق بالفاعليات الحيوية . واستهدفت هذه التعديلات الى التقليل من تلوث املاح عنصر مع عنصر اخر الى اقل من 1 ppm ومن التعديلات الميكانيكية هي دفع كميات متساوية من الاوكسجين والنيتروجين الى المحلول الغذائي بدلاً من دفع الهواء الاعتيادي وللحصول على معلومات اكثر بهذا الخصوص يمكن الرجوع الى كتاب (Hewitt ; 1966) حيث يتضمن مختلف الاوساط الغذائية الصناعية للنبات واهمها وطرق تطبيقها .

٢-١ . التركيب الكيميائي للمحلول المغذي (الايوساط المائية)

بعد وقت وجهد كبير بذلا للحصول على صيغة وتركيب المحلول الغذائي للنباتات تم التوصل الى عدة محاليل غذائية (جميعها متشابهة تقريبا) مكنت الباحثين من الحصول على نمو نباتي جيد في الاوساط المائية .

(Homes; 1961 Shive and Martin ;1918 , Shive; 1915)

وحين مقارنة المحاليل الغذائية مع بعضها وجد ان احسن هذه المحاليل هي التي تحتوي على ستة عناصر غذائية كبرى (تحتاجها النباتات بكميات كبيرة) ثلاثة من هذه العناصر بشكل ايوني موجب هي البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم اما الثلاثة الاخرى فيجب ان تكون بشكل ايوني سالب وهي النترات والفوسفات والكبريتات ولقد وجد و لقد وجد ان كل هذه العناصر الغذائية الكبرى يمكن تجهيزها بشكل ثلاثة املاح مثلاً نترات البوتاسيوم و فوسفات الكالسيوم وكبريتات المغنسيوم .

٢-٦ . تعريف الزراعة بدون تربة

يقصد بالزراعة بدون تربة زراعة النباتات في اوساط زراعية لا تكون التربة إحدى مكوناتها، ويتم تغذيتها باستخدام محاليل مغذية خاصة تحتوي على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات، ويقصد بها تنمية النباتات في وسط آخر غير التربة يكون ملائماً لنموها سواء كان هذا الوسط داخل المنازل أو المكاتب والصالات والمداخل وغيرها، أو بالخارج في الشرفات وحدائق الأسطح والمساحات المكشوفة .وهي طريقة متطورة في الزراعة تساعد على التخلص من المشاكل المتعلقة بقلّة خصوبة التربة وعدم ملائمتها لنمو النبات والظروف المناخية القاسية وقلّة الموارد المائية وغيرها من المشاكل التي تواجه الزراعة العادية .وقد أظهرت نتائج التجارب والدراسات تفوق هذه الطريقة في كثير من النواحي فهي تعطي إنتاجاً وفيراً وتساعد على توفير كمية كبيرة من مياه الري تصل إلى % 90 من المياه المستهلكة في الزراعة العادية بالإضافة إلى الاستغناء عن العمليات المختلفة التي تتطلبها الزراعة العادية مثل عمليات تحضير التربة وإضافة الأسمدة العضوية والدورة الزراعية كما أنها تساعد على استغلال الأراضي غير الصالحة للزراعة وتوفير الكلفة في الأيدي العاملة بالإضافة إلى إنتاج المحاصيل في غير مواسمها .وبما

أن النباتات تختلف في احتياجاتها لهذه العناصر وللعوامل البيئية المختلفة أصبح من الضروري إيجاد أنواع مختلفة وكثيرة من المحاليل لكل منها صفاته الخاصة التي تلائم أنواعاً معينة من المحاصيل وتحت ظروف بيئية معينة.

أنواع الزراعة بدون تربة:

١-٦-٢ . النظم المفتوحة (Open Systems) :

وهي زراعة النباتات في أوساط زراعية غير التربة وتروى بالمحلول المغذي الذي لا يتم إعادة استخدامه ، ومن أنواع الأوساط التي يمكن استخدامها على سبيل المثال لا الحصر-:

- ١- الرمل الخالص (Pure Sand) .
- ٢- الحصى (Gravel) .
- ٣- الفيرميكوليت (Vermiculik) .
- ٤- البرلايت (Perlite) .
- ٥- الصوف الصخري (Rock W) .

٢-٦-٢ . النظم المغلقة (Closed Systems) :

وهي زراعة النباتات في أوساط زراعية غير التربة وتروى بالمحلول المغذي الذي يتم إعادة استخدامه بحيث يتم الاستفادة من المحلول مرة أخرى في ري النباتات وذلك في حلقة مغلقة ومنها-:

١- تقنية الغشاء المغذي (Nutrient Film Technique) .

٢-النظم المغلقة مع إستخدام الأوساط الزراعية Closed Systems with Substrates

٣-الزراعة الرأسية (Vertical Syste) .

٤-الزراعة الهوائية (Aeropo) .

٢-٦-٣. إيجابيات الزراعة بدون تربة

- ١- إمكانية الإنتاج الزراعي في المناطق غير الصالحة للزراعة وخاصة الترب المتأثرة بالملوحة مع ضرورة توفر مياه ري عذبة.
- ٢- تساهم في توفير كافة العناصر الضرورية اللازمة لنمو النبات.
- ٣- تساهم في حل مشكلة نقص العناصر في التربة وتقلل من الأمراض الفطرية وتملح التربة.
- ٤- تساهم في التهوية بصورة أفضل مقارنة بالزراعات العادية.
- ٥- لا توجد حاجة لتجهيز الأرض وإزالة الحشائش.
- ٦- الترشيد في استهلاك المياه والأسمدة.
- ٧- التبكير في النضج.
- ٨- زيادة الانتاجية في وحدة المساحة وخاصة في نظم الزراعة الرأسية.

٢-٦-٤. سلبيات الزراعة بدون التربة:

- ١- ارتفاع الكلفة الإنشائية الأولية.
- ٢- ضرورة توفير كافة مستلزمات النمو.
- ٣- تغيير معدل حموضة المحلول المغذي (pH) بسهولة.
- ٤- يؤدي الخلل في نظام المحلول المغذي إلى تدهور النباتات.
- ٥- تحتاج إلى عمالة ماهرة ومتابعة مستمرة لعمليات الإنتاج.
- ٦- إمكانية انتقال الأمراض الفطرية عن طريق خزان الري وخاصة في النظام المغلق.

٢-٧. خصائص الماء المستخدم في الري وفي تحضير المحاليل المغذية للنباتات

- ١- يجب ان لا تزيد درجة التوصيل الكهربائي (EC) للماء عن 0.4 إلى 0.7 ديسيمنز .
متر⁻¹.
- ٢- يجب أن يكون معدل حموضة الماء (pH) (في حدود 5.5 الى 6.5 .
- ٣- يمكن استخدام المياه السطحية أو الجوفية أو مياه التحلية في الزراعة بدون تربة مع مراعاة مستويات التوصيل الكهربائي والحموضة للماء المستخدم.

٨-٢. الزراعة بدون تربة (النظام المغلق)

توجد عدة نظم مختلفة من النظام المغلق في الزراعة بدون تربة وهي

١- تقنية الغشاء المغذي Nutrient Film Techniq

زراعة النباتات في وسط مائي بحيث تنمو جذور النباتات في ذلك الوسط والذي تتوفر فيه جميع العناصر الغذائية، مع ضرورة التهوية المستمرة للمحلول الغذائي لتوفير الأوكسجين ويتم إعادة المحلول المغذي مرة أخرى، ومن شروط نجاحه توفر الأوكسجين الكافي لنمو الجذور وحجب الضوء عن منطقة الجذور .

٢ - إستخدام الأوساط الزراعية Substrates

هي زراعة النباتات في وسط معين يوضع في القصري الزراعية بحيث تنمو جذور النباتات في ذلك الوسط ، ومثال على تلك الأوساط التربة العضوية أو البيت موس والبرلايت ويتم إعادة المحلول المغذي مرة اخرى

٣- الزراعة الرأسية Vertical System

هي أحد أنظمة الزراعة بدون تربة (النظام المغلق) ومن أهم مميزاتها الاستفادة من وحدة المساحة حيث يتم وضع مراكز الزراعة (القصري) فوق بعضها البعض بطريقة مزدوجة، والاستفادة من نظام الري المغلق بعدم الهدر في المياه حيث يتم تجميع مياه الري من القصري بواسطة مجرى مائي مبتكر يصب في الخزان والاستفادة منه مرة أخرى في الري بعد أن تتم معايرته، ومن أهم مميزات نظام الزراعة الرأسية زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة حيث يمكن زراعة 8000 نبتة في بيت محمي 360 (م) 2 مقارنة ب1000 نبتة بنفس المساحة باستخدام النظام الأفقي في الزراعة العادية

٤- الايص المستخدمة في نظم الزراعة بدون تربة

يمكن استخدام ابيض الفلين المقوى سعة 3.3 لتر ويوضع بداخلها بعض الحصى (Gravels) تحت الوسط الزراعي لتسهيل عملية انسياب المياه ورجوعها الى المجرى المائي.

٥- الأوساط المستخدمة في نظم الزراعة بدون تربة - الزراعة الرأسية Vertical System

يتم استخدام البرلايت والبيتموس كوسط زراعي في الزراعات الرأسية حيث يتم خلطهما بنسبة 1:1 لمحصولي الفراولة والخس .

٩-٢ نظم الزراعة بدون تربة لحاصيل الخضر المختلفة في البيوت المحمية

يمكن زراعة محاصيل الخضر باستخدام نظم الزراعة بدون تربة في البيوت المحمية، وتعتبر النظم المغلقة مع استخدام الأوساط الزراعية Closed Systems with Substrates أفضل النظم التي يمكن استخدامها لزراعة هذه المحاصيل حيث يتم وضع النباتات في قصاري زراعية معبأة بالبرلايت الذي يستخدم كوسط زراعي في هذا النظام ولقد تم تنفيذ العديد من الدراسات البحثية على محاصيل الخيار والطماطم والفلفل الحلو والفاصوليا المتسلقة والخس بمحطة البحوث الزراعية بالرميس واثبتت نجاحها تحت ظروف السلطنة المختلفة.

١٠-٢ الوسط الزراعي المستخدم في نظام الزراعة بدون تربة

يتم استخدام البرلايت زراعي في الاصيص وهو عبارة عن حبيبات صغيرة بيضاء قطرها يتراوح بين 1.5 (ملم 4.75 - ملم) خفيفة ناتجة عن تسخين صخور بركانية سيلكونية تحت درجة حرارة عالية تصل الى حوالي 1000 ° م، ونتيجة لهذا التسخين يزداد حجم الحبيبات بنسبة عشرين ضعف حجمها الطبيعي، وينتج عن هذا التسخين تجاوبف هوائية صغيرة تحتفظ بالماء والسماذ لتجعله في متناول جذور النبات حين الحاجة.

يعتبر البرلايت الزراعي من افضل محسنات التربة الزراعية للحدائق والمزارع والبيوت المحمية والزراعة الداخلية بالمنازل، ومن اهم مميزات وخصائص البرلايت ما يلي:-

• يحسن تهوية التربة وصرفها وبالتالي تهوية جذور النبات.

• له قدرة عالية على الاحتفاظ بالماء والسماذ لفترة طويلة وبياعد بين فترات

الري ويقلل من استهلاك الماء والسماذ.

- معقم وخالي من بذور الحشائش والأمراض والحشرات.
- مادة غير عضوية وبالتالي غير قابلة للتغير أو التحلل.
- متعادل في درجة الحموضة (pH ما بين 7.5 - 6.5) ولذلك يؤمن بيئة متوازنة التفاعل للنبات.
- يعمل كمادة عازلة وبالتالي يخفض من درجات الحرارة العالية المضرّة بالنبات وكذلك يحمي جذور النباتات من الانخفاض الشديد في درجة الحرارة.
- نظيف ولا تنتج عنه روائح كريهة وخفيف الوزن وسهل الاستعمال.

١١-٢. التسميد و المحاليل المغذية المستخدمة في الزراعة بدون تربة (النظام المغلق)

المحاليل المغذية (Nutrient Solutions) هي محاليل تحتوي على العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات وتستخدم في ري النباتات في نظم الزراعة بدون تربة وتختلف المحاليل المستخدمة حسب مراحل نمو النبات .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 على أن تكون العناصر الكبرى في حالة توازن أيوني مناسب وكلما انخفضت نسبة الأملاح في المياه المستخدمة كلما كان هناك مساحة أكبر لزيادة تركيز الأسمدة المذابة دون الاضرار بارتفاع ملوحة الماء التي قد تؤدي الى تأثيرات سلبية على النبات.

ومن أمثلة المحاليل المستخدمة لتغذية النباتات في الزراعات بدون تربة

- | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------|
| أ - محاليل هوكلان | ب - محاليل هيوت | ج - الأسمدة التجارية |
| د- محاليل كوبر | هـ - محاليل ألبرت | |

مكونات المحلول المغذي

- أ- أسمدة العناصر الكبرى.
- ١- سماد كرسنالون (NPK 12:12:36).
 - ٢- سماد نترات الكالسيوم.
 - ٣- سماد كبريتات المغنيسيوم .
- ب- أسمدة العناصر الصغرى:
- ١- الحديد المخلبي (Iron Chilate).
 - ٢- العناصر الصغرى (Micro Nutrie).

طريقة تحضير المحلول المغذي لمحاصيل الخضر المختلفة

١- طريقة إضافة المحلول المغذي المركز إلى خزان التغذية

يتم إضافة المحاليل المغذية بالاستعانة بأجهزة قياس ملوحة المحلول (EC meter) و جهاز قياس درجة حموضة المحلول (pH) meter على النحو التالي:-

أولاً : يتم قياس نسبة ملوحة الماء في خزان التغذية باستخدام جهاز قياس الملوحة (EC meter) ودرجة حموضة الماء (pH) قبل إضافة أي محلول غذائي.

ثانياً :يتم إضافة المحلول الأول (سماد نترات الكالسيوم) بنسبة 1:2 مع المحلول الثاني السماد المركب (NPK) إلى خزان التغذية لمعايرة نسبة ملوحة المحلول الغذائي أول مرة في اليوم الأول فقط، أما في الأيام التالية فيكون بنسبة 1:1 حتى نهاية المحصول وتعتمد كمية المحاليل المضافة على قراءات نسبة الملوحة ومراحل نمو النبات وتختلف من نبات لآخر .

ثالثاً : يتم إضافة المحلول الثالث وهو حمض الفوسفوريك أو حمض النيتريك (التجاري) بعد الانتهاء من معايرة المحلولين الأول والثاني بإضافة 2 لتر إلى خزان التغذية وذلك لمعايرة

معدل حموضة المحلول الغذائي، ويجب أن يتراوح معدل حموضة المحلول الغذائي (pH) لنبات الخيار بين 5.5 إلى 6.5 .

١- أهمية الرقم الهيدروجيني (pH)

للرقم الهيدروجيني أهمية كبرى في إيجاد توازن للعناصر الغذائية وقدرة النباتات على امتصاص العناصر لذا يجب أخذ القراءة يوميا لمياه الري التي تغذى بها النباتات ويؤثر ال (pH) على امتصاص العناصر الدقيقة فمثلا يؤدي انخفاضه عن 5 إلى زيادة امتصاص بعض العناصر مما يؤدي الى تسمم النبات، بينما يؤدي ارتفاعه عن 7.5 إلى ترسب الفوسفور، الكالسيوم، المغنيسيوم، الحديد والمنجنيز ويكون في حالة لا يمكن للنبات امتصاصها.

طريقة تحضير المحلول المغذي لمحصول الفلفل الحلو

تصل درجة تحمل نبات الفلفل للملوحة الى 2.5 ديسيمنز /متر، وبالتالي لتحضير المحلول المغذي يجب تجهيز الأسمدة في خزانات خارجية عدد(3)وذلك على النحو التالي.

المحلول المركز رقم ١	الكمية
ماء عذب	٤٠ لتر
نترات الكالسيوم	١١٠٠ كغم
حديد مخليبي	٦٠٠ غم
المحلول المركز رقم ٢	
ماء عذب	٤٠ لتر
سماد مركز كرسنالون (12:12:36+TE)	١٤٠٠ كغم
سلفات المغنيسيوم	١٠٢ كغم
عناصر صغرى	٤٠٠ غم

	المحلل المغذي رقم ٣
٤٠ لتر	ماء عذب
٢ لتر	حامض النتريك او حامض الفوسفوريك

المحلل الأول:

يتم اذابة 11 كغم نترات الكالسيوم و 600 غرام من الحديد المخليبي (6%) في 40 لتر ماء.

المحلل الثاني:

يتم اذابة 14 كغم سماد (NPK) مع 1.2 كغم من سلفات المغنسيوم و 400 غرام من سماد العناصر الصغرى (مايكرو بلكس) في 40 لتر ماء.

المحلل الثالث:

يضاف 2 لتر من حامض الفوسفوريك أو حامض النتريك (التجاري) في 40 لتر ماء (يجب ملاحظة عدم اضافة الماء الى الحامض بمعنى إضافة الماء أولاً ثم يضاف اليه الحامض).



٣-المواد وطرائق العمل

نفذت تجربة حقلية في الموسم الزراعي الشتوي ٢٠١٦-٢٠١٧ في مزرعة مائية تابعه لقسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الهندسة والعلوم الزراعية - جامعة ديالى بمساحة ٣٠ م^٢ (٤×٧,٥) معرفة تأثير التداخل بين رش الأحماض الأمينية والحديد في بعض صفات النمو الخضري لنبات الفلفل (*California Wonder*) تحت نظام الزراعة المائية، تم تهيئة المزرعة المائية حيث تم تهيئة فتحات دائرية بواسطة مثقاب يدوي قطر كل فتحة ٧ سم وبمسافة ١٠ سم بين فتحة وأخرى، تم تهيئة أنابيب البلاستيكية قطر الأنبوب ٤ انج طول الأنبوب (٦ م) على جانبي المزرعة حيث وضع كل ثلاثة أنابيب على كل جانب من المزرعة على شكل مدرج، تم وضع سدادتين في كل أنبوب ، حيث تم عمل فتحات في السدادة الأولى موضع دخول المحلول المغذي من الأعلى بقطر ٠,٥ انج ، تم عمل فتحة في السدادة الثانية موضع خروج المحلول المغذي إلى حوض المحلول المغذي من منتصف السدادة بقطر ٠,٥ انج وهذا لكل أنبوب من أنابيب المزرعة المائية الستة ، تم وضع الساران (بطول ١٢م وعرض ٨ م) ثم وضع البولي أثلين فوق الساران (بطول ٤م وعرض ١٠م) ، تم جلب شتلات من الفلفل ،تم نقلها إلى أقداح ورقية ، تم وضع الأقداح في الفتحات الموجودة على الأنبوب وضع الحصى في الأقداح وضيافته أسناد النبتة ، تم حفر موضع لحوض المحلول المغذي الذي سعته ٩٠ لتر على كل جانب من المزرعة حيث وضع حوض لكل ثلاثة أنابيب ، تم وضع مضخة صغيرة في كل حوض من الحوضين لتعمل على نقل المحلول المغذي من الحوض إلى الأنابيب ، تو توصيل المضخة إلى الأنابيب بواسطة أنبوب البلاستيك قطرها ٠,٥ انج ،تم وضع وصلات في السدادات عند مدخل الأنابيب ومخارجها بقطر ٠,٥ انج ، تم توصيل كل أنبوب مع الأنبوب الأخر بواسطة أنبوب قطرها ٠,٥ انج ، بين كل أنبوب وآخر ٣٠ سم ، تم توصيل دائرة كهربائية إلى المزرعة من قسم علوم التربة والموارد المائية ، تم تشغيل المضختين لتوصيل المحلول المغذي من الأحواض إلى الأنابيب في كالتا جانبيين المزرعة وكان نظام المزرعة من النظام المغلق حيث يتم إعادة تدوير المحلول المغذي في المزرعة عن طريق أنبوب قطرها ٠,٥ انج من الحوض إلى الأنابيب ويعود مرة أخرى إلى الحوض ، وضعت الأقداح التي سعته ٥٠ مل في الأنابيب ، تم تنقيب الأقداح من الأسفل لتسمح بانتشار الجذور إلى المحلول المغذي وبعد زراعة الشتلات في المزرعة المائية بفترة ٣٠ يوم من زراعة الشتلات في المزرعة ، تم رش النباتات بالأحماض الأمينية (نيكامين ماكس) Tecamin Max بتركيز (٠ ، ١ ، ٢) مل / لتر ورمز لها بالرمز (A) (A₀ , A₁ , A₂) ، حضر محلول الرش (نيكامين ماكس Tecamin Max) بتخفيف ١ مل إلى لتر ماء مقطر التركيز الأول والتركيز الثاني بتخفيف ٢ مل الى لتر من

الماء المقطر وأضيفه إلى المحلول قطرتين من الزاهي لجعل المحلول يلتصق على أوراق النباتات ، رش المحلول على مرحلة واحدة بعد ٢٠ يوم من زراعة الشتلات ،بعدها تم رش بعنصر الحديد المخلي EDTA الذي يحوي عنصر الحديد %15 Fe بتركيز (٠ ، ٥٠ ، ١٠٠) ppm ورمز لها بالرمز (B) (B₀ , B₁ , B₂) ،حضر محلول الرش التركيز الأول من اذابة ٠,٣٣ غم من ال EDTA الحاوي على ١٥% حديد مخلي ، التركيز الثاني حضر من اذابة ٠,٦٦ غم من ال EDTA الحاوي على ١٥% حديد مخلي واضيف الى المحلول قطرتين من الزاهي لجعل المحلول يلتصق على أوراق النباتات ،رش المحلول مرحلة واحدة بعد ٢٠ يوم من زراعة الشتلات

تم حساب الوزن مركب ال EDTA الحاوي على ١٥% حديد مخلي

<u>نسبة الحديد</u>	<u>EDTA</u>
١٥	١٠٠
٥٠	X

$$X = \frac{100 * 50}{15} = 333.33 \text{ ملغم}$$

نحولها الى الغرام نقسم على ١٠٠٠ = ٠,٣٣٣ غرام

<u>نسبة الحديد</u>	<u>EDTA</u>
١٥	١٠٠
١٠٠	X

$$X = \frac{100 * 100}{15} = 666.66 \text{ ملغم}$$

نحولها الى الغرام نقسم على ١٠٠٠ = ٠,٦٦٦ غرام

١-٣ القياسات التجريبية

١-١-٣ صفات النمو الخضري

٢-١-٣ معدل ارتفاع النبات (سم)

قدرت هذه الصفة لقياس ارتفاع النبات ابتداءً من مستوى سطح الوسط وحتى القمة النامية (٢٧ نبات) .

٣-١-٣ معدل عدد الاوراق الكلية (ورقة . نبات^{-١})

قدر معدل عدد الاوراق الكلية لثلاث نباتات لكل معاملة .

٤-١-٣ دليل الكلوروفيل (SPAD meter)

تم القياس بواسطة جهاز (SPAD meter) للورقة الرابعة لكل نبات من الأعلى

٥-١-٣ الوزن الرطب (غم)

تم قياس الوزن الرطب للورقة الرابعة لكل نبات .

٤- النتائج والمناقشة

٤-١ - ارتفاع النبات (سم)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين معاملات رش الحديد المخلبي (Fe-EDTA) ،و الرش بالأحماض الأمينية (Tecamin Max) أيضا عدم وجود فروق معنوية ،وتأثير التداخل بينهما عدم وجود فروق معنوية بين المعاملات

جدول (١)

تأثير التداخل بين الرش بالحديد و الرش بالأحماض الامينية (Tecamin Max) في ارتفاع النبات (سم)

المعدل	B ₂	B ₁	B ₀	B / A
١١,٨٨	١٢,٣٣	١٢,٦٦	١٠,٦٦	A ₀
١٢,٨٨	١٣,٠٠	١٢,٠٠	١٣,٦٦	A ₁
١٣,٠٠	١٢,٠٠	١٤,٠٠	١٣,٠٠	A ₂
	١٢,٤٤	١٢,٨٨	١٢,٢٢	المعدل
	A&B	B	A	LSD
	٣,٤٩	٢,٠١٨	٢,٠١٨	٠,٠٠٥

٢-٤ دليل الكلوروفيل بوحدات SPAD meter

اظهرت النتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين معاملات الرش بالحديد المخلبي (Fe-EDTA) ، والرش بالاحماض الامينية (Tecamin Max) أيضا عدم وجود فروق معنوية ، وأيضا التداخل بينهما عدم وجود فروق معنوية .

جدول (٢)

تأثير مستويات الرش بالحديد ومستويات الرش بالاحماض الامينية (Tecamin Max) والتداخل بينهما في دليل الكلوروفيل بوحدات SPAD meter

المعدل	B ₂	B ₁	B ₀	B / A
١١,٥٢	١١,٥٦	١٠,٥٠	١٢,٥٠	A ₀
١١,٥٤	١٢,٣	١٠,٨٣	١١,٥٠	A ₁
١٣,١٧	١٥,٣٣	١١,٥٠	١٢,٧٠	A ₂
	١٣,٠٦	١٠,٨٧	١٢,٢٣	المعدل
	A&B	B	A	LSD
	٥,٩٥	٣,٢٤	٣,٢٤	٠,٠٥

٣-٤ : الوزن الرطب للورقة الرابعة (غم)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين معاملات رش الحديد المخلبي (Fe - EDTA) وتأثير الاحماض الامينية أظهرت عدم وجود فروق معنوية ، والتداخل بينهما أيضا عدم وجود فروق معنوية .

جدول (٣)

تأثير مستويات الرش بالحديد ومستويات الرش بالاحماض الامينية (Tecamin Max)

والتداخل بينهما في الوزن الرطب (غم)

المعدل	B ₂	B ₁	B ₀	B / A
٠,٣٦١	٠,٤١٥	٠,٣١٤	٠,٣٦٨	A ₀
٠,٣٥١	٠,٣٥٥	٠,٣٣٥	٠,٣٦٢	A ₁
٠,٣٦٧١	٠,٤١٢	٠,٣٨٤	٠,٣١٧	A ₂
	٠,٣٩٤	٠,٣٤٤	٠,٣٤٩	المعدل
	A&B	B	A	LSD
	٠,١٩٢.	٠,١١٠.	٠,١١٠.	٠,٠٥

٤-٤ عدد الاوراق الكلية (ورقة . نبات^١)

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية بين معاملات رش الحديد المخلبي (Fe - EDTA) وتأثير الاحماض الامينية أظهرت عدم وجود فروق معنوية ، والتداخل بينهما أيضا عدم وجود فروق معنوية .

جدول (٤)

تأثير مستويات الرش بالحديد ومستويات الرش بالاحماض الامينية (Tecamin Max) والتداخل بينهما في عدد الأوراق الكلية (ورقة . نبات^١)

المعدل	B ₂	B ₁	B ₀	B / A
١١,٢٢٢	١١,٦٦٧	١١,٦٦٧	١٠,٣٣٣	A ₀
١٠,٥٥٥	٩,٣٣٣	١٠,٣٣٣	١٠,٣٣٣	A ₁
٩,٢٢٢	٩,٦٦٧	١٠,٤٤٤	٨,٦٦٧	A ₂
	١٠,٢٢٢	١٠,٤٤٤	٩,٧٧٨	المعدل
	A&B	B	A	LSD
	٣,٨٦٨	٢,٢٣٣	٢,٢٣٣.	٠,٠٥





المصادر

- الخفاجي ، مكي علوان وفيصل عبد الهادي المختار ١٩٨٩ انتاج الفاكهة والخضار وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة ديالى . بيت الحكمة . جمهورية العراق .
- خليل ، محمود عبد العزيز ابراهيم . ٢٠٠٤ . نباتات الخضر والاكثار - مشاتل- زراعة الخلايا والانسجة النباتية -التقسيم -الوصف النباتي - الاصناف . جامعة الزقايق . منشاة المعارف . الاسكندرية .
- فراج ، عز الدين . ١٩٨٠ . الخضراوات . دار المعارف . جمهورية مصر العربية .
- ادريس ، محمد حامد . ٢٠٠٩ . فسيولوجيا النبات . موسوعة النبات - مركز سوزان مبارك الاستكشافي العلمي في القاهرة . مصر . www.smsec.com .
- Hogland, D. R. and D. I. Arnon. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agric. Expt. Sta. Cric. 347.
- Shive, J. W. 1915. A three-salt nutrient solution for plants. Am. J. Bot 2:157-160.
- Shive, J. W. and W. H. Martin. 1918. A comparative study of salt requirements for young and for nature backwheat plants in solution culture. J. Amer. Res. 14:151-175.
- Bergmann, W., P. Bruchlos, H. Flake, and et al. 1978. Zurn gegon wartigen stand der dungung mit Mi
- Betts, G. F., and E. J. Hewitt. 1966. Photosynthetic nitrite reductase and the significance of hydroxylamine innitrite reduction in plants nature 210: 1327-1329.
- Burris, R.H. 1966. Biological nitrogen fixation Annu. Rer plant physiol. 17: 155-184.
- Cheniae, G., and H. J. Evans. 1960. Physiological studies on nodule-nitrate reductase. Plant physiol. 35: 454-462.

- Dekocks, P. C. 1958. The nutrient balance in plant leaves. Agr. Progress. 33: 88-95.
- Dekocks, P. C, K. Comisiong. V. C. Farmer and R. H. E. Inkson. 1960. Leterrelationships of catalase. Peroxidase, hematin, and chlorophyll. Plant physiol. 35: 599-604.
- Evans, H. J. 1959. The biochemical role of iron in plant metabolism. School forest. Bull. 15, Duke, Univ., Durham, N. C.
- Fritz, G., and H. Beevers. 1995. Cytochrome oxidase content and respiralory rates of etiolated whent and bavley seedlings. Plant physiol. 30: 309-317.
- Iljin, W. S. 1951. Metabolism of plants affected with lime-induced. Cholorosis (calciose). II. Organic acids and carbohydrates. Plant and soil 3: 339-351.
- Joy, K. W., and R. H. Hageman. 1966. The purification and properties of nitrite reductase from higher plants and its dependence on ferredox. Biochem. J. 100: 263-273.
- Seckbach. J. 1964. Iron content and ferritin in leaves of iron treated xanthium pennsylvanicum plants. Plants physiol. 44: 819-820.
- Smillie, R. M. 1963. Formation and function of soluble proteins in chloroplasis. Can. J. Bot. 41: 123-154.
- Mohamed, S. M. and M. M. Khalil. 1992. Effect of tryptophan and arginine on growth and flowering of some winter annuals. Egypt J. Applied Sci., 7(10): 82-93.
- Stewart, C. R and F. Larther. 1980. Amino acids and derivatives. In the biochemistry of plants vol. 5 Milfin, B. J. Ed Academic press London, pp. 609-635.
- Stewart, C. R, S. F. Bogges, D. Asprinall, and L. G. Paleg. 1977. Inhibition of proline oxidation by water stress. Planet physiol. 59: 930-932.
- Lee, J. J., K. M. Crosby, L. M. Pike, K. S. Yoo and D. I. Lescober. 2005. Impact of genetic and environmental variation of development of

flavonoids and carotenoids in pepper (*Capsicum* spp.). *Sci. Hort.*, 106: 341-352.

- Rao, A. V. and L. G. Rao. 2007. Carotenoids and human health. *Pharma. Res.*, 55: 207-216.
- Thang, P. T. N. 2007. Ripening behavior of capsicum (*capsicum annum* L.) fruit. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy. Univ. of Adelaide, South Australia. pp. 149.
- Wahba, N. M., A. S. Ahmed and Z. Z. Ebraheim. 2010. Antimicrobial effects of pepper, parsley and dill and their roles in the microbiological quality enhancement of traditional Egyphain kareish cheese. *Foodborne pathog. Dis.*, 7: 411-418.
- Yaha, E. M. 2000. The contribution of fruit and vegetables consumption to human health. In *fruit and vegetables phytochemicals, chemistry, nutritional value, and stability*. (E. d. Laura A.de la Rosa, Emilio Alvarez-parrilla, Gustavo A. Gonzales-Aguilar) Black well pub. Iowa, USA .
-





















